

Cuadro 4-2-7 Tabla de volumen obtenido de las fotografías aéreas (m<sup>3</sup>/há)

Tipo forestal		Especie de árbol				
C	óA	D	Bosques naturales	<i>P. patula</i>	Ciprés	Aliso (Eucalipto)
1	1	1	20.1	20.1	39.7	10.8
1	1	2	39.9	32.6	52.7	22.7
1	1	3	59.6	45.1	65.8	34.5
1	1	4	79.4	57.7	78.8	46.4
2	2	1	39.9	32.6	52.7	22.7
2	2	2	79.4	57.7	78.8	46.4
2	2	3	118.9	82.7	104.9	70.1
2	2	4	158.4	107.7	131.0	93.8
3	3	1	59.6	45.1	65.8	34.5
3	3	2	118.9	82.7	104.9	70.1
3	3	3	178.2	120.2	144.1	105.6
3	3	4	237.4	157.8	183.2	141.2
4	4	1	—	57.7	78.8	46.4
4	4	2	—	107.7	131.0	93.8
4	4	3	—	157.8	183.2	141.2
4	4	4	—	207.9	235.5	188.6
5	5	1	—	70.2	91.9	58.2
5	5	2	—	132.8	157.2	117.5
5	5	3	—	195.3	222.4	176.7
5	5	4	—	257.9	287.7	236.0

A: Altura del árbol(bosque artificial), C: Grado de diámetro de la copa(bosque natural),

D: Grado de densidad de la copa (bosque artificial y bosque natural)

(2) Estimación de los recursos forestales

La acumulación por tipo forestal ha sido calculada multiplicando las áreas por tipo forestal, calculadas en la investigación de las fisonomías forestales y de la vegetación, por los volúmenes de madera calculados en el cuadro de volúmenes de madera de las masas forestales de las fotografías aéreas. Los resultados obtenidos se indican en el Cuadro 4-2-8~9. Se estima que el volumen total de los bosques naturales y bosques secundarios de las tres áreas modelo es de 1,250,821 m<sup>3</sup> (135 m<sup>3</sup> por há). Por otro lado, se estima que los volúmenes de madera de los bosques artificiales sea de 190,924 m<sup>3</sup> de *P. patula*, 47,053 m<sup>3</sup> de Ciprés, 89,782m<sup>3</sup> de Aliso y 702 m<sup>3</sup> de Eucalipto. (La tabla de volumen del Aliso ha sido utilizado para estimar el volumen del Eucalipto. El volumen total de los bosques artificiales es de 328,461m<sup>3</sup>(168m<sup>3</sup> por há).

(3) Preparación del registro de inventario forestal

La acumulación por subcompartimiento fué calculada multiplicando el área de cada uno de ellos (dividido según fisonomía y tipo forestal), calculada a partir del mapa forestal, por el volumen por há, calculada en la tabla de volumen obtenido de las fotografías aéreas. El registro de inventario forestal se preparó compilando los resultados de los calculos referidos.

Cuadro 4-2-8 Recursos forestales de cada Area Modelo

Area modelo	Río Tapias	Manizales	Pensilvania	Total
Recursos forestales				
Superficie (há)	5,410	2,852	2,974	11,236
Volumen total (m <sup>3</sup> )	735,519	433,748	410,015	1,579,282
Volumen por há (m <sup>3</sup> )	136	152	138	141

Cuadro 4-2-9 Volumen por fisonomía forestal y por tipo forestal

(1) Total de todas áreas modelo

(Unidad: m<sup>3</sup>)

Tipo forestal		Bosques	Bosques	Bosques artificiales				
CóA	D	artificiales	secundarios	<i>P. patula</i>	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	
1	1	—	746	945	584	399	—	
1	2	1,696	2,673	115	—	173	—	
1	3	17,292	12,138	—	—	—	—	
1	4	61,134	13,069	—	—	—	—	
2	2	31,325	—	326	322	—	—	
2	3	181,005	6,889	1,508	—	1,290	—	
2	4	857,072	128	5,675	—	1,581	—	
3	2	476	—	660	9,411	—	—	
3	3	4,676	—	4,789	4,791	2,489	—	
3	4	60,502	—	65,428	8,284	4,964	—	
4	3	—	—	4,738	5,371	8,032	—	
4	4	—	—	106,740	18,290	23,698	—	
5	2	—	—	—	—	—	—	
5	3	—	—	—	—	3,466	—	
5	4	—	—	—	—	43,690	—	
6	2	—	—	—	—	—	144	
6	3	—	—	—	—	—	558	
Total		1,215,178	35,643	190,924	47,053	89,782	702	1,579,282

## (2) Area modelo de Río Tapia

(Unidad: m<sup>3</sup>)

Tipo forestal		Bosques	Bosques	Bosques artificiales				
C6A	D	artificiales	secundarios	<i>P. patula</i>	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	
1	1	—	746	829	584	399	—	
1	2	21	2,673	—	—	—	—	
1	3	2,295	2,460	—	—	—	—	
1	4	52,092	10,980	—	—	—	—	
2	2	27,201	—	—	—	—	—	
2	3	21,458	—	—	—	—	—	
2	4	565,331	128	—	—	—	—	
3	2	476	—	—	—	—	—	
3	3	4,676	—	—	—	—	—	
3	4	33,120	—	—	—	—	—	
5	4	—	—	—	—	9,348	—	
6	2	—	—	—	—	—	144	
6	3	—	—	—	—	—	558	
Total		706,670	16,987	829	584	9,747	702	753,519

## (3) Area modelo de Manizales

(Unidad: m<sup>3</sup>)

Tipo forestal		Bosques	Bosques	Bosques artificiales				
C6A	D	artificiales	secundarios	<i>P. patula</i>	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	
1	1	—	—	116	—	—	—	
1	2	1,419	—	115	—	173	—	
1	3	11,215	—	—	—	—	—	
1	4	6,152	—	—	—	—	—	
2	2	1,026	—	326	322	—	—	
2	3	12,361	—	—	—	1,290	—	
2	4	291,741	—	—	—	1,581	—	
3	3	—	—	—	—	2,489	—	
3	4	27,382	—	—	1,528	4,964	—	
4	3	—	—	—	—	8,032	—	
4	4	—	—	—	—	23,698	—	
5	2	—	—	—	—	—	—	
5	3	—	—	—	—	3,466	—	
5	4	—	—	—	—	34,342	—	
Total		351,306	—	557	1,850	80,035	—	433,748

## (4) Area modelo de Pensilvania

(Unidad: m<sup>3</sup>)

Tipo forestal		Bosques	Bosques	Bosques artificiales				
C ó A	D	artificiales	secundarios	<i>P. patula</i>	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	
1	2	246	---	---	---	---	---	
1	3	3,782	9,678	---	---	---	---	
1	4	2,890	2,089	---	---	---	---	
2	2	3,098	---	---	---	---	---	
2	3	147,186	6,889	1,508	---	---	---	
2	4	---	---	5,675	---	---	---	
3	2	---	---	660	9,411	---	---	
3	3	---	---	4,789	4,791	---	---	
3	4	---	---	65,428	6,756	---	---	
4	3	---	---	4,738	5,371	---	---	
4	4	---	---	106,740	18,290	---	---	
Total		157,202	18,656	189,538	44,619	---	---	410,015

C: Diámetro de la copa, A: Altura del árbol, D: Densidad de las copas

5) Estructuras de las masas forestales de los bosques naturales

El análisis de la estructura de las masas forestales de los bosques naturales ha sido llevada a cabo usando los datos de las investigaciones. Los resultados obtenidos se describen a continuación:

(1) DAP (diámetro a la altura del pecho)

En cuanto a la distribución de DAP de árboles investigados, se ha verificado que 42 de los 2,643 árboles tienen DAP igual o superior a 40cm. Dichos corresponden al 1.6% del total, y presentan una densidad de 13.4 árboles/há. Los árboles con DAP igual o superior a 50cm corresponden al 0.5% del total, y presentan una densidad de 3.8 árboles/há. Así, la cantidad de árboles de gran diámetro es muy pequeña; de esto se deduce que la mayoría de los bosques naturales existentes dentro del área en cuestión han sufrido la intervención humana. Sin embargo, se puede decir que en la situación actual los bosques naturales en cuestión tienen una cantidad muy pequeña de madera aprovechable. No obstante, se debe tener presente que el suelo, que es un factor íntimamente relacionado con el crecimiento, tiene características fértiles. Así, en caso de esperar en producción de madera, se necesita considerar los resultados del estudio bastante prolongado de crecimiento para llegar a conclusiones más seguras.

(2) Altura de los árboles

La estructura de estratificación se puede analizar a través de la distribución de la altura de los árboles. Así, se ha clasificado la distribución de los números de árboles de las 30 especies principales de árboles existentes en las áreas modelo en clases de altura de 5 metros, a partir de los resultados de la investigación de los recursos forestales. Además, se ha clasificado la distribución de los números de árboles de las 30 especies principales de árboles existentes en clases de altura, a partir de los resultados de la investigación de la regeneración natural.

En la investigación de los recursos forestales se hizo la medición de los árboles con DAP igual o superior a 10cm, y por otro lado en la investigación de la regeneración natural se hizo la medición de los árboles con tamaño inferior a dicho diámetro. Con el objetivo de determinar la concatenación entre los dos grupos de mediciones, se dedujo la fórmula de la regresión entre la altura y el diámetro, utilizando los datos de las mediciones ejecutadas en el área modelo de Río Tapias. La siguiente fórmula de regresión ha sido obtenida.

$$H = 39.71 \times D + 5.89 \quad (R = 0.56)$$

(H: Altura del árbol, D: DAP)

En vista de dicha fórmula, se ha estimado que un árbol con DAP 5cm tenga una altura de 7.9m, y por este método se ha decidido la clase de altura de los árboles con DAP igual o inferior a 10cm. La Figura 4-2-2 muestra esquemáticamente la distribución del número de árboles por clase de altura en cada há, obtenida a partir de los datos contenidos en los Anexos No. 3 y No. 4.

El Cuadro 4-2-10 muestra los porcentajes de los números de árboles que componen cada estrato de copas de las varias áreas modelo, obtenidos como resultado del análisis de los datos anotados.

Puesto que no hay datos que indiquen la correlación entre el DAP (diámetro a la altura del pecho) y el diámetro de la copa de las varias especies que componen los bosques naturales de las áreas en cuestión, no se pueden estimar las superficies y los porcentajes ocupados por cada estrato de copa. Las proporciones de los números de árboles indican que la estructura de estratificación de las masas forestales está bien desarrollada, y que las masas forestales tienen una composición equilibrada, incluso los árboles de regeneración.

Cuadro 4-2-10 El porcentaje de los números de árboles de bosque natural y estrato de copas

(Unidad: %)

Estrato de copas	Area	Area modelo			Total
		Río Tapias	Manizales	Pensilvania	
Estrato inferior (altura inferior a 8m)		89.67	90.37	94.89	92.11
Estrato intermedio (altura de 8 a 15m)		9.18	7.41	3.04	6.01
Estrato superior (altura superior a 15m)		1.15	2.22	2.07	1.88
Total		100.00	100.00	100.00	100.00

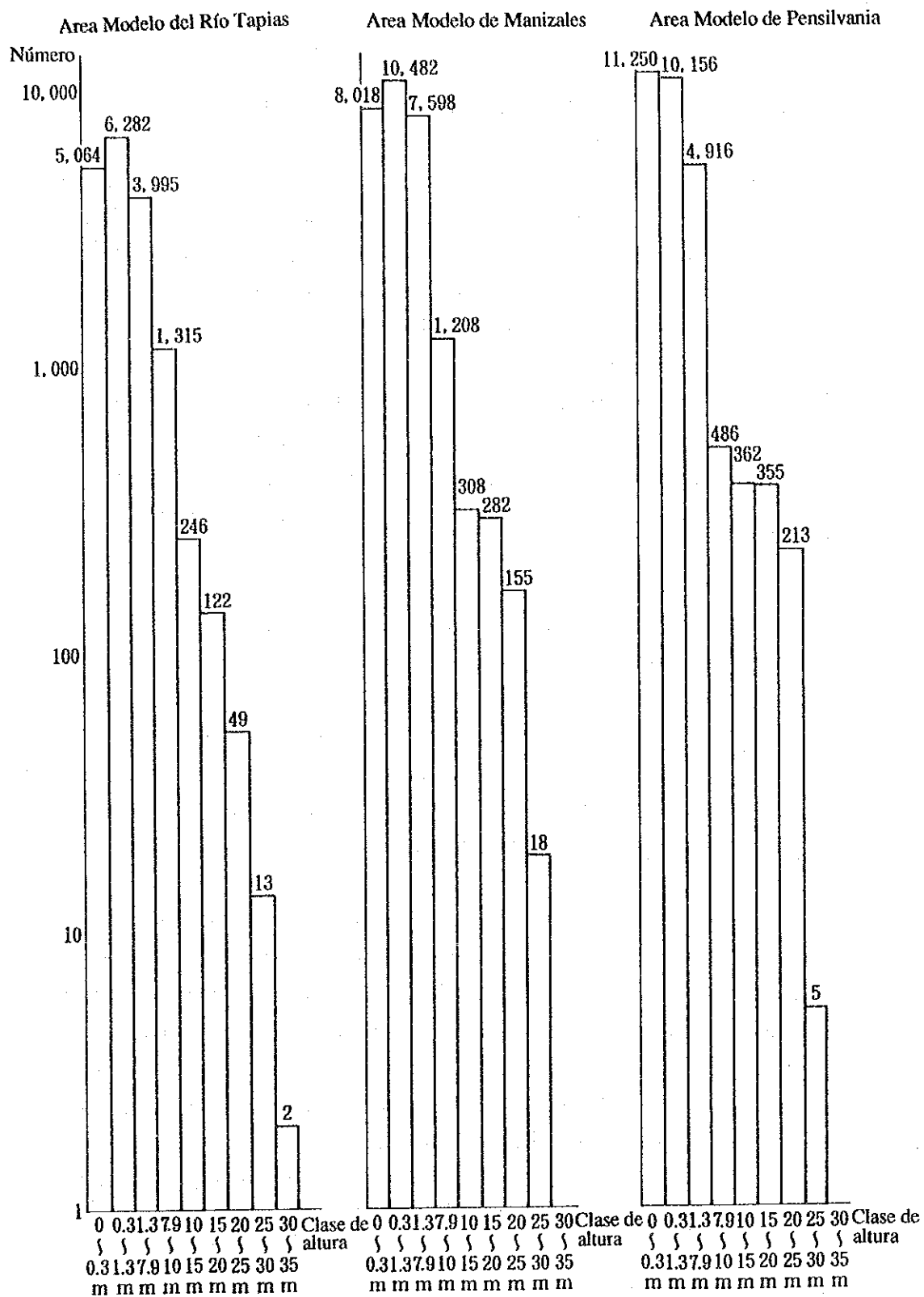


Figura 4-2-2 Distribución de árboles de cada clase de altura por há

### (3) Especies de árboles

#### ① Area modelo del Río Tapias

En este área modelo hay 69 especies en total (los árboles desconocidos han sido agrupados en una especie). La especie más frecuente es el *Alnus jorullensis* (Aliso) de la familia Betulaceae, que ocupa el 11.53% del total. Las demás especies son la *Cyathea spp.* de la familia de Cyatheaceae con el 9.02% y la *Polymia pyramidalis* (Arboloco) de la familia de Compositae con el 5.32%. En las condiciones de regeneración de los bosques naturales se observa que la frecuencia del *Alnus jorullensis* baja considerablemente. Dicha especie aparece de manera muy modesta en el cuadragésimo segundo lugar, ocupando sólo el 0.23% del total. Por otro lado, la posición ocupada por la *Cyathea spp.* baja al vigésimo séptimo lugar con el 0.62% y la *Polymia pyramidalis* baja al vigésimo lugar con el 1.09%. Así, las especies que componen los estratos superiores existentes no son necesariamente las especies mejores para las condiciones de regeneración.

Los árboles que componen los estratos más superiores con altura igual o superior a 25m son el *Alnus jorullensis*, la *Weinmannia spp.* de la familia de Cunoniaceae, la *Miconia spp.* de la familia de Melastomataceae, la *Poteria locuma* (Mediacaro) de la familia de Sapotaceae, la *Freziera sp.* (Aliso colorado) de la familia de las camelias, y la *Miconia smaragdina* (Nigüito) de la familia de Malastomataceae. Dichas especies se distribuyen de manera más frecuente en las clases de altura de 10m a 20m.

En cuanto a los árboles de regeneración natural en los estratos inferiores, la especie más frecuente es la *Geonoma colombiana* (Palmiche) de la familia de las palmeras, que ocupa el 22.20% del total. Las demás especies son el *Palicourea spp.* de la familia de Rubiaceae con el 10.33%, el *Acnistus sp.* (Sin muerte) de la familia de Solanaceae con el 8.07%, la *Chusques sp.* de la familia de Gramineae con el 7.69%, la *Tibouchina sp.* de la familia de Melastomataceae con el 5.98% y la *Miconia spp.* también de la familia de Melastomataceae con el 5.82%. De dichas especies, la *Palicourea spp.*, la *Tibouchina sp.* y la *Miconia spp.* también componen los estratos superiores.

#### ② Area modelo de Manizales

Hay 68 especies en total en este área modelo. La especie más frecuente es la *Tibouchina sp.* de la familia de Melastomataceae que ocupa el 17.44% del total. Las demás especies son el *Hedyosmus spp.* de la familia de Chloranthaceae con



el 10.30%, la *Miconia smaragdina* (Niguito) de la familia de Melastomataceae con el 8.80%, el *Hedyosmus sp.* (Granizo) de la familia de Chloranthaceae con el 8.47% y el *Weimann spp.* de la familia de Cunoniaceae con el 7.14%. En cuanto a las condiciones de la regeneración de los bosques naturales, la *Tibouchina sp.* aparece de manera más frecuente, igual a los estratos superiores, y ocupa el 13.03% del total. Además, el *Hedyosmus spp.* ocupa el cuarto lugar con el 8.09% del total, y el *Hedyosmus sp.* (Granizo) ocupa el 5.99%. Así, en Manizales las especies predominantes en los estratos superiores aparecen predominantes también en los estratos inferiores.

Las especies de árboles que componen el estrato más superior con alturas iguales o superiores a 25m son la *Tibouchina sp.*, la *Miconia spp.*, la *Montanoa avalifolia* (Camargo) de la familia de Compositae, la *Freziera sp.* (Aliso colorado) de la familia de las camelias, y la *Turpinia sp.* de la familia de Annonaceae.

En cuanto a los árboles de regeneración natural en los estratos inferiores, la especie más frecuente es la *Tibouchina sp.* de la familia de Melastomataceae, que aparece con una frecuencia del 13.03%. Las demás especies son la *Palicourea spp.* de la familia de Rubiaceae con el 12.50% del total, la *Miconia spp.* de la familia de Melastomataceae con el 12.04%, el *Hedyosmus sp.* de la familia de Chloranthaceae con el 8.09% y la *Chusquea sp.* de la familia de Gramineae con el 5.99% del total.

### ③ Area modelo de Pensilvania

En este área modelo hay 71 especies en total. La especie más frecuente es la *Clethra bicolor* (Chiriguaco) de la familia de Clethraceae que ocupa el 9.70% del total. Las demás especies son la *Meriania nobilis* (Danto) que ocupa el 5.54% y la *Guatteria sp.* (Naranjo de monte) que ocupa el 5.31% del total. En cuanto a las condiciones de la regeneración de los bosques naturales, la frecuencia de la *Guatteria sp.* (Naranjo de monte) baja al vigésimo sexto lugar, y como en el área modelo de Río Tapias no se puede decir que los árboles predominantes en los estratos superiores sean predominantantes también en los estratos inferiores.

Los árboles que componen los estratos más superiores con alturas iguales o superiores a 25m son el *Chrysochlamys sp.* (Gaque) de la familia de Guttiferae y la *Cecropia sp.* (Yarumo) de la familia de Moraceae.

En cuanto a los árboles de regeneración natural en los estratos inferiores, la especie más frecuente es la *Bellucia sp.* de la familia de Melastomataceae que ocupa el 13.83% del total. Las demás especies de árboles son la *Palicourea spp.* de la familia de Rubiaceae que ocupa el 11.14% del total, la *Palicourea crocea* (Niguito) también de la familia de Rubiaceae que ocupa el 9.96%, la *Miconia sp.* (Mortino) de la familia de Melastomataceae que ocupa el 8.91%, la *Cinchona pubescens* de la familia de Rubiaceae que ocupa el 6.92%, y la *Tibouchina sp.* de la familia de Melastomataceae que ocupa el 6.33% del total.

#### (4) Conclusión

Como se puede observar de las consideraciones referidas, hay pocos árboles de calidad superior y de gran diámetro. Sin embargo, la estructura de estratificación de las masas forestales está bien desarrollada, y las condiciones de regeneración son buenas. Por consiguiente, se piensa que los bosques tales como están puedan desempeñar satisfactoriamente sus funciones de beneficio público. Por otro lado, se debe tener presente que hay muchos detalles desconocidos con relación a la evolución futura de la composición de las especies de árboles dentro de las masas forestales, la velocidad de crecimiento y otros aspectos afines. Además, las condiciones de ubicación de muchas masas forestales son desfavorables, puesto que están situadas en tierras con pendiente escarpada. Así, es difícil esperar que los bosques naturales existentes lleguen a desempeñar la función de producción de maderas.

En vista de dichas condiciones, de inmediato se debe evitar la intervención humana en el manejo de los bosques naturales existentes. En principio se debe prohibir la corta, y se debe observar la evolución del crecimiento y de otras características afines de los bosques durante algunos años, seguido del estudio de los trabajos forestales que serán necesarios después de 10 ó 20 años.

#### 4-2-3 Investigación de los suelos

Con el objetivo de comprender los tipos y las características de los suelos que se distribuyen dentro del área modelo así como de trazar el mapa de suelos, se ha llevado a cabo la investigación en esa materia. Los métodos de investigación y los resultados obtenidos se describen a continuación:

##### 1) Método de investigación

###### (1) Lugares y cantidades investigadas

Se llevó a cabo la investigación de las secciones del suelo (1m de profundidad) en la mayoría de las parcelas de investigación forestal, y se realizó también la investigación de los puntos de perforación simplificada (aproximadamente 60cm de profundidad), según cambios en las características topográficas y otros factores afines, con el objetivo de complementar dicha investigación de las secciones del suelo. En la investigación de los suelos han sido ejecutados en 52 puntos.

###### (2) Artículos de investigación

Los artículos de investigación incluyen la ubicación de la sección del suelo, la topografía, la dirección, la pendiente, la altitud, la roca madre, la configuración de la sección del suelo, el tipo del suelo, la forma de sedimentación, la vegetación y otros aspectos afines. Además de dichos aspectos, la consistencia del suelo ha sido medida por medio del medidor de dureza tipo Yamanaka y el pH ha sido medido por medio del medidor digital de pH.

##### 2) Resultados de la investigación

El Cuadro 4-2-11 indica los tipos de suelos identificados dentro del área intensiva. Según el sistema FAO/Unesco hay 11 unidades de suelos. Dentro de las áreas modelo han sido reconocidas 10 unidades.

Las ubicaciones de las secciones de suelo investigadas se indican en el Anexo No. 5 al final de este informe. El resumen de las secciones de suelo y de los puntos de perforación simplificada se indican en los Anexos No. 6 y 7 al final de este informe. El mapa de suelos ha sido trazado basándose en los resultados anteriores. En el mapa de suelos se indican simultáneamente las unidades de suelo FAO/Unesco y el sistema japonés. La clasificación de los suelos según el sistema japonés se indica en el Anexo No. 8 al final de este informe.

Cuadro 4-2-11 Tipos de los suelos existentes

Unidades de suelo según el sistema FAO/Unesco	Símbolo
Mollic Andosols	Tm
Humic "	Th
Ochric "	To
Humic Cambisols	Bh
Gleyic "	Bg
Ferralic " (*)	Bf
Mollic Gleysols	Gm
Humic "	gh
Dystric Fluvisols	Jd
Dystric Regosols	Rd
Eutric "	Re

(\*) Se distribuye fuera del área modelo.

3) Características de cada tipo de suelo

Las características de los suelos existentes se describen a continuación, según las unidades de suelo del sistema FAO/Unesco.

(1) Andosols

El término "andosol" se origina de la palabra "ando" palabra japonesa que significa "tierra oscura". Este término define los suelos que se originan de rocas madres ricas en materiales vítreos volcánicos, y que tienen estrato superficial de color oscuro. En general es un suelo rico de alta capacidad de producción, pero dicha capacidad disminuye en lugares excesivamente húmedos. Los varios tipos de andosols que se mencionan a continuación tienen capacidades de producción decrecientes, según el orden ①, ②, ③ hacia abajo.

① Mollic Andosols (Tm)

Los mollic andosols son andosols que tienen horizonte A. El horizonte móllico A es un horizonte superficial de color oscuro, que posee grado de saturación básica igual o superior al 50% (pH igual o superior a 6 en el presente Estudio).

② Humic Andosols (Th)

Los humic andosols son andosols que tienen horizonte úmbrico A. El horizonte úmbrico A es similar al horizonte móllico A, pero tiene grado de saturación básica inferior al 50%.

③ Ocric Andosols (To)

Los ocric andosols tienen horizonte ócrico A y cámbico B. El horizonte ócrico A tiene un color de tierra claro, y es un estrato superficial con contenido de materiales orgánicos inferior al 1%. El horizonte cámbico B es un horizonte evolucionado resultante de la modificación de la roca madre, y está acompañado de la formación de estructura, separación de óxidos de hierro libres, formación de arcilla o pérdida de la estructura original de la roca madre.

(2) Cambisols

El término "cambisol" se origina del latín "Cambiare = cambiar", y es el suelo que presenta cambios en el color, en la estructura, y en la consistencia (friabilidad) debido a la erosión. Los humic cambisols que se mencionan a continuación tienen capacidad de producción variables de "alta" a "normal", a pesar de presentar valores que en general son ligeramente más bajos en comparación con los andosols. Los gleyic cambisols y los ferralic cambisols tienen capacidad de producción baja.

① Humic Cambisols (Bh)

Poseen horizonte úmbrico A, y su espesor es inferior a 25cm cuando no tienen horizonte cámbico B.

② Gleyic Cambisols (Bg)

Poseen características acuosas a profundidades de 50cm a 100cm debajo del horizonte superficial y no tienen estrato permafrost a profundidades de hasta 200cm del horizonte superficial.

③ Ferralic Cambisols (Bf)

Poseen horizonte ócrico A y horizonte cámbico B con propiedades ferralic (capacidad de cambio de iones positivos inferior a 24 me/100g).

(3) Gleysols

El término "gleysol" se origina de la palabra [gley = masa de tierra fangosa] del idioma ruso y es un suelo con predominancia de efectos acuosos. La capacidad de producción es baja.

① Mollic Gleysols (Gm)

Gley con horizonte móllico A o horizonte hístico H (horizonte H con gran espesor) de características eutric (alto grado de saturación de bases).

- ② **Humic Gleysols (Gh)**  
Gley que posee horizonte úmbrico A o horizonte hístico H con características distric (bajo grado de saturación de bases).
- (4) **Fluvisols**  
El termino Fluvisol se origina de la palabra latina [fluvius = río], y es un suelo de bajo grado de desarrollo que se ha formado de los sedimentos aluviales de las llanuras debido a inundaciones actuales. La capacidad de producción es baja.
- ① **Dystric Fluvisol (Jd)**  
Fluvisol a profundidades de 20cm a 50cm de la superficie, que posee grado de saturación de base inferior al 50%.
- (5) **Regosols**  
El termino "Regosol" se origina de la palabra Griega[rhegos = cobertura], y significa cobertura de materiales friables. La capacidad de producción es baja.
- ① **Dystric Regosols (Rd)**  
Regosol ubicado a profundidades de 20cm a 50cm de la superficie, que posee grado de saturación de bases inferior al 50%.
  - ② **Eutric Regosols (Re)**  
Los demás tipos de regosols.
- 4) **Condiciones de distribución de los suelos en cada área modelo**
- (1) **Area modelo del Río Tapias**  
El Cuadro 4-2-12 muestra las superficies por tipo de suelo que aparecen en el área modelo del Río Tapias.

Cuadro 4-2-12 Superficie por tipo de suelo del área modelo de Río Tapias

Sistema FAO/Unesco			
Capacidad de producción	Tipo de suelo	Superficie (há)	(%)
Alta	Tm	17	0.2
	Th	3,184	29.5
	To	0	0.0
	Subtotal	3,201	29.7
Alta a normal	Bh	7,546	70.1
	Subtotal	7,546	70.1
Ligeramente baja	Bg	0	0.0
	Subtotal	0	0.0
Baja	Gm	0	0.0
	Gh	6	0.1
	Jd	0	0.0
	RD	17	0.1
	RE	0	0.0
	Subtotal	23	0.2
Total		10,770	100.0

Las condiciones de localización de los suelos se caracterizan por la amplia distribución de humic andosols a altitudes superiores a aproximadamente 2,700m. Los humic cambisols ocupan las partes superiores de la montaña y se encuentran desde las crestas hasta las laderas. En las praderas que le siguen a las crestas principales de la Cordillera de los Andes se observa la distribución de mollic andosol. A lo largo de las laderas descendentes de pendiente suave a altitudes iguales o superiores a aproximadamente 3,500m se observa la distribución de humic gleysols en pequeñas superficies. En las tierras de pendientes escarpadas se distribuyen distric regosols y terrenos rocosos. En estas altitudes no se observa prácticamente ningún caso de suelos de características secas. Prácticamente la totalidad de los suelos existentes en las partes inferiores a 2,700m se componen de humic cambisols. Sin embargo, los suelos distric regosols pueden aparecer en las pendientes escarpadas.

En la mayoría de los casos la roca madre es de materiales volcánicos que se componen principalmente de piedra pómez y cenizas volcánicas. Rocas madre formadas de andesita, cuarzodiorita, etc., son también frecuentes.

Según los datos contenidos en el Cuadro 4-2-12, el suelo gleysol, que puede presentar problemas con relación a la reforestación, ocupa sólo el 0.2% del total. Los suelos con capacidad de producción "alta" ocupan el 29.7% del total, y los suelos con capacidad de producción "alta a normal" ocupan el 70.1%. Así, se puede decir que las condiciones de los suelos de este área modelo son bastante favorables. Cuando la reforestación, se deben tomar en consideración no sólo las condiciones del suelo sino también la adaptabilidad de las especies de árboles a los cambios de las condiciones climáticas debido a la altitud sobre el nivel del mar. En todo caso, se piensa que no haya problemas muy serios con relación a la elección de las especies a plantar.

(2) Área modelo de Manizales

El Cuadro 4-2-13 muestra las superficies por tipo de suelo en el área modelo de Manizales. Las características de distribución de los suelos son similares al área modelo del Río Tapias, o sea, en las amplias tierras de los cumbres de las montañas, con altitudes superiores a aproximadamente 2,700m, se distribuyen los humic andosols, principalmente en los páramos y en los pastos.

En las laderas descendentes de pendiente suave con altitudes iguales o superiores a aproximadamente 3,000m, se observa la distribución de humic gleysols. En las tierras escarpadas de pendientes iguales o superiores a 40° se distribuyen los humic cambisols, y en ciertas partes se observa también la existencia de distric regosols. En las partes inferiores a 2,700m los humic cambisols se distribuyen ampliamente y además se observa también la existencia de humic andosols o mollic andosols, principalmente en las crestas. En ciertas partes de los fondos de los valles con topografía plana se observa la existencia de gleyic cambisols.

En la mayoría de los casos la roca madre es de materiales volcánicos que se componen principalmente de piedra pómez y cenizas volcánicas. En ciertas partes se observa también la existencia de esquistos cristalinos en el subsuelo. La distribución de los suelos de este área modelo se caracteriza por la amplia distribución de materiales que tienen como roca madre materiales volcánicos de diferentes épocas de sedimentación, que resultan de actividades volcánicas que han tenido lugar de manera reiterada. En particular, en profundidades de aproximadamente 10cm hay frecuentes casos de suelos que contienen estratos intercalados que se componen de la mezcla de piedra pómez y ceniza volcánica.

En cuanto a la capacidad de producción de la tierra, el 54.2% de las tierras tienen capacidad de producción "alta" y el 44.2% "alta a normal", ya que hay amplia



distribución de suelos húmedos, principalmente en las áreas de pendientes suaves de las cumbres de las montañas en las partes superiores. Las tierras con altitudes que serán objeto de trabajos ordinarios de reforestación tienen capacidad de producción similares al área modelo del Río Tapias. Así, se piensa que no habrá ningún problema serio relativo a la reforestación.

Cuadro 4-2-13 Superficies por tipo de suelo del área modelo de Manizales

Sistema FAO/Unesco			
Capacidad de producción	Tipo de suelo	Superficie (há)	(%)
Alta	Tm	74	1.6
	Th	2,372	52.6
	To	0	0.0
	Subtotal	2,446	54.2
Alta a normal	Bh	1,992	44.2
	Subtotal	1,992	44.2
Ligeramente baja	Bg	11	0.2
	Subtotal	11	0.2
Baja	Gm	0	0.0
	Gh	17	0.4
	JD	0	0.0
	RD	46	1.0
	RE	0	0.0
	Subtotal	63	1.4
Total		4,512	100.0

(3) Área modelo de Pensilvania

El Cuadro 4-2-14 muestra la distribución de las superficies por tipo de suelo en el área modelo de Pensilvania. Las condiciones de distribución de los suelos se caracterizan por la existencia de mollic gleysols o humic gleysols y mollic andosols en las partes con altitudes superiores a aproximadamente 2,500m. Los gleysols se distribuyen desde las tierras escarpadas de las faldas de las montañas hasta las crestas, y por otro lado los humic andosols se distribuyen principalmente en las laderas de las montañas, indicando que este área forma un ambiente de humedad excepcionalmente alta. Los mollic andosols ocupan la mayoría de las superficies en las altitudes inferiores a 2,500m. La presencia de humic cambisols se observa sólo al oeste y al sur del área urbana de Pensilvania y en la parte oriental de la orilla izquierda del Río Pensilvania. En las partes inferiores de las faldas de las montañas en las orillas derecha e izquierda del Río Pensilvania se observa la distribución de ocric

andosols en pequeñas superficies. Los distric fluvisols se distribuyen en pequeñas superficies de las tierras escarpadas.

Cuadro 4-2-14 Superficies por tipo de suelo en el área modelo de Pensilvania

Sistema FAO/Unesco			
Capacidad de producción	Tipo de suelo	Superficie (há)	(%)
Alta	Tm	3,615	62.6
	Th	371	6.4
	To	46	0.8
	Subtotal	4,032	69.8
Alta a normal	Bh	933	16.2
	Subtotal	933	16.2
Ligeramente baja	Bg	0	0.0
	Subtotal	0	0.0
Baja	Gm	620	10.7
	Gh	93	1.6
	Jd	69	1.2
	RD	6	0.1
	RE	23	0.4
	Subtotal	811	14.0
Total		10,770	100.0

La roca madre se compone principalmente de materiales volcánicos que contienen pequeñas gravas de piedra pómez. Por otro lado, se observa también la presencia de esquistos cristalinos de manera independiente o mezclada.

En cuanto a las superficies de distribución de los varios tipos de suelo, el suelo gleysol, que se caracteriza por una baja capacidad de producción, ocupa el 13% del total. Prácticamente todos los tipos de suelo aparecen en las tierras cubiertas de bosques naturales, a altitudes iguales o superiores a 2,500m. Ya que las áreas objeto de los planes de reforestación están situadas a altitudes inferiores a aproximadamente 2,500m, que se caracterizan por la distribución de suelos con capacidad de producción "alta", se piensa que no habrá ningún problema serio relacionado con la elección de las especies de árboles a plantar, igual a las demás áreas modelo.

#### 4-2-4 Investigación de las tierras apropiadas para reforestación

Con el objetivo de identificar las tierras apropiadas para el establecimiento de bosques artificiales y obtener la previsión del crecimiento de los árboles que se necesita para la formulación del plan, las condiciones de crecimiento de los bosques artificiales han sido investigadas en las áreas modelo y en sus vecindades.

##### 1) Situación actual de la reforestación artificial

Los resultados de las investigaciones de campo y de las entrevistas, y la situación actual de la reforestación artificial se describen a continuación:

##### (1) Área modelo de Pensilvania

En el área modelo de Pensilvania hay aproximadamente 1,400 há de áreas reforestadas, que pertenecen principalmente a dos compañías, Pro-oriente S.A. y Maderas de Oriente S.A. La mayoría de las especies de árboles plantadas en las áreas reforestadas son *P. patula* y Ciprés. Además de las dos especies mencionadas, hay pequeñas áreas reforestadas con *Pinus oocarpa* (de ahora en adelante *P. oocarpa*) y Aliso.

Las áreas reforestadas se distribuyen a altitudes de 1,800m a 2,800m, más arriba de las zonas de los cafetales. La plantación ha sido llevada a cabo en las zonas de los pastos, y en realidad no hay ningún caso de reforestación inmediatamente después del desmonte de bosques. De estos bosques artificiales, los más antiguos tienen aproximadamente 20 años de edad, y hay masas forestales que están alcanzando la edad de corta.

Las principales especies de árboles, los ámbitos de plantación en la dirección vertical y las áreas de crecimiento satisfactorio de dichas áreas reforestadas se mencionan a continuación:

- *P. patula*:  
2,000m a 2,800m, faldas de las montañas y crestas (Superficies grandes)
- *P. oocarpa*:  
1,800m a 2,000m, faldas de las montañas (Superficies pequeñas)
- Ciprés:  
2,000m a 2,400m, a lo largo de valles y faldas de las montañas (Superficies grandes)
- Aliso:  
1,800m a 2,500m, faldas de las montañas (Superficies pequeñas)

De dichas especies, sólo el Aliso es nativo. La reforestación ha sido llevada a cabo de forma masiva y simultánea en todas las áreas en cuestión. Hay también casos aislados de plantación de algunos tipos de Eucaliptos. Sin embargo, los Eucaliptos no han sido tomados en consideración en el presente estudio, ya que las áreas son muy reducidas.

(2) Area modelo del Río Tapias y área modelo de Manizales

En el área modelo de Manizales hay aproximadamente 450 há de bosques artificiales de Aliso, y en el área modelo del Río Tapias hay aproximadamente 80 há de bosques artificiales de la misma especie de árbol. En las vecindades de la ciudad de Manizales hay aproximadamente 2,000 há de tierras reforestadas por la Compañía Forestal de Colombia S.A. y por Maderas y Celulosa S.A., y la mayoría de las especies plantadas son *P. patula* y Ciprés. Los ámbitos de distribución vertical y las tierras con crecimiento satisfactorio de dichas especies son iguales al caso del área modelo de Pensilvania.

(3) Resultados reales de reforestación fuera de las áreas modelo

Como se menciona más adelante en la sección de este informe relativa a la investigación del manejo forestal, las siguientes especies han sido plantadas en un área montañosa de 9,000 há, ubicada en los departamentos de Caldas y de Quindío, que está siendo administrada y operada por la Reforestadora Andina S.A. (Armenia).

- *P. patula*:  
Especie originaria de Africa del Sur, altitudes de 2,000m a 3,000m sobre el nivel del mar.
- *P. kesiya*:  
Especie originaria de Asia, altitudes de 1,400m a 2,200m sobre el nivel del mar.
- *P. maximinoi*:  
Especie originaria de Honduras, altitudes de 2,000m a 2,400m sobre el nivel del mar.
- *P. tecunumanii*:  
Especie originaria de Nicaragua, altitudes de 1,400m a 2,000m sobre el nivel del mar.
- *P. oocarpa*:  
Especie originaria de Guatemala, altitudes de 1,400m a 2,100m sobre el nivel del mar.
- *E. grandis*:

Especie originaria de las islas de los mares del sur, altitudes de 1,000m a 2,200m sobre el nivel del mar.

- *E. globulus*:

Especie originaria de las islas de los mares del sur, altitudes de 2,000m a 3,000m sobre el nivel del mar.

## 2) Crecimiento de los árboles plantados

Con el objetivo de comprender el proceso de crecimiento de los árboles plantados, se llevó a cabo el análisis del tronco de *P. patula* y del Ciprés.

### (1) Método de investigación

#### ① Elección de los árboles objeto de análisis del tronco

Parcelas de 0.01 há han sido demarcadas dentro de masas forestales antiguas con edad conocida, en lugares tales como las crestas, las faldas de las montañas, a lo largo de los valles, etc., que tienen distintas características topográficas locales. Y el árbol central de la altura del árbol calculada por la investigación por árbol, ha sido elegido como árbol estándar y se ha analizado el tronco. 4 *P. patula* y 3 Ciprés han sido elegidos.

#### ② Extracción de los discos

El árbol objeto de análisis del tronco ha sido cortado a una altura de 0.2m sobre la superficie de la tierra, y sus discos han sido extraídos a intervalos de 2 metros.

#### ③ Medición de los anillos anuales de los árboles

Los anillos anuales han sido medidos a intervalos de 1 año. Se trazaron las rectas en la dirección del diámetro máximo del disco en dirección perpendicular a este, y las mediciones se hicieron en 4 radios, en unidades de cm hasta el segundo decimal.

Ya que la diferencia anual de la temperatura en la región andina es de 1°C, los anillos anuales se deben a la diferencia de crecimiento en la estación lluviosa y en la estación seca. Hay ciertos detalles indistintos debido a la existencia de anillos anuales falsos y otros problemas. De todas formas, los anillos anuales coinciden con la edad del árbol en el disco situado 0.2m sobre la superficie de la tierra, y es posible interpretarlos.

(2) Proceso de crecimiento de los árboles objeto de análisis del tronco

El Cuadro 4-2-15 muestra los datos relativos al crecimiento de la altura y del DAP (diámetro a la altura del pecho) de cada edad de los árboles objeto del análisis del tronco. La Figura 4-2-3 es la representación esquemática de dicho datos.

(3) Previsión del crecimiento de los árboles

Con el objetivo de hacer la previsión del crecimiento de los árboles plantados, se obtuvo la fórmula de las curvas teóricas de crecimiento a través del procesamiento de los datos por medio de ordenadoras. Los datos utilizados se refieren a los valores medios del análisis del tronco de *P. patula* y del Ciprés. Ya que las condiciones de crecimiento de los árboles no permanecen constantes durante todo el período de crecimiento, no se puede expresar el proceso de crecimiento de manera rectilínea. Así, la fórmula de crecimiento es la fórmula matemática que expresa el proceso de crecimiento según cambios en las condiciones del mismo desde la etapa joven hasta la sobre madura. La curva de crecimiento ha sido adaptada a la curva de reacción de un numerado, a la curva logística, a la curva de reacción de Gompertz, a la curva del índice de rectificación, etc., y la curva con coeficiente de correlación más alto ha sido aplicada. La curva teórica de crecimiento del Cuadro 4-2- 16 ha sido obtenida como resultado.

Cuadro 4-2-15 Diámetro y altura por edad de los árboles objeto de análisis del tronco

No.	Especie de árbol	Topografía	cm	Edad del árbol (años)																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	Ciprés	Falda de la montaña	Diámetro	-	-	0.55	2.10	3.50	5.75	7.00	8.35	9.10	9.85	10.30	10.90	11.65	12.50	13.45	14.70	15.75	16.80	18.70	
			Altura	0.60	1.20	3.30	3.90	4.50	5.20	9.20	9.60	10.30	11.10	11.20	15.20	15.70	16.10	17.10	18.80	19.20	19.35	19.35	19.35
2	Ciprés	Cresta	Diámetro	-	0.80	1.80	3.60	5.40	6.60	8.00	9.40	10.80	12.00	13.20	14.20	15.20	16.20	17.40	18.00	18.80	19.40	-	-
			Altura	0.90	2.00	3.20	4.20	5.00	5.90	7.20	7.90	8.80	9.10	9.80	10.60	11.80	12.30	12.70	13.00	13.10	13.30	-	-
3	P. <i>Parula</i>	Valle	Diámetro	2.20	5.20	8.30	11.20	12.60	13.80	14.50	15.20	16.00	17.20	18.00	18.50	19.20	20.40	21.20	22.20	22.50	-	-	-
			Altura	0.40	1.20	2.20	4.00	5.00	6.60	8.80	11.00	12.00	14.00	15.20	16.40	17.40	18.20	19.20	20.00	20.60	-	-	-
4	P. <i>Parula</i>	Falda de la montaña	Diámetro	0.90	1.80	4.30	6.25	8.35	10.55	12.15	13.15	14.25	15.15	15.95	16.80	17.80	19.10	20.70	22.25	25.00	-	-	-
			Altura	1.00	0.30	4.20	7.80	10.40	11.60	12.60	13.80	14.20	15.00	15.50	17.70	18.80	19.60	21.80	22.20	22.50	-	-	-
5	P. <i>Parula</i>	Cresta	Diámetro	-	0.80	1.35	4.00	6.80	8.15	9.05	9.85	10.85	11.55	13.30	14.05	14.85	15.50	16.30	16.75	18.00	18.55	-	-
			Altura	0.70	1.30	3.60	4.20	7.00	9.60	12.10	14.30	17.40	17.70	18.70	19.30	19.80	20.60	21.30	21.80	22.70	22.70	-	-
6	Ciprés	Valle	Diámetro	-	-	0.50	1.60	2.50	3.45	5.45	6.30	7.05	8.00	9.10	10.65	12.30	13.30	13.90	15.65	16.25	17.20	17.80	17.80
			Altura	1.80	2.60	5.20	7.50	8.40	9.30	12.70	14.10	14.70	16.00	17.40	17.60	17.70	18.30	18.70	19.40	19.70	20.30	20.30	20.30
7	P. <i>Parula</i>	Cresta	Diámetro	-	-	2.15	4.10	5.20	6.30	7.80	8.95	9.80	11.25	12.10	13.15	14.20	15.15	16.15	17.45	18.10	19.55	-	-
			Altura	-	-	4.20	8.30	9.60	11.40	12.20	13.00	13.30	13.70	14.90	15.70	16.30	17.20	18.00	18.50	19.50	21.20	21.20	-
Media (Ciprés)			Diámetro	-	-	0.95	2.43	3.80	5.26	6.81	8.01	8.98	9.95	10.86	11.91	13.05	14.00	14.91	16.11	16.93	17.80	-	-
Media (P. <i>Parula</i> )			Altura	-	-	3.90	5.20	5.96	6.80	9.70	10.53	11.20	12.06	12.80	14.46	15.06	15.56	16.16	17.60	17.33	17.65	-	-
			Diámetro	-	-	4.02	6.38	8.23	9.70	10.87	11.78	12.72	13.78	14.83	15.67	16.51	17.53	18.58	19.66	20.90	-	-	-
			Altura	-	-	3.55	6.07	8.00	9.80	11.42	13.02	14.22	15.10	16.07	17.27	18.07	18.90	20.10	20.62	21.32	-	-	-

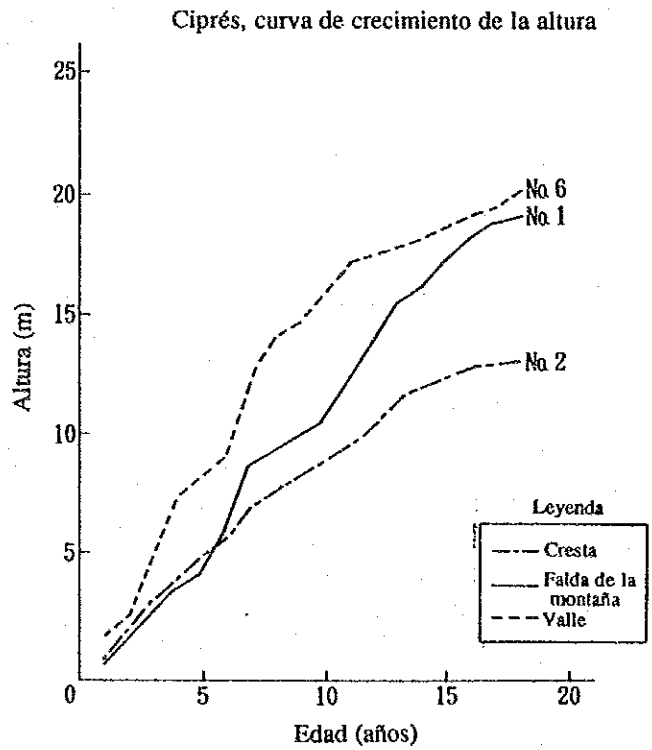
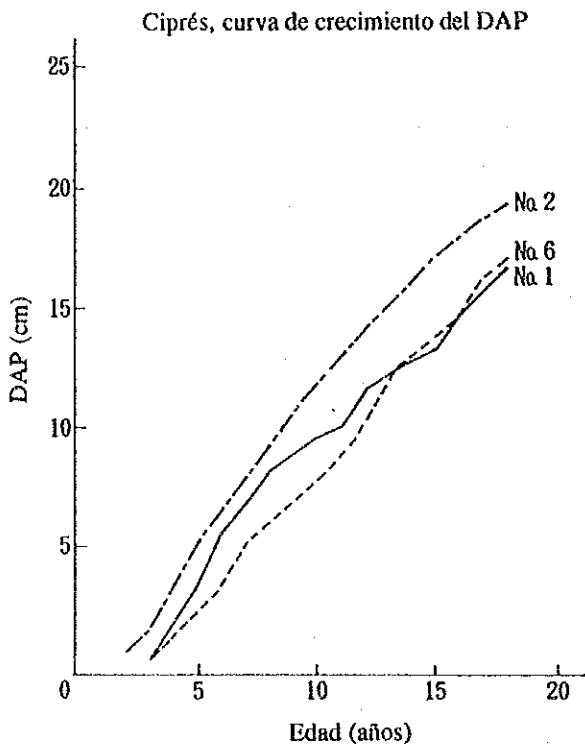
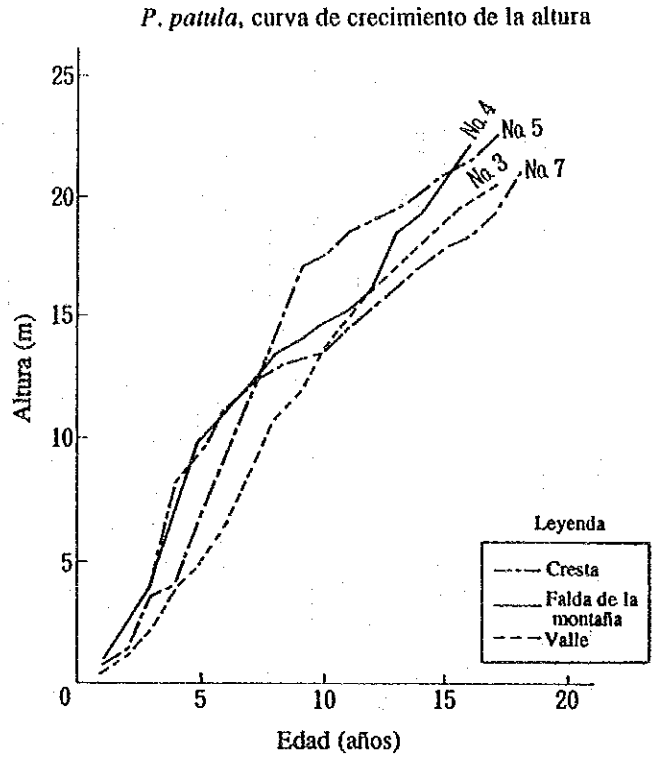
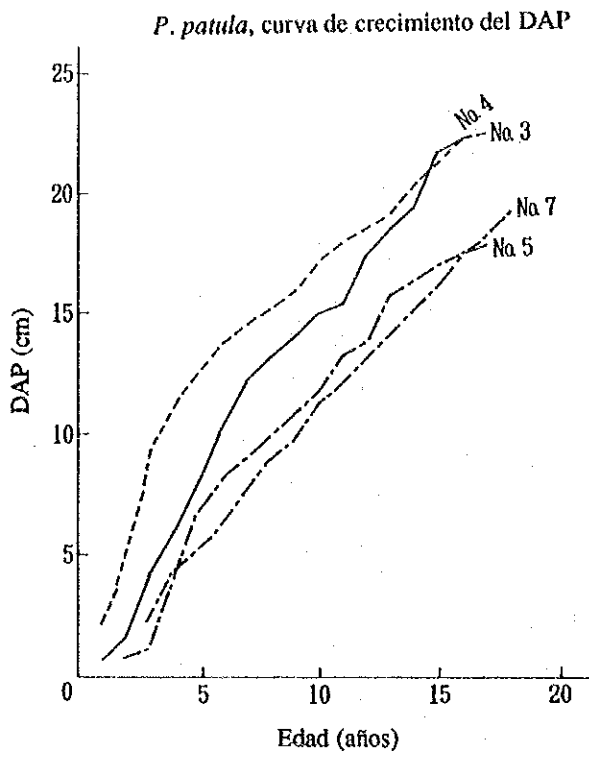


Figura 4-2-3 Curvas de crecimiento de los árboles objeto de análisis del tronco (*P. patula*, Ciprés)



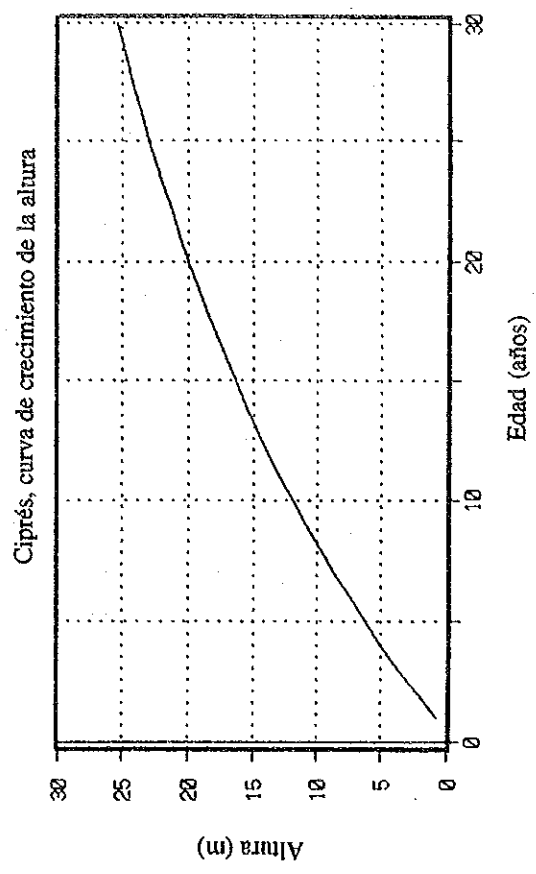
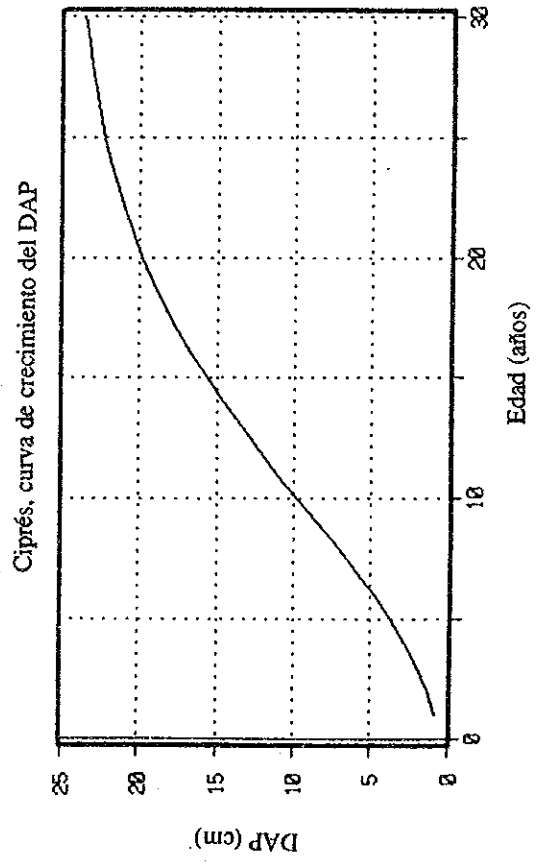
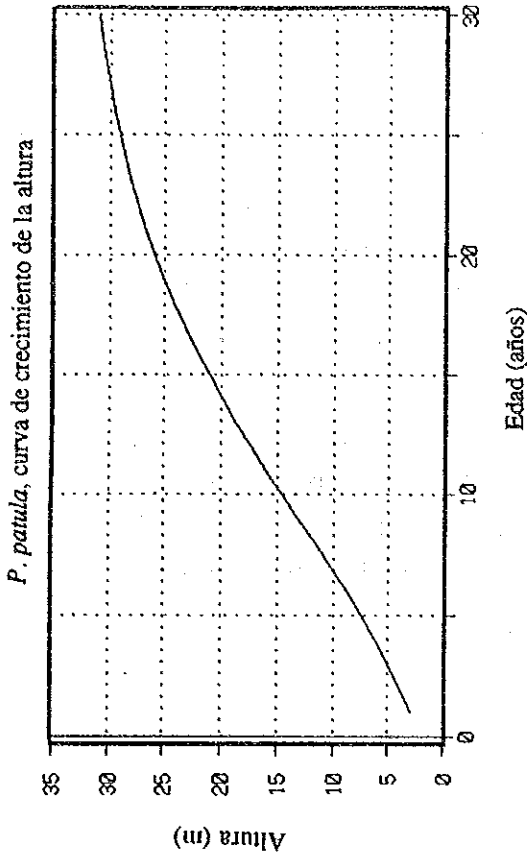
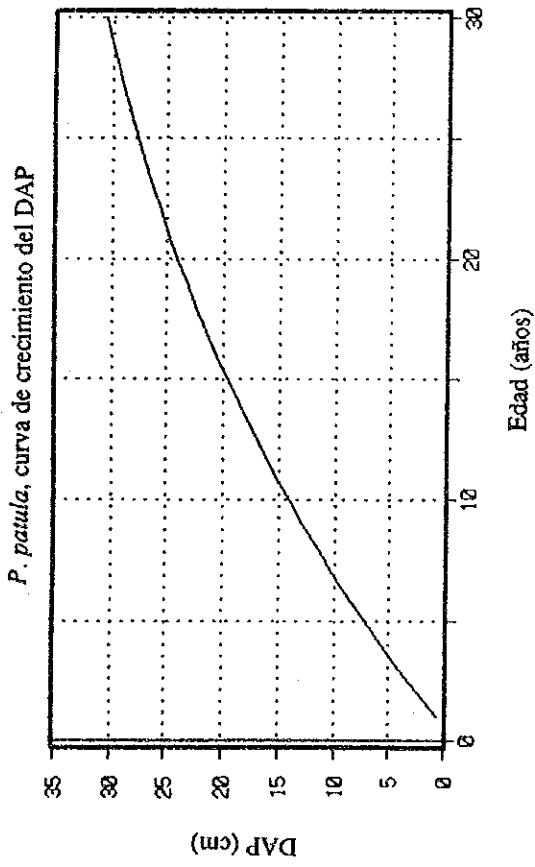


Figura 4-2-4 Curva teórica de crecimiento

Cuadro 4-2-16 Fórmulas de las curvas teóricas del crecimiento

Especie de árbol	Fórmula de las curvas teóricas del crecimiento		
<i>P. patula</i>	Diámetro	$D=42.6944-35.4238 \times 0.8068^{((T-5)/5)}$	D: Diámetro a la altura del pecho
	Altura	$H=33.6046 \times e^{(-2.7081 \times e^{(-0.1175 \times T)})}$	H: Altura del árbol
Ciprés	Diámetro	$D=24.7686 \times e^{(-3.9100 \times e^{(-0.1432 \times T)})}$	T: Edad del árbol
	Altura	$H=35.3150 \times (1 - e^{(0.0197 - 0.0429 \times T)})$	e: Base del logaritmo natural

La Figura 4-2-4 es la representación esquemática de las curvas teóricas de crecimiento que se calcularon según las fórmulas de las curvas teóricas de crecimiento. El Cuadro 4-2-17 muestra los resultados de previsión del crecimiento futuro, obtenido a través de la aplicación del cuadro de volúmenes de los árboles individuales usado en la investigación de los recursos forestales.

Cuadro 4-2-17 Previsión del crecimiento futuro de los árboles plantados

Edad (años)	Previsión del crecimiento de <i>P. panula</i>				Previsión del crecimiento del Ciprés			
	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )
10	14.11	14.56	6.56	0.07	9.74	11.86	5.86	0.02
11	15.32	15.98	7.98	0.10	11.03	12.85	6.85	0.03
12	16.47	17.35	9.35	0.13	12.28	13.79	7.79	0.05
13	17.57	18.67	10.67	0.16	13.49	14.69	8.69	0.06
14	18.62	19.92	11.92	0.20	14.63	15.56	9.56	0.08
15	19.64	21.11	13.11	0.25	15.69	16.39	10.39	0.10
16	20.61	22.23	14.23	0.29	16.68	17.18	11.18	0.12
17	21.53	23.27	15.27	0.34	17.58	17.95	11.95	0.15
18	22.42	24.24	16.24	0.40	18.40	18.68	12.68	0.17
19	23.27	25.13	17.13	0.45	19.15	19.37	13.37	0.19
20	24.09	25.96	17.96	0.50	19.82	20.04	14.04	0.22
21	24.87	26.71	18.71	0.56	20.42	20.68	14.68	0.24
22	25.62	27.40	19.40	0.61	20.95	21.30	15.30	0.27
23	26.34	28.03	20.03	0.67	21.42	21.89	15.89	0.29
24	27.03	28.60	20.60	0.72	21.84	22.45	16.45	0.31
25	27.69	29.11	21.11	0.78	22.21	22.99	16.99	0.33
26	28.32	29.28	21.58	0.83	22.54	23.51	17.51	0.35
27	28.92	30.00	22.00	0.88	22.82	24.00	18.00	0.37
28	29.50	30.38	22.38	0.93	23.07	24.48	18.48	0.39
29	30.05	30.72	22.72	0.98	23.29	24.93	18.93	0.41
30	30.58	31.03	23.03	1.03	23.48	25.37	19.37	0.42

### 3) Conclusión

La manera de pensar para la elección de las tierras adecuadas para la reforestación, a partir de los resultados de la investigación, se menciona a continuación. Las tierras adecuadas para la reforestación dependen de las especies de árboles a plantar. De todos modos, los factores más importantes que ejercen influencia sobre el crecimiento de los árboles son la temperatura, el suelo, la topografía, etc. De dichos factores, la temperatura ejerce influencia predominante en el área. Ya que en cuestión la altitud determina la temperatura, y de una manera general se debe elegir las tierras apropiadas para cada especie a plantar según la altitud, y en seguida se deben tomar en consideración los demás factores, tales como el suelo y la topografía.

En vista de los resultados reales de la reforestación obtenidos hasta ahora, la altitud de 3,000m será una línea divisoria importante. Los suelos se deben clasificar en suelos secos y suelos húmedos. La topografía se debe clasificar en la parte superior de pendiente, parte media de pendiente y parte inferior de pendiente. La elección de cada especie de árbol a plantar se debe hacer según la combinación de los factores anteriores.

### 4-3 Estudio del Plan de Manejo Forestal

#### 4-3-1 Estudio de de la conservación forestal

Con el objetivo de obtener los datos e informaciones necesarias para formular los criterios para la conservación forestal, se ha llevado a cabo el estudio relativo a la situación actual de la misma dentro del área intensiva.

#### 1) Método de estudio

En el presente Estudio han sido examinados los aspectos siguientes relativos a las funciones de interés público, tales como el mantenimiento del ambiente natural, prevención de desastre natural, conservación de agua, etc., tomando en consideración las condiciones naturales dentro del área intensiva, las condiciones reales de uso de la tierra y otros factores afines.

- (1) Condiciones de crecimiento de los bosques en las tierras de grandes altitudes
- (2) Existencia de flora y fauna importantes desde el punto de vista ecológico
- (3) Bosques para fines recreacionales, culturales y educacionales
- (4) Lugares con peligro de devastación de acuerdo a las condiciones topográficas y geológicas.

- (5) Areas de fuentes de agua importantes
- (6) Reglamentaciones aplicables al área intensiva

2) Resultados de los estudios

(1) Condiciones de crecimiento de los bosques en las tierras de grandes altitudes

① Condiciones de crecimiento de los árboles plantados

Las condiciones de crecimiento de los árboles plantados en las 3 fincas de plantación experimental de grandes altitudes poseídas por CONIF han sido estudiadas. Parcelas experimentales de 12.5m x 12.5m han sido demarcadas en cada finca respectiva, y árboles de varias especies han sido plantados con una densidad de 2.5m x 2.5m, con el objetivo de examinar la adaptabilidad de latifoliadas y de las coníferas en la zona de los páramos. El Cuadro 4-3-1 muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 4-3-1 Estudio de las condiciones de crecimiento de los árboles plantados en tierras de grandes altitudes

Lugar	Altitud	Topografía	Características principales de crecimiento
La Esperanza	3,260m	Cresta pequeña	<i>Acacia decurrens</i> y <i>Acacia melanoxylon</i> presentan condiciones de crecimiento buenas, <i>Pinus radiata</i> con condiciones óptimas y <i>Pinus patula</i> con condiciones buenas.
Finca Martinica	3,540m	Valles poco profundos	Véase el Cuadro 4-3-2.
La Herradura	3,800m	Depresiones en las faldas de las montañas	Tasa de crecimiento de la altura : <i>P. radiata</i> 38cm/año, <i>P. patula</i> 28 cm/año

**Cuadro 4-3-2 Condiciones de crecimiento en la Finca Martinica del área modelo de Manizales**

Coníferas : 7 años de edad, densidad de plantación de 2.5m x 2.5m, declividad 28°, altitud 3,540m

Especie	Altura		Diámetro basal (cm)		DAP (cm)	
	Grande	Pequeña, media	Grande	Pequeña	Grande	Pequeña
<i>P. patula</i>	3	2	10.5	6	6	2.5
<i>P. pseudostrobus</i>	2.8	2.1	11	7	5	3.5
<i>P. taeda</i>	3.1	1.45	10	4	4	-
Ciprés	4.2	1.9	9.5	5.0	5.5	2.0
<i>P. kesiya</i>	2.8	1.4	8.5	7	4	-
<i>P. ellioti</i>	2.3	0.9	5	3	3	-
<i>P. radiata</i>	5.6	1.5	18	3	13	-
<i>P. pinaster</i>	3.5	1.2	8	2.5	4.5	-

Eucalipto: 6 años de edad, Densidad de plantación 2.5 x 2.5m, Declividad 32°, 35 especies, 50 bloques

Especie	Altura		Diámetro basal (cm)		DAP (cm)	
	Grande	Pequeña	Grande	Pequeña	Grande	Pequeña
<i>E. globulus</i>	9	5.5	17	9	12	7
<i>E. deanei</i>	3.2	2.2	10	7	6	4
<i>E. regnans</i>	5.6	-	13	-	10	-
<i>E. viminalis</i>	5.4	-	14	-	11	-

② Distribución de bosques en tierras de grandes altitudes

Las características generales de distribución de bosques por altitud dentro del área intensiva se describen a continuación:

- Bosques naturales (incluso bosques secundarios)

El crecimiento es normal a altitudes de 1,200m a 3,200m, y se observa el enanismo a partir de 3,200m. Sin embargo, en las vecindades de las crestas y de las cumbres de las montañas se observa el enanismo a partir de 2,800m, y a partir de aproximadamente 3,200m los bosques se convierten en praderas.

- Bosques artificiales (excepto bosques experimentales)

Los bosques artificiales se distribuyen a altitudes de 1,200m a 2,900m.

③ Manejo de bosques en tierras de grandes altitudes

Los resultados de los estudios ejecutados en las plantaciones experimentales indican que si bien no se puede esperar un crecimiento igual a los terrenos llanos, *P. radiata* y algunas especies de eucaliptos presentan posibilidad de crecimiento, incluso en tierras con altitudes de 3,800m. En vista de eso, se piensa que la plantación artificial sea posible hasta la vecindad de 3,800 m de altitud, con tal que se eviten las crestas, y a medida que no haya error en la elección de las especies de árboles a plantar. Por lo tanto, se puede decir que cuando el ecosistema forestal se perturba por medios artificiales, su rehabilitación será difícil a altitudes superiores a 3,800 m.

(2) Areas con distribución de flora y fauna ecológicamente importantes

① Fauna

Han sido llevadas a cabo entrevistas con los agricultores locales, con la finalidad de verificar qué tipos de animales viven en las 3 áreas modelo. Los resultados obtenidos se indican en el Anexo No. 9. Se ha verificado que hay 2 especies que se consideran Especies Raras (I) y 7 especies que se consideran Especies Importantes (II) en la Convención de Washington. El Cuadro 4-3-3 indica los detalles de dichas especies. Sin embargo, no se puede menos preciar la posibilidad de existencia de especies raras y especies importantes que hayan escapado del presente estudio.

Cuadro 4-3-3 Especies raras y especies importantes comprendidas en la Convención de Washington

Categoría	Clasificación	Nombre científico	Nombre local
Especies raras	Aves	<i>Trochilidos sp.</i>	Chupaflor
	"	<i>Ara sp.</i>	Guacamayo
Especies importantes	Mamíferos	<i>Felis tigrina</i>	Tigrillo
	"	<i>Aotus trivirgatus</i>	Marteja
	Aves	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán
	"	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguila
	"	<i>Forpus passerinus</i>	Perico
	"	<i>Falco sparverius</i>	Aguililla
	"	<i>Amazona ochrocephala</i>	Lora

② Flora

Como resultado de los estudios relativos a las plantas leñosas raras e importantes, han sido identificadas 4 especies raras y 7 especies importantes. El cuadro 4-3-4 muestra los detalles de dichas especies. En cuanto a las plantas herbáceas raras, ha sido verificada la existencia de *Passiflora spp.*

Cuadro 4-3-4 Especies raras e importantes de la flora

Categoría	Familia	Nombre científico	Nombre local
Plantas leñosas raras	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>	Encenillo
	Cyatheaceae	<i>Cyathea arborea</i>	Helecho arbóreo
	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima sp.</i>	Drago, Candelo
	Lauraceae	<i>Aniba pertilis</i>	Laurel comino
Planta herbácea rara	Passifloraceae	<i>Passiflora spp.</i>	—
Plantas leñosas importantes	Escalloniaceae	<i>Escallonia mirtiflora</i>	Chilco colorado
	Fagaceae	<i>Qeuncus sp.</i>	Roble
	Hippocastanaceae	<i>Billa colombiana</i>	Manzano de monte
	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Cedro negro, Nogal
	Lauraceae	<i>Nectandra spp.</i>	Laurel
	Mimosaseae	<i>Inga sp.</i>	Cedro macho
	Moraceae	<i>Morus insigne</i>	Lechero
	Myrtaseae	<i>Mircia popayanesis</i>	Arrayana
Palmae	<i>Ceroxilum quinduensis</i>	Palma de cera	

③ Distribución de las especies importantes

Como se puede notar, dentro del área intensiva hay varias especies de la flora y de la fauna que son raras y/o importantes desde el punto de vista ecológico. No obstante, es difícil hacer una demarcación del territorios y habitat de cada especie, puesto que no aparecen de manera concentrada en lugares específicos.

(3) Bosques con funciones recreativas, culturales y educativas

Entrevistas relativas al asunto han sido llevadas a cabo con las autoridades de las ciudades relaciondas con las áreas modelo. Los resultados de dichas entrevistas indican que de momento no hay bosques que estén siendo usados para las finalidades mencionadas. Manizales es una gran ciudad regional con más de 350 mil habitantes, y los resultados de los estudios realizados indican que el proporcionar un bosque con funciones recreativas, culturales, educacionales, etc., para los habitantes locales es un asunto de importancia primordial, no sólo desde el punto de vista de la administración



regional, como también del mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes locales. En los últimos años las autoridades municipales se han dado cuenta de la importancia del asunto, y han formulado un plan para criar un parque forestal de pequeña superficie en el distrito de Monte León.

Los estudios ejecutados indican que en todas áreas modelo las vecindades de las cumbres de la Cordillera Central ofrecen vistas excelentes, pero lamentablemente las condiciones de acceso son infavorables. Por otro lado la parte inferior del área modelo de Manizales está ubicada a una distancia de 30 minutos en auto del área urbana de Manizales, y se puede tener una vista panorámica de la ciudad de Manizales desde las zonas boscosas. Así, se puede decir que el área modelo de Manizales tiene las condiciones ideales para criar un parque forestal.

- (4) Lugares con peligro de devastación, debido a condiciones topográficas y geológicas. Estudios de campo en los sitios de las áreas modelo con peligro de devastación en vista de las condiciones topográficas y geológicas han sido ejecutados. Las áreas que contienen los factores que se mencionan a continuación han sido identificados como lugares con peligro de devastación.

Cuadro 4-3-5 Lugares con peligro de devastación debido a las condiciones topográficas y geológicas

Lugares con peligro de devastación	Descripción
Terrenos con declividad igual o superior a 45 grados	El peligro de devastación se pone muy alto cuando se transforman terrenos con declividad igual o superior a 45 grados en tierras desnudas o en pastos.
Manantiales de los ríos	En ciertos lugares hay formación de torrentes a partir de las vecindades de los manantiales de los ríos. El peligro de formación de torrentes aumenta cuando se transforman dichas áreas en tierras desnudas y en pastos.
Terrenos entre 50 y 100 m de las orillas de los ríos	Hay lugares erosionados en las orillas de los ríos, con casos de movimiento de tierra en las aguas fluviales. El peligro de erosión de las orillas de los valles se incrementa cuando se transforman las áreas ubicadas entre 50 y 100 metros de las orillas de los ríos en tierras desnudas y en pastos.
Terrenos entre 50 y 100 m de las vecindades de derrumbamientos	El peligro de agrandamiento extensiones entre 50 y 100 metros del derrumbe aumenta cuando se dejan los focos de derrumbamiento sin tomar ninguna contramedida adecuada.

(5) Areas de manantiales importantes

Las áreas donde se requiere la función de conservación de agua debido a su localización corresponden a esta categoría. La totalidad del área modelo de Manizales pertenece a la categoría de bosque de conservación de agua de la Ciudad de Manizales. Ya que el área modelo de Pensilvania tiene manantiales inmediatamente arriba del área urbana de Pensilvania, se debe considerar un área de manantiales importantes y manejarla de manera adecuada. En el área modelo del Río Tapias, la Quebrada Negra desempeña la función de manantial de la Ciudad de Neira y por lo tanto se debe manejar de manera apropiada.

(6) Reglamentaciones aplicables a las áreas intensivas

En Colombia las reglamentaciones establecidas por la Ley No.23 de 1973 y por el Decreto No.2811 de 1974 se aplican a los recursos naturales renovables y medio ambiente. Sin embargo, actualmente los bosques ubicados dentro del área intensiva no son objeto de dichas reglamentaciones.

Cuadro 4-3-6 Situación actual de las reglamentaciones aplicables al área forestal (Decreto No. 2811 de 1974)

Artículo	Descripción
Artículo 200	Las medidas para proteger la flora silvestre
Artículo 234	Bosques nacionales (La totalidad de los bosques de conservación estipulados en el Artículo 2 del Capítulo II del Decreto No.877 de 1976)
Artículo 255	Reserva de caza
Artículo 256	Coto de caza
Artículo 257	Veda de caza (Prohibición temporal de cazar individuos de determinada especie en una región especies específicas)
Artículo 209	Baldíos de las áreas de reserva forestal (Aunque relacionado con el Artículo 234, en realidad se aplica sólo a los bosques nacionales, debido a la estipulación del Decreto No.877.)
Artículo 202	Áreas forestales. (Relacionado con el Artículo 234 y el Decreto No.877. Igual a las estipulaciones del Artículo No.203: Área forestal productora, Artículo 204: Área forestal protectora, Artículo 205: Área forestal protectora- productora)
Artículo 324	Distritos de conservación del suelos
Artículo 329	Parques nacionales, reservas naturales, santuarios de la fauna, áreas naturales únicas, santuarios de la flora, vía parque.

### 3) Resumen

Como se mencionó anteriormente, hay varios tipos de bosques que se deben proteger dentro del área intensiva. Y se puede decir que el aprovechamiento del actual bosque natural ha pasado de los límites en vista de las condiciones topográficas y geológicas. Así, en el Plan Modelo - Guía será necesario mantener los bosques naturales existentes en la forma que están y tomar medidas positivas de reforestación en las áreas desarboladas que se deben conservar.

#### 4-3-2 Estudios para mejoramiento de la fisonomía forestal

Estos estudios han sido ejecutados con el objetivo de obtener los datos y las informaciones necesarias para establecer los criterios para el mejoramiento de la fisonomía forestal. El mejoramiento de la fisonomía forestal tiene la finalidad de sanear los bosques con mala calidad, para que los bosques en cuestión puedan desempeñar plenamente sus funciones de beneficio público, particularmente las funciones de conservación de agua y suelo.

##### 1) Método de estudio

De una manera general, las causas que hacen empeorar la fisonomía de los bosques naturales se pueden clasificar en causas naturales y causas artificiales. Las causas naturales se componen de daños meteorológicos (daños eólicos, inundaciones), daños biológicos (enfermedades, plagas, animales nocivos). Por otro lado, las causas humanas se componen de actividad de explotación, incendios, etc. El Cuadro 4-3-7 presenta los factores que causan la deterioración de los bosques naturales y artificiales del área intensiva y sus efectos. Los estudios han sido llevados a cabo en las masas forestales que presentan deterioración de la fisonomía forestal, tomando en consideración dichos factores.

Cuadro 4-3-7 Matriz de las causas de deterioración de la fisonomía forestal

Causa  Fenómeno		Daños naturales					Daños artificiales			
		Daños meteorológicos		Daños biológicos			Indirectos		Directos	
		Viento	Agua	Enfermedades	Plagas	Animales	Especies de árboles inadecuadas	Cuidados insuficientes	Explotación	Accidentes
A. Rarefacción	Aniquilación total	Δ	Δ	Δ	Δ		●	Δ	Δ	Δ
	Bosque disperso	Δ	Δ	Δ	Δ		●	Δ	Δ	Δ
	Blancos concentrados	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ		Δ	Δ	Δ
	Blancos linealmente distribuidos	Δ	Δ			Δ		Δ	Δ	Δ
B. Apiñamiento	Densidad excesiva							Δ	○	○
C. Crecimiento inadecuado	La altura, el DAP, la copa, la forma del árbol, etc., son inadecuados en comparación con el crecimiento que tiene lugar en cuestión	Δ		Δ	Δ	Δ	●	Δ		

Nota:

1. Aunque hayan varios factores incluidos en este fenómeno, se ha adoptado un modelo sencillo en este estudio.
2. En la mayoría de los casos el fenómeno de deterioración es resultado de la combinación de los factores A, B, C.
3. Puesto que los fenómenos se interpretan en unidades de fisonomía forestal, el objeto del estudio se compone de fenómenos que se observan de manera frecuente en la totalidad del distrito forestal examinado.
4. En el cuadro, los círculos blancos (○) indican bosques naturales, los círculos negros (●) indican bosques artificiales, y los triángulos (Δ) indican coexistencia de bosques naturales y artificiales.

## 2) Resultados de los estudios

En los bosques naturales se observan las tendencias de enanismo y de derrumbamientos de tierra a medida que aumenta de la altitud. Sin embargo, no se observa la tendencia de deterioración de la fisonomía forestal que se menciona en el Cuadro 4-3-7.

En cuanto a los bosques artificiales, han sido llevado a cabo estudios en las masas forestales que presentan deterioración de la fisonomía forestal como se indica en el Cuadro 4-3-8.

Cuadro 4-3-8

## Resultados del estudio relativo a las masas forestales de los bosques artificiales con deterioración de la fisonomía forestal

Lugar	Descripción
Pensilvania	Plantación de <i>P. patula</i> donde hay reducción de la cantidad de hojas debido a la proliferación anormal de <i>Cyphocrania aestuans</i> (caballo de palo). En ciertas masas forestales hay árboles muertos.
Pensilvania	Plantación de <i>P. patula</i> y ciprés donde hay apiñamiento debido a la tardanza en la entresaca.
Pensilvania	Plantación de Ciprés infestadas de bacterias putrefactantes. El grado de los daños es variable desde algún porcentaje de los árboles hasta masas forestales totalmente aniquiladas. El aprovechamiento de los árboles dañados es impracticable.
Pensilvania	Plantación de Ciprés con fractura del fuste debido al viento. Tasa de daño de aproximadamente 30%.

## 3) Resumen

## (1) Bosques naturales

Excepto alta presencia de pendiente pronunciada, las condiciones naturales del área intensiva son favorables para la formación de bosques, puesto que la temperatura es de 6°C a 20°C, la precipitación anual es de 1,600mm a 4,000mm, la intensidad de lluvia es baja, además no hay tifones ni huracanes: el área en cuestión pertenece a la zona tropical de presión baja. Así, incluso cuando haya deterioración de la fisonomía forestal debido a desastre natural, el bosque en cuestión podrá recuperarse gracias a la vigorosa capacidad de restauración natural.

En cuanto a la influencia humana, se considera que los bosques naturales de este área son bosques secundarios, resultantes de la corta de los árboles aprovechables. Si bien las especies de árboles componentes y otras características del bosque pueden haber sufrido ciertos cambios debido a dicha intervención humana, la capacidad de recuperación del bosque es bastante grande, y en la mayoría de los casos ya se presenta múltiple estrato. Así, no se puede decir que la intervención humana haya causado la deterioración de las funciones de beneficio público del bosque, fuera de la función de producción maderera.

En el área, la corta de los bosques ejecutada históricamente para fines agropecuarios ha causado la erosión del suelo y otros problemas. La recuperación de estas áreas tiene una prioridad más alta que la de la tarea de mejoramiento fisonómico de bosques naturales, puesto que dichas áreas han sido transformadas en terrenos desarbolados tales como campo ganadero, etc.

(2) Bosques artificiales

Los daños causados por un insecto del orden Phasmidae en plantación de *P. patula* aparecen en forma tal que, a simple vista, los árboles parecen estar muertos. La mayoría de los daños se presentan en las tierras secas con forma de crestas. Los daños causados por dicho insecto han aparecido de forma notable en los 2 últimos años. Según estudios ejecutados por compañías forestales locales, se determinó que la causa principal del problema es la falta de cuidados silviculturales. La plantación de *P. patuna* sin cuidado, con aproximadamente 20 años de edad con las copas muy densas, se convierte en un habitat ideal para esta plaga que tiene preferencia especial por los lugares oscuros y se alimentan por las hojas de los pinos, y se piensa que por eso la plaga ha proliferado en forma masiva. Después de la proliferación, la compañía forestal ha tomado varias medidas tales como la pulverización de productos químicos, la captura del insecto por medio de cintas adhesivas, la ejecución de la entresaca, etc., y se ha verificado que la entresaca es el método más efectivo para eliminación de la plaga. Puesto que las masas forestales infestadas tenían las copas muy densas y baja intensidad luminosa, el número de la plaga se ha reducido de manera notable y las hojas se han recuperado cuando intensidad luminosa ha sido recuperada a través de la entresaca. Por consiguiente, se piensa que a través de la ejecución oportuna de las actividades de cuidados silviculturales, tales como la entresaca y la corta del saneamiento, será posible evitar la deterioración de la fisonomía forestal debido a la proliferación de esta plaga.

En cuanto al Ciprés, se observa la deterioración de la fisonomía forestal, causada por la bacteria putrificante (chancro) en las masas forestales de edad aproximadamente de 18 años en la cuenca derecha del Río Pensilvania. El grado de los daños es variable, desde un 10 % de los árboles plantados hasta la aniquilación total de ciertas masas forestales, pero las áreas afectadas son relativamente pequeñas. Puesto que no se pueden aprovechar los fustes infestados de la bacteria putrificante, la compañía forestal está cortando y quemando los árboles con daños para evitar la propagación del problema. La bacteria putrificante no ha sido identificada, y no se conocen las causas de su proliferación. Sin embargo, por lo que este tipo de daño es frecuente en lugares relativamente húmedos, de topografías con forma de valle se supone que la falta de cuidados adecuados después de la reforestación este íntimamente relacionada con el problema. En otras palabras, el Ciprés se planta en suelos fértiles y profundos con humedad relativamente alta. En las masas forestales que han crecido sin cuidado adecuado, en dichos lugares las copas se ponen muy densas, y la intensidad luminosa baja, resultando en condiciones apropiadas para proliferación de la bacteria putrificante. Así, se piensa que haya tenido lugar la multiplicación de la bacteria

putrificante. No obstante, se debe tener presente que no se observa este tipo de daño en las masas forestales de Ciprés aunque de la misma edad y con la misma fisonomía forestal, cuando hay bosques naturales en los alrededores, o la plantación de pequeña superficie o ubicada en las crestas con buenas condiciones de ventilación.

Además, aunque en áreas reducidas, hay también masas forestales con árboles fracturados debido al viento. Se piensa que el problema ha sido causado por el raleo excesivo ejecutado de una sola vez, aunque no haya registro de datos detallados sobre el asunto.

Así, se puede decir que la causa principal de la deterioración de la fisonomía forestal en los bosques artificiales es la falta de cuidados silviculturales oportunos.

Se piensa que será posible evitar la deterioración de la fisonomía forestal a través de la ejecución de trabajos forestales adecuados de acuerdo a la condición de tierras respectivas. En vista de esto se decidió formar un criterio del método para mejorar la fisonomía forestal deteriorada en base a la matriz mencionada en el Cuadro 4-3-7.

#### 4-3-3 Estudio de las tierras devastadas

Con el objetivo de obtener los datos y las informaciones básicas necesarias para formular los criterios para rehabilitación de las tierras devastadas, se ha llevado a cabo este Estudio. El método de estudio consiste en hacer la fotointerpretación y la confirmación del campo de las condiciones de las tierras devastadas existentes dentro de las áreas modelo. Los resultados del estudio se describen a continuación:

##### 1) Situación general de las tierras devastadas

A través de la fotointerpretación se pueden identificar tierras devastadas con tamaño igual o superior a 40m<sup>2</sup>. Las formas de devastación natural se clasifican en tres tipos, o sea las torrentes (derrumbamientos con erosión de tipo longitudinal), la erosión de las orillas de los valles (derrumbamientos con erosión de tipo transversal) y los derrumbamientos de las faldas de montañas (derrumbamientos con despliegue del estrato superficial).

De una manera general, en las áreas objeto del presente estudio la escala y la frecuencia de la devastación de la tierra son extremadamente pequeñas a pesar de la topografía escarpada, presentando características relativamente estables.

Según el "Mapa de Erosión y Devastación" de "Suelos y Bosques de Colombia" (1988) publicado por el IGAC, "no hay" devastaciones en las partes superiores de la Cordillera Central, donde está ubicada el área intensiva, y por otro lado las devastaciones son "ligeras" o de "grado medio" en la mitad de las laderas de las montañas. Así, se puede decir que el área en cuestión se compone de tierras con poca erosión dentro de Colombia en total.

Un estudio de la evolución cronológica de la devastación en los mismos lugares dentro de un período de 2 años fué llevado a cabo entre 1989 y 1991. Los resultados de dicho estudio indican que no hay expansión ni otros cambios en los focos de devastación natural tales como los torrentes, derrumbamientos en las faldas de las montañas, etc. que se observan actualmente. Más bien, se observa el progreso de la arborización debido a la invasión de la vegetación en la mayoría de los casos, y se ha confirmado que la velocidad de rehabilitación natural de la vegetación es alta.

## 2) Análisis de las condiciones de devastación

### (1) Devastación natural

El Cuadro 4-3-9 es el resumen del número de los focos de devastación en forma de torrentes, erosión de las orillas de valles y derrumbamientos de las faldas de las montañas, existentes dentro de las áreas modelo, y sus respectivas superficies. El Anexo No. 10 que acompaña este informe muestra el análisis de las causas de devastación en cada área modelo.



Cuadro 4-3-9 Lista de las tierras devastadas por área modelo

Forma de devastación	Área		Área modelo				Total		Media
	Río Tapias		Manizales		Pensilvania		No. de lugares	Superficie (há)	há/lugar
	No. de lugares	Superficie (há)	No. de lugares	Superficie (há)	No. de lugares	Superficie (há)			
Torrentes	10	1.86	41	7.23	9	2.59	60	11.69	0.19
Erosión de orillas de valles	5	0.40	0	-	0	-	5	0.40	0.08
Derrumbamiento colapso de faldas de montañas	16	2.90	11	3.95	8	1.01	35	7.86	0.22
Total	31	5.16	52	11.19	17	3.60	100	19.95	—
Superficie media	-	0.17	-	0.22	-	0.21	-	0.20	0.20
Superficie	10,770 há		4,512 há		5,776 há		21,058 há		—
Tasa de devastación	0.048 %		0.248 %		0.062 %		0.095 %		—
Altitud máxima	3,820 m		3,770 m		3,110 m		—		—
Altitud mínima	1,470 m		2,140 m		1,390 m		—		—
Tasa de ondulación	0.083		0.114		0.100		—		—

(NOTA 1)

No hay casos de corrimiento de tierra, cerros pelados, tierras con devastaciones volcánicas especiales, tierras de devastación por desprendimiento, tierras con devastación de shirasu, etc.

(NOTA 2)

- Los torrentes son el tipo de devastación que aparece en las partes superiores de los ríos, que tienen largos relativamente pequeños, declividad escarpada, con cantidades de agua normalmente pequeñas y que aumentan considerablemente y que acarrearán flujos violentos de tierra y de grava cuando hay precipitación pluviométrica.
- La erosión de las orillas de los valles es el tipo de devastación que consiste en la formación de valles en forma de "V" debido a la erosión causada por los ríos, que progresa aun más en forma de erosión de las bandas laterales de los misoms.
- El derrumbamiento de las faldas de las montañas es el tipo de devastación que aparece principalmente en las faldas de las montañas, debido a causas fuera de torrentes montañosos y ríos.

① Condiciones de devastación por área modelo

a) Área modelo de Río Tapias

Se observan focos de devastación en 31 lugares dentro de este área modelo, totalizando una superficie de 5.16 há, que se distribuyen en altitudes de 1,850m a 3,400m. Dichos focos de devastación se componen de 10 casos de torrentes, 5 casos de erosión de las orillas de valles y 16 casos de derrumbamiento de faldas de las montañas.

Los torrentes tienen largos variables de 20m a 350m, con un tamaño medio de 133m. La superficie de cada foco de devastación de este tipo es variable de 0.04há a 0.76há, con un tamaño medio de 0.19há. Así, los casos de devastación de este tipo tienen envergadura relativamente pequeña.

La declividad, en la dirección longitudinal, de las torrentes es variable de 34° a 58°, con un valor medio de 41.6°. La declividad de las dos orillas es aún más escarpada, y supera los 60° en la mayoría de los casos.

Los casos de erosión de las orillas de valles se observan en 5 lugares, con largos de erosión variables de 20m a 200m, con un valor medio de 100m. Las superficies de los focos de devastación de este tipo son relativamente pequeñas, variables de 0.04há a 0.12há, y con un valor medio de 0.08há. La declividad del fondo del valle en los lugares de devastación es variable de 34° a 50°, con un valor medio de 40.8°, y todos los casos están situados dentro de bosques naturales.

La mayoría de los casos de derrumbamientos de pequeñas proporciones de las faldas de las montañas tienen forma aproximadamente circular, y los casos de grandes proporciones tienen forma longitudinal. Las superficies por lugar son variables de 0.04há a 1.28há, con un valor medio de 0.18há. La declividad de las superficies con colapso es variable de 28° a 59°, con un valor medio de 39.6°. El 40% de los casos de este tipo de devastación se observa en los pastos.

b) Area modelo de Manizales

Dentro de este área modelo hay 52 focos de devastación, totalizando 11.19há, siendo pues el caso más frecuente de devastaciones de entre las tres áreas modelo tomadas en consideración. Los focos de devastación se distribuyen a altitudes de 2,380m hasta 3,650m. Estos focos se componen de 41 casos de torrentes y 11 casos de colapso de las faldas de las montañas, y no hay ningún caso de erosión de las orillas de valles.

Los torrentes tienen largos variables de 20m hasta 350m, con un valor medio de 113.9m. La superficie de cada torrente es variable de 0.04há hasta, 1.20há, con un valor medio de 0.18há. El declive de las tierras devastadas en forma de torrente es variable de 16° hasta 46°, con un valor medio de 32.5°.

Los colapsos de las faldas de las montañas tienen superficies variables de 0.04há a 1.60há, con un valor medio de 0.36há. Dichos valores son aproximadamente el doble de los tamaños de la torrentes. El formato es aproximadamente circular en la mayoría de los casos, igual a los focos de devastación del mismo tipo del área modelo del Río Tapias.

c) Area Modelo de Pensilvania

En este área modelo hay 17 focos de devastación, que se componen de 9 torrentes y 8 colapsos de faldas de montañas, y que totalizan una superficie de 3.60há. No hay casos de erosión de las orillas de valles en el área modelo de Pensilvania. Las altitudes de los focos de devastación son variables de 1,580m a 2,920m, que son los valores más bajos de entre las tres áreas modelo.

Los torrentes tienen largos variables de 40m a 450m con un valor medio de 120m. La superficie de cada torrente es variable de 0.05há a 1.65há, con un

valor medio de 0.29há. El declive longitudinal es variable de 28° hasta 52°, con un valor medio de 38.3.

Hay 8 focos de colapsos de las faldas de montañas, con superficies variables de 0.07há a 0.24há, y un valor medio de 0.13há. La declividad de las superficies con colapso son variables de 30° hasta 48°, con un valor medio de 37.5°, en forma de bosques.

② Condiciones de devastación según uso de la tierra

El Cuadro 4-3-10 muestra los números de focos de devastación y sus superficies según uso de la tierra. Como se puede observar, la mayoría de los casos de devastación aparecen característicamente en las zonas de bosques naturales. Se supone que la razón de dicha tendencia sea el hecho de que los lugares con características topográficas inestables han sido dejados sin desarrollar, en forma de bosques.

Cuadro 4-3-10 Número de focos y superficies de devastación por categoría uso de la tierra

Area modelo y forma de devastación	Bosques naturales (N)		Bosque artificial ( <i>P. patula</i> )		Tierra agrícola (Ba)		Pasto (P)		Total		
	Número de focos de devastación	Superficie	Número de focos de devastación	Superficie	Número de focos de devastación	Superficie	Número de focos de devastación	Superficie	Número de focos de devastación	Superficie	(%)
(Río Tapias)		há		há		há		há		há	
Torrentes	9	1.82	-	-	-	-	1	0.04	10	1.86	
Erosión de las orillas de valles	5	0.40	-	-	-	-	-	-	5	0.40	
Derrumbamientos	10	2.39	-	-	-	-	6	0.51	16	2.90	
Total	24	4.61	-	-	-	-	7	0.55	31	5.16	25.9
(Manizales)											
Torrentes	33	4.97	-	-	-	-	8	2.27	41	7.24	
Erosión de las orillas de valles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Derrumbamientos	7	1.97	1	1.60	-	-	3	0.38	11	3.95	
Total	40	6.94	1	1.60	-	-	11	2.65	52	11.19	56.1
(Pensilvania)											
Torrentes	2	0.41	2	1.77	2	0.20	3	0.21	9	2.59	
Erosión de las orillas de valles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Derrumbamientos	-	-	1	0.24	5	0.54	2	0.23	8	3.95	
Total	2	0.41	3	2.01	7	0.74	5	0.44	17	3.60	18.0
(Total)											
Torrentes	44	7.20	2	1.77	2	0.20	12	2.52	60	11.69	58.6
Erosión de las orillas de valles	5	0.40	-	-	-	-	-	-	5	0.40	2.0
Derrumbamientos	17	4.36	2	1.84	5	0.54	11	1.12	35	7.86	39.4
Total	66	11.96	4	3.61	7	0.74	23	3.64	100	19.95	100.0
(%)	66.0	60.0	4.0	18.1	7.0	3.7	23.0	18.2	100.0	100.0	-

(2) Devastaciones artificiales

Los casos principales de devastaciones artificiales son los colapsos que acompañan la apertura de carreteras, la cantera de extracción de caliza de Cementos Caldas S.A., y la cantera existente en Pensilvania.

Los casos de colapsos que acompañan la apertura de carreteras se mencionan a continuación:

En el área modelo de Río Tapias está siendo construida la carretera pública que une La Cristalina con Marulanda, y actualmente dicha carretera ha alcanzado la cresta de la Cordillera Central. Los escombros resultantes de la construcción de dicha carretera

están siendo desechados en las tierras más bajas de los alrededores, y eso está causando colapsos. Eso se debe a la ejecución inadecuada de las obras de construcción de la carretera, y en ciertos lugares de las zonas de sedimentación de cenizas volcánicas en las partes superiores de la cordillera hay focos bastante grandes de derrumbe. Con todo, como se mencionó anteriormente la invasión de la vegetación en los focos de colapso es bastante rápida, y las superficies de las faldas de las montañas se están estabilizando gradualmente en 2 o 3 años después se la construcción.

### 3) Resumen

El fenómeno de devastación de tierra dentro de las áreas intensivas presenta las cinco características que se mencionan a continuación:

- (1) Las tasas de devastación son pequeñas, y la situación es generalmente estable. Desde el punto de vista del medio dentro de las áreas modelo, la tasa de devastación es inferior a 0.1%, con una frecuencia de 4.6 focos de devastación por cada 1,000 há, y la recuperación de la vegetación es bastante rápida.
- (2) Los casos de devastación no están limitados a lugares específicos. El área modelo de Manizales presenta la tasa más alta de devastación. Sin embargo, carece de causa particular como índice de la decisión de sitio peligroso.
- (3) Las formas de devastación están limitadas a 4 tipos. Desde el punto de vista de la situación actual existente en las áreas modelo, la forma de devastación más frecuente es el torrente, seguida del colapso de las faldas de montañas, erosión de las orillas de valles y colapsos debidos a los focos de devastación son más frecuentes en las tierras de declividad escarpada.
- (4) Desde el punto de vista del uso de la tierra, los focos de devastación aparecen de manera más frecuente en los bosques naturales y en los pastos. Examinando la situación actual de los casos de devastación por categoría de uso de la tierra, usando las áreas modelo como referencia, se puede notar que el 66% está ubicado en los bosques naturales, y el 26% en los pastos.
- (5) Los focos de devastación son más frecuentes en las tierras de declividad escarpada. Desde el punto de vista de la situación actual en las áreas modelo, se puede notar que el 87% de los casos de devastación están concentrados en las topografías en forma de "V" y en las depresiones. Por otro lado, desde el punto de vista del gradiente, más del 74% de los casos de devastación están concentrados en tierras con declividad

igual o superior a 30°, y el gradiente medio de los valores de las tierras devastadas es de 36°. Así, más del 60% de los casos de devastación están concentrados en los bosques naturales, que tienen declividad escarpada.

A pesar de la existencia de dichas tendencias, es muy difícil prever el apareamiento de focos de devastación dentro de las áreas intensivas. Así, la solución más práctica es el establecer las normas relativas a los métodos de rehabilitación aplicables a los focos de devastación existentes.

#### 4-3-4 Estudio del manejo forestal

Con el objetivo de obtener los datos y las informaciones básicas necesarias para formular los criterios de administración forestal, se llevó a cabo este Estudio. El método de estudio y los resultados obtenidos se mencionan a continuación:

##### 1) Método de estudio

Estudios relativos a los métodos de administración forestal, enfocando principalmente en los trabajos forestales, fueron ejecutados con las seis organizaciones que se dedican a la administración forestal, dentro del área intensiva y en sus alrededores. Además, se examinaron también los aspectos relativos a los bosques silvo-pastoriles, los bosques agro-forestales, y otros asuntos afines.

##### 2) Resultados de los estudios

Aunque cada una de las compañías tenga condiciones específicas diferentes, los resultados de los estudios han sido resumidos tomando en consideración sobre las organizaciones ubicadas en las ciudades de Pensilvania, Manizales y Armenia, que están comparativamente en buen estado financiero.

##### (1) Adquisición de tierras para reforestación

En cuanto a las tierras para reforestación, todas las compañías que se dedican al negocio están adquiriendo exclusivamente pastos, que se caracterizan por sus buenas características de accesibilidad. Actualmente en Pensilvania las tierras objeto de adquisición son los pastos ubicados a distancias de hasta 600m de las carreteras, puesto que la distancia máxima de extracción de madera por medio de cables es de aproximadamente 600m.

##### (2) Método de ejecución de los trabajos forestales

① Metas de producción

• Pensilvania

No hay metas bien definidas de producción. Sin embargo, la producción actual se destina principalmente al aserrado, así como a la fabricación de pulpa y de tableros aglomerados.

• Manizales

Inicialmente se pensaba utilizar los productos forestales para fabricación de pulpa. Sin embargo, actualmente los productos de raleo se destinan a la construcción de cercados y a la producción de pulpa, y los productos de corta final se destinan al aserrado y a la pulpa.

• Armenia

Puesto que la compañía de reforestación existente en esta ciudad es una compañía subsidiaria de Cartón de Colombia S.A., la totalidad de los productos forestales producidos se destina a la fabricación de pulpa.

② Especies de árboles para regeneración y edad de corta

a) Especies de árboles para regeneración

• Pensilvania : *P. patula*, Ciprés

• Manizales : *P. patula*, Ciprés

• Armenia : Las especies de árboles mencionadas en el estudio de las tierras apropiadas para reforestación.

b) Edad de corta

• Pensilvania : Inicialmente no había una meta bien definida de la edad de corta. Actualmente, la meta de la edad de corta para producción de madera aserrada es de 20 años.

• Manizales : Ocho años para producción de estacas, y 10 a 12 años para producción de pulpa y madera aserrada.

• Armenia : Anteriormente se hacía la entresaca después de 8 años y la corta final después de 15 años. Actualmente no se hace la entresaca, y la edad de corta es de 12 años.

③ Método de corta

En todas las compañías la corta se hace por medio de motosierra.

• Pensilvania : La corta final se ejecuta en forma de corta total. La entresaca se ejecuta a partir de las masas forestales con cuidado insuficiente, con una tasa de entresaca del 60%.

• Manizales : La corta final se ejecuta en forma de corta total. La entresaca se realiza a una tasa de 350 árboles/há en el

- sexto año y 150 árboles/há en el octavo año, en comparación con una densidad inicial de plantación de 1,100 árboles/há.
- Armenia : La corta final se hace en forma de corta total. La entresaca se ejecuta exclusivamente en plantación densa, con una tasa de corta del 50%.
- ④ Método de regeneración
- En todas las áreas examinadas la regeneración de los bosques se hace por medio de la plantación artificial.
- a) Densidad de plantación de árboles
- Pensilvania : Inicialmente, se han llevado a cabo plantaciones experimentales con densidades variables de 2,500 árboles/há a 700 árboles/há. Actualmente la reforestación está siendo ejecutada con una densidad de plantación de 1,100 árboles/há.
  - Manizales : Inicialmente, se ha llevado a cabo la plantación de árboles con una densidad de 2,000 árboles/há. Actualmente la reforestación está siendo ejecutada con una densidad de plantación de 1,100 árboles/há.
  - Armenia : La densidad de plantación de *P. patula* es de 1,276 árboles/há. La densidad de plantación de Eucalipto es de 1,330 árboles/há en el caso de plántulas producidas a partir de semillas, y de 1,100 árboles/há en el caso de plántulas en bolsas producidas por estacas.
- b) Preparación del terreno
- En Armenia se lleva a cabo la quema. Sin embargo, en otras áreas no se ejecutan trabajos específicos con el objetivo de hacer la preparación del terreno por causa de los rastrojos de pastos.
- c) Época de plantación de los árboles
- En todas las áreas tomadas en consideración, la plantación de los árboles se hace en la estación lluviosa de abril a mayo o de septiembre a octubre (dependiendo del año se hace hasta noviembre).
- d) Aplicación de fertilizantes
- En todas las áreas tomadas en consideración, la aplicación de fertilizantes se hace en la época de plantación de árboles. En Pensilvania se hace la aplicación de la mezcla de fertilizantes de nitrógeno-fósforo-potasio- boro a una proporción de 10-30-10-10, a una tasa de 40 kg/há.
- ⑤ Cuidado
- a) Limpieza de malezas



- Pensilvania : En esta área modelo la limpieza de malezas se hace de una a tres veces al año (según las condiciones de cada sitio), sólo durante el primer y segundo año después de la plantación de los árboles.
- Manizales : La limpieza de malezas se hace durante algunos años después de la plantación de los árboles, según las circunstancias de cada sitio.
- Armenia : La limpieza de malezas se hace según las condiciones de cada sitio.
  - Primer año : 2 a 4 veces
  - Segundo año : 2 a 3 veces
  - Tercer año : 2 a 3 veces
  - Cuarto año : 1 vez
- b) Corta de mejoramiento
  - Pensilvania : No se hace la corta de mejoramiento.
  - Manizales : Según las condiciones de cada sitio.
  - Armenia : No se hace la corta de mejoramiento.
- c) Poda de ramas
  - Pensilvania : Sólo las ramas más bajas, 3 a 4 años después de la plantación de los árboles.
  - Manizales : Según las condiciones de cada sitio.
  - Armenia : No se hace la poda de ramas.
- ⑥ Protección
  - Pensilvania : No hay peligro de incendio forestal, ya que la humedad es muy alta. Se toman medidas para las plagas y las enfermedades por investigación propia.
  - Manizales : No se observa la infestación de plagas y enfermedades. Sin embargo, hay un laboratorio especializado de insectos en las vecindades, y están siendo llevados a cabo estudios en cooperación con dicho laboratorio.
  - Armenia : Están siendo llevados a cabo diagnósticos periódicos 4 veces al año por expertos externos para el control de las plagas y las enfermedades. Además, como medida para evitar incendios forestales hay vigilantes en 3 distritos forestales, con equipos para extinción de incendios, equipos de radio, empujadoras niveladoras, etc.

⑦ Extracción de maderas

La extracción se hace por fuerza humana cuando la distancia hasta los caminos forestales es de 30m a 50m, y por medio de animales cuando hay caminos de trabajo. La extracción se hace por medio de cables en las tierras de pendientes escarpadas y cuando no hay caminos de trabajo.

(3) Condiciones de los bosques silvopastoriles

La compañía de Manizales, que está haciendo pruebas relativas a la explotación de bosques silvopastoriles, está pastoreando ganado a una tasa de 1 cabeza/há en bosques con una densidad de aproximadamente 700 árboles/há resultantes de la entresaca. El engorde del vacuno es mejor que en los pastos, con una tasa de 12 kg/mes en el caso del bosque silvopastoril en comparación con una tasa de 8 kg/mes en el caso del pasto. Así, se piensa realizar el engorde del vacuno de 200 kg a 350 kg dentro de un año. Además, los excrementos del vacuno tienen efecto fertilizante sobre los árboles del bosque.

En Pensilvania se dá el caso de pastoreo de ganado en un lugar reforestado. Sin embargo, no se hace premeditadamente.

Por otro lado, la compañía de Armenia considera que el pastoreo del vacuno en los bosques destinados a la producción de materiales para fabricación de pulpa es nocivo, y no permite este tipo de actividad.

(4) Bosques agroforestales

En las tierras de bajas altitudes del área modelo de Pensilvania y del área modelo de Río Tapias hay grandes superficies de cafetales. Entre los árboles de café se plantan árboles para sombrío, y en ciertos casos se venden dichos árboles en la época de replantación de los árboles de café. La densidad de plantación de dichos árboles para sombrío es de 100 árboles/há a 400 árboles/há.

4-3-5 Estudio de los caminos forestales

Con el objetivo de obtener los datos y las informaciones básicas necesarias para formular los criterios para la construcción de caminos forestales, se han llevado a cabo estudios para comprobación de la situación actual y entrevistas relativas a los tres asuntos que se mencionan a continuación:

- Contenidos de los reglamentos establecidos por las normas y las legislaciones colombianas, así como otros aspectos afines, relativas a la apertura de los caminos forestales.
- Identificación de la situación actual de los caminos forestales, principalmente en las áreas intensivas.
- Restricciones aplicables a los planes de caminos forestales dentro de las áreas modelo.

Los resultados de los estudios se mencionan a continuación:

1) *Concepto de los caminos forestales y legislación aplicable*

Ya que en Colombia el rumbo de desarrollo del territorio nacional ha sido determinado por la política de radicación de los habitantes y la promoción de la agricultura, los caminos dentro de los bosques han sido abiertos como un medio de vida de los habitantes, sin tomar en consideración su función como un medio de *administración forestal*.

Así, hasta ahora no han sido establecidas las legislaciones y los reglamentos aplicables a los caminos forestales. No obstante, en los últimos años están apareciendo compañías de reforestación que están abriendo caminos del trabajo para fines de *administración forestal*.

De una manera general, la ejecución de los actos de desarrollo, incluso la apertura de caminos como elementos de infraestructura, requieren la autorización de INDERENA, y los ajustes necesarios para conceder la autorización se realizan siempre que sea necesario.

2) *Situación actual en las áreas intensivas*

La actividad agropecuaria que se explota en el área intensiva se compone principalmente de la ganadería, y la totalidad de la red de caminos se ha desarrollado alrededor de un esqueleto que se compone de los caminos rurales.

Dentro de la historia de desarrollo económico de esta región hay poca experiencia de transporte masivo de productos forestales, y en realidad los productos forestales estaban siendo extraídos a través de los caminos rurales y senderos de animales. Sin embargo, el porcentaje de las áreas boscosas está bajando, y así se puede decir que la necesidad de caminos forestales está reduciéndose aún más.

No obstante, en los últimos años se está haciendo la construcción de caminos de trabajo para corta y extracción de madera en las fincas de las compañías que han comenzado a dedicarse recientemente al negocio de la reforestación. La situación actual de dichos caminos de trabajo se describe a continuación:

Los caminos de trabajo de la compañía existente en el área modelo de Pensilvania son senderos muy sencillos de 2.6m a 3.0m de anchura que han sido abiertos en las tierras boscosas simplemente empujando los obstáculos por medio de niveladoras.

Por otro lado, en la finca de Maderas y Celulosa S.A., ubicada en las vecindades de Manizales, han sido abiertos aproximadamente 6km de caminos de trabajo en una superficie reforestada de 350há, y los trabajos están siendo orientados hacia la apertura de una red de caminos de alta densidad. Dichos caminos de trabajo tienen buenas características técnicas, y además las condiciones de mantenimiento y de administración son buenas, con grava echada en las partes inferiores de las secciones escarpadas, con el objetivo de evitar el patinaje. Las especificaciones principales de dichos caminos del trabajo se mencionan a continuación:

- Anchura : 4m
- Gradiente máximo : 10% a 12%
- Profundidad y anchura de los canales laterales : 15cm, 20cm
- Plataforma de vía dotada de sub-base en las tierras pantanosas, y el sistema de drenaje superficial con diámetro de 15cm.
- Cajas colectoras de agua de los canales laterales con tamaño de 60cm x 60cm y aproximadamente 1m de profundidad.
- Tubos de hormigón con diámetros de  $\varnothing$ 30cm a  $\varnothing$ 40cm para drenaje transversal, a intervalos de 200m.

Según informaciones obtenidas de la compañía, el costo para construcción de dichos caminos del trabajo ha sido de US\$5,000/km. La implantación de una infraestructura apropiada es indispensable en los proyectos de reforestación con edad de corta joven, y la construcción de caminos de trabajo está siendo ejecutada por propietarios de negocios de reforestación con buena previsión al futuro, siendo concientes de su necesidad.

### 3) Situación actual de las áreas modelo

(1) Largo total de los caminos de las áreas modelo

El largo total de los caminos existentes en las áreas modelo ha sido medido a través del mapa forestal básico (Escala 1:5,000). Los resultados obtenidos se indican a continuación:

Cuadro 4-3-11 Largo de los caminos de las áreas modelo

Situación actual	Área modelo	Río Tapias	Manizales	Pensilvania
Superficie del área modelo (há)		10,770	4,512	5,776
Largo de los caminos existentes (m)		65,520	19,460	65,600
Densidad de los caminos (m/há)		6.08	4.31	11.36

Las cifras anteriores indican sobre todas las áreas modelo. Ya que los caminos en los bosques naturales son pocos, la densidad de caminos en las áreas objeto de ejecución de los trabajos forestales es más alta.

En el área modelo de Manizales se necesitan caminos forestales para la administración de los bosques de conservación de agua. Sin embargo, en los bosques de conservación de agua hay caminos de administración en cantidad suficiente, y el trabajo que no hace la extracción de maderas está siendo ejecutado de manera satisfactoria por estos caminos. Así, se piensa que no es necesario abrir más caminos para la administración de los bosques de conservación de agua.

(2) Condiciones de apertura de caminos

Los caminos que están siendo construidos dentro del área modelo de Río Tapias se están arreglando como caminos de uso general. Sin embargo, el método de construcción que se adopta principalmente es el método de corte debido a la topografía escarpada. Los escombros resultantes del corte son arrojados directamente en las partes inferiores de las declividades y el método del terraplén se usa sólo en partes limitadas. En ciertos lugares, parte de los escombros desechados se han deslizado más de 100m hacia abajo, causando la destrucción de la vegetación y resultando en tierras desnudas. Sin embargo, la recuperación de la vegetación es rápida, y en cuanto se estabilizan los taludes hay invasión de hierbas, tanto en los cortes como en los bancos de desperdicios. En los casos más rápidos se observa la invasión del Aliso y otros tipos de árboles dentro de algunos meses. En ciertos taludes donde se han arrojado escombros se ha confirmado que la superficie de la

tierra está totalmente cubierta de árboles, alcanzando una situación estable después de 3 a 4 años.

Por otro lado, en ciertos lugares donde el suelo se compone principalmente de cenizas volcánicas, se ha observado que las superficies de los taludes no se estabilizan, y que no hay invasión de la vegetación.

### (3) Condiciones de los caminos forestales y de extracción

En la situación actual, en el área modelo de Pensilvania que tiene el bosque artificial, el lugar reforestado más distante del camino forestal está situado a aproximadamente 2km. La compañía forestal piensa adquirir tierras ubicadas a una distancia máxima a 600m de los caminos forestales para ejecutar la reforestación. Dicha distancia ha sido determinada tomando en consideración la distancia de extracción de madera a 600m de los cables. Sin embargo, el método de extracción de maderas existentes son de tipo simplificado, y se supone que será posible aumentar la distancia de extracción hasta 1km con algunas modificaciones.

### 4) Resumen

#### (1) Tipos de caminos forestales a construir

Desde los puntos de vista del manejo forestal en la construcción de los caminos forestales, el abrir muchos caminos forestales dentro del área intensiva no es deseable en vista de la topografía escarpada. Tradicionalmente, los productos forestales han sido extraídos a través de los caminos rurales y los caminos de las bestias. Así, se piensa que estos caminos serán suficientes para fines de manejo.

Por otro lado, en las zonas boscosas de producción, la apertura de caminos forestales es importante tanto para la reforestación como para la extracción de madera. Por eso, se piensa que los caminos forestales para explotación serán indispensables.

Por consiguiente, los criterios para la construcción de caminos forestales serán establecidos teniendo como objeto los caminos forestales de explotación de las zonas boscosas de producción.

## (2) Restricciones existentes dentro de las áreas modelo

Cada una de las 3 áreas modelo tiene sus características peculiares y diferencias en los usos de la tierra y otros aspectos afines. No obstante, las diferencias relativas a la topografía, la geología, las condiciones climáticas y otros factores ambientales no son muy pronunciadas. Además, dentro de las varias áreas modelo no hay zonas con características geológicas que requieran consideraciones especiales, tales como zonas de deslizamiento, zonas de fractura, ni pantanos, etc. Así, no se necesita formular los criterios para la construcción de caminos forestales de manera específica para cada área modelo, y se ha decidido formular criterios generales aplicables a la totalidad del área intensiva.

### 4-4 Estudio de la situación de las concesiones

Con el objetivo de formular un sistema apropiado de manejo de los recursos forestales por medio de las técnicas mencionadas en las guías del Plan de Manejo Forestal y del Plan Modelo, los "Criterios para Permiso de la Corta de Bosques en las Concesiones" de Colombia han sido estudiados sobre su aptitud, sus puntos en cuestión, etc.

#### 4-4-1 Sistema de permiso de corta

La legislación colombiana relativa a los bosques ha sido ordenada de manera notable a partir de la década de 1950 con la entrada en vigor de muchas leyes. Con respecto a la concesión para corta de recursos forestales, el asunto ha sido examinado enfocando principalmente el Acuerdo No.29 de 19 de agosto de 1975, que contiene una reglamentación sistemática. Refiérase al Anexo No. 11 para más detalles.

#### 4-4-2 Situación actual de los permisos de corta

##### 1) Condiciones del permiso

Cuando el permiso, se clasifican las varias áreas componentes de la finca objeto de la corta según el caso, y se concede el permiso, bajo condición de ejecución apropiada de la corta.

- Areas productoras
- Areas protectoras (p.ej., declividad igual o superior a 45°)
- Areas productoras + Areas protectoras

Nota : Dicha clasificación se hace sólo dentro de la documentación, y en realidad no se observan casos concretos de clasificación de este tipo en los bosques.

2) Situación actual de los permisos

- Se conceden permisos de corta en la mayoría de los bosques artificiales a escala nacional, y no se conoce ningún ejemplo de rechazo de la solicitud de permiso de corta por INDERENA en el caso de bosques cuyos propietarios tienen identidad bien definida.
- En el caso de los bosques naturales hay frecuentes casos de corta ilegal sin la debida autorización, ya que en ciertos casos la identidad del propietario no es bien conocida, y el usuario no hace inversiones.
- La eficacia de la demarcación de los varios tipos de áreas forestales anteriormente mencionadas es insignificante, incluso cuando hay indicación de dicha demarcación dentro de las concesiones, puesto que su verificación y confirmación dentro de los bosques es bastante difícil. (Diferencias individuales de las personas encargadas de hacer la verificación y la confirmación, así como de las personas encargadas de ejecutar la corta, se manifiestan de manera notable con relación a este asunto).
- Sólo la regional de Antioquia, que es la más grande del país, y el área del Pacífico tienen autoridad para conceder el permiso clase B. Sin embargo, el 90% de las solicitudes son de tipo individual, que se refieren a superficies inferiores a 200m<sup>3</sup>.

3) Situación de los permisos en Departamento de Caldas

- El 80% del número de permisos se refiere a la guadua. En el caso del bambú, el encargado va hasta la finca del solicitante para enseñar el método de corta.
- Se necesita obtener el permiso incluso para cortar las hileras de árboles aisladas existentes en las áreas urbanas, los árboles de los jardines, etc.
- En el caso de la Cedrela y de otros tipos de árboles, en principio se concede el permiso de corta sólo cuando el diámetro a la altura del pecho (1.3m) es igual o superior a 40cm.
- El volumen de madera del árbol objeto de corta se calcula hasta la altura comercial.

4) Estudio de ejemplos de concesión



El bosque de la concesión de Cartón de Colombia S.A., ubicado en Buenaventura, ha sido examinado en el presente estudio. Los resultados del estudio se mencionan a continuación:

(1) Situación general del área de concesión

El permiso de corta de bosques nacionales de la Costa del Océano Pacífico ha sido obtenida hace 15 años. Hay planes para cortar 3 millones de m<sup>3</sup> dentro de una superficie de 60 mil há, durante un período de contrato de 30 años. En este caso el concesionario paga derechos de concesión al tesoro nacional.

(2) Características naturales del área de concesión

- El área de concesión es una faja de tierra estrecha y larga que extiende en la dirección N-S a lo largo de la costa del Océano Pacífico, y la topografía es ondulada con altitudes variables de 50m a 120m (diferencia de altitud de 70m).
- La temperatura anual media es de 27°C, la humedad anual media es del 89%, la precipitación pluviométrica anual es de 7,400mm, y el número anual medio de días lluviosos es de 250 días.
- La totalidad de las 62,000há que componen los bosques tropicales de propiedad gubernamental. Sin embargo, el estrato superficial de suelo es delgado, el estrato de arcilla pesada es extremadamente espeso, el substrato rocoso está situado a grandes profundidades, y de una manera general es una tierra pantanosa con suelo de malas condiciones de drenaje.
- El bosque pertenece a la categoría de bosques tropicales muy lluviosos, pero las condiciones del suelo son malas, y el DAP de los árboles es de 50cm máximo, y la altura es de 25m a 30m. El volumen medio de recursos madereros es de aproximadamente 100m<sup>3</sup> a 140m<sup>3</sup> por há, y por consiguiente pertenece a la categoría de masas forestales de baja calidad.
- La variedad de árboles existentes dentro del bosque es bastante rica, con 252 especies aprovechables, y el estrato superior se compone de más de 10 especies.

(3) Antecedentes de la explotación

- Cartón de Colombia S.A. ha empezado la explotación de los recursos forestales de esta área desde 1959 con un permiso de corta de Clase B. La extracción fue comenzada en pequeña escala, usando la fuerza humana y bestias.

- En seguida comenzo el uso de tractores, con pavimentación de rollos y otros métodos para mejorar la eficiencia de los trabajos de extracción.
- Los primeros caminos han sido abiertos en 1960. Tableros, rollos, grava y otros materiales han sido usados para hacer frente a los terrenos pantanosos, y finalmente la superficie de la tierra ha sido cubierta con lona, seguida de una capa de grava para hacer frente al problema.
- Un contrato de concesión con duración de 30 años ha sido firmado en 1974 con el objetivo de hacer la extracción de madera para fabricación de papel, y la explotación está siendo llevada a cabo hasta ahora. Sin embargo, después de la conclusión del período de concesión en 2004, la compañía ha declarado que tiene planes para abandonar la explotación de los recursos forestales de esta área.

(4) Método de ejecución de los trabajos forestales en el área de corta

La compañía ha ejecutado estudios relativos a los métodos de ejecución de los trabajos forestales. Los resultados de dichos estudios han indicado que la regeneración natural produce mejores resultados en comparación con la reforestación artificial. Así, se ha decidido cortar los árboles con DAP igual o superior a 13cm, y conservar los árboles con tamaño inferior a dicho valor. La corta está siendo ejecutado con un período de regresión de 30 años. La totalidad del área de concesión ha sido dividida en 30 bloques por medio del método de superficie media, y los trabajos forestales están siendo ejecutados en bloques con superficie de 600há.

Con el objetivo de obtener buenos resultados de regeneración natural, están siendo usados cables para hacer la extracción de madera sin causar daño en las tierras boscosas.

(5) Condiciones alrededor del área de concesión

- Un número considerable de habitantes está penetrando y se está radicando dentro del área de concesión, a lo largo de los caminos abiertos por la compañía, y su cantidad está aumentando.
- Los nuevos habitantes radicados no tienen profesión definida, y están cortando los árboles existentes dentro del área de concesión, ya sea de manera individual o de manera colectiva, y están vendiendo los productos aserrados, principalmente tableros gruesos o rollos pequeños para cercados.
- Ya que las condiciones del suelo son malas, no se puede producir alimentos, ni para el consumo doméstico. Así, cuando se agoten los árboles explotables

- existentes en las vecindades se piensa que dichos habitantes van a penetrar en las partes más profundas del bosque.
- No hay normas que reglamenten socialmente la profesión ni las condiciones de vida de sus habitantes.

#### 4-4-3 Examen de los criterios del permiso de corta

Los detalles que se deben mencionar en la solicitud para obtener la concesión, así como los resultados del examen de los criterios aplicables para cada caso, se mencionan a continuación:

##### 1) Resultados del examen

###### (1) Objetivos de la explotación de los recursos madereros

Se debe mencionar claramente los objetivos del aprovechamiento de los recursos madereros, dichos objetivos deben traer beneficios sociales, y además se necesita formular el plan de reforestación a ejecutar después de la corta.

###### (2) Areas objeto de explotación

Se deben mencionar la ubicación, la superficie, los límites y otros detalles relativos a las áreas que serán explotadas a través de la concesión. Además, se deben mencionar también la posición administrativa, las condiciones de posesión de la tierra y otros detalles relativos a las condiciones sociales, así como el clima, el suelo, la topografía y otros detalles relativos a las condiciones naturales. Sin embargo, el derecho de uso tiene prioridad sobre el derecho de posesión, y el examen de la solicitud parece no ejercer una influencia muy fuerte sobre este aspecto.

###### (3) Cantidad de los recursos forestales

Dentro del proceso de examen de la solicitud, la cantidad de recursos forestales existentes en las áreas objeto de explotación se calcula a través de las informaciones y datos relativos a los volúmenes aprovechables de madera por especie aprovechable y por diámetro. Así, no se hace un examen detallado de la diferencia entre la cantidad neta de los recursos y la cantidad de los recursos aprovechables.

###### (4) Plan de aprovechamiento

Dentro de la solicitud se deben mencionar los datos y las informaciones siguientes relativas a las áreas objeto de explotación.

- ① Zonificación de las zonas de corta y de conservación
- ② Métodos de corta, especies de árboles a cortar, clases diámetricas, cantidades anuales a cortar y orden de corta
- ③ Métodos de extracción, caminos forestales a usar, capacidad de transporte
- ④ Planes relativos a la mano de obra, etc.

(5) Plan de reforestación

Con relación a la reforestación que se deben ejecutar después de la corta se deben mencionar los siguientes:

- ① Especies de árboles a plantar
- ② Áreas anuales de reforestación
- ③ Orden de reforestación
- ④ Plan de producción de plántulas
- ⑤ Planes relativos a la mano de obra, etc.

(6) Plan financiero

Se necesita mencionar la suma de los costos inicialmente necesarios para ejecutar la corta, las fuentes de los recursos financieros, la previsión de los ingresos resultantes de la venta de los productos forestales extraídos, la suma de los costos de reforestación, y otros detalles del plan de ingresos y gastos, para demostrar la viabilidad del plan de corta. Así, los resultados de los estudios que han sido ejecutados esta vez indican que hasta ahora no hay ningún caso de suspensión o de abandono de la explotación después de obtener la concesión.

2) Conclusión

Los resultados del examen de los criterios de concesión de INDERENA, ejecutados desde los puntos de vista mencionados, indican que dichos criterios son "Generalmente Apropriados". Así se piensa que no haya necesidad de hacer revisiones en dichos criterios. Sin embargo, hay algunos puntos problemáticos durante el proceso de aplicación de los criterios, que se mencionan a continuación:

(1) Medidas para hacer frente a los habitantes locales

Hay penetración y radicación de nuevos habitantes cuando se abren caminos en las áreas de las concesiones. Cuando hay habitantes ya radicados y cuando se está ejecutando alguna forma de explotación en una cierta área boscosa, se necesita reconocer el derecho a la vida de dichos habitantes y de los autores de dichos actos de explotación, incluso en los casos de áreas boscosas con derecho de posesión debidamente registradas, y no pueden ser expulsados de manera arbitraria. Así, cuando hay una organización bien definida, como en el caso de Cartón de Colombia S.A., se hace un control permanente de las áreas boscosas en cuestión, para evitar la penetración y la radicación de nuevos habitantes (se necesita un período igual o superior a 6 meses para obtener los derechos). Sin embargo, en las demás áreas boscosas (especialmente en las áreas llamadas "tierras públicas", cuya posesión no está bien definida), se hace la explotación forestal de manera desordenada. Dicha situación está relacionada con la reducción de la tasa forestal en las áreas de conservación de la Cordillera Central, y dando como resultado la destrucción de los bosques debido a la penetración de habitantes en las concesiones.

Con relación a las concesiones, los criterios de permiso no presentan problemas, pero las condiciones sociales circundantes son bastante problemáticas. Para solucionar la cuestión, se necesita tomar medidas para estabilizar las condiciones de vida de los habitantes locales, por ejemplo, el establecimiento de la infraestructura social para posibilitar una vida digna, la expansión de las oportunidades de empleo, la difusión de la educación, etc.

Mirándolo desde el punto de vista del resultado, se esperará el establecimiento del derecho de posesión superado al derecho de uso.

(2) Sistema de examen y orientación en los bosques

De una manera general, el examen de los documentos que componen las solicitudes del permiso de corta (concesión) se hace de manera bastante detallada, seguido de una orientación adecuada. Sin embargo, el examen de los bosques, así como el examen y la supervisión de campo, el control de las cortas ilegales que se ejecutan sin presentación de documentos, etc, son los problemas. En cuanto al examen de campo, se puede adoptar un sistema que consiste en exigir la presentación de documentos sólo para solicitudes de cortas de gran envergadura, simplificando los trámites relativos a la operación y el examen de la documentación, para concentrar los esfuerzos de los funcionarios en las actividades de supervisión. En cuanto al control

y la supervisión del corta ilegal, se necesita aumentar el número de funcionarios encargados del aumento.

## **Capítulo 5**

# **Guía para el Plan de Manejo Forestal**





## Capítulo 5 Guía para el Plan de Manejo Forestal

### 5-1 Contenido de la Guía

#### 5-1-1 Conceptos básicos de la Guía

Esta guía fué diseñada de acuerdo con las normas del Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, al igual que con los análisis de la situación actual del Area Intensiva, resultado de los estudios básicos y estudios de manejo forestal. La guía orienta la formulación del Plan Modelo de Manejo.

Por consiguiente, el ámbito de aplicación de la guía se limita en principio al área intensiva. Sin embargo, puesto que esta guía comprende aspectos bastantes amplios, es recomendable aplicarlos también a la administración forestal y al manejo del bosque relacionados con la silvicultura en otros lugares que tengan condiciones ambientales similares. En consecuencia, se ha considerado en los criterios de aplicación, la facilidad para que la parte colombiana oriente y recomiende a los propietarios y administradores sobre un adecuado manejo de los bosques.

#### 5-1-2 Clasificación de los bosques

En Colombia existen normas que reglamentan el tema de los bosques, como en el caso de la ley 23 de 1973, el decreto 2811 de 1974 y el decreto 877 de 1986. Específicamente los artículos desde el 202 hasta el 205 del decreto 2811 tratan la clasificación de los bosques:

De acuerdo con las anteriores normas la guía ha clasificado los bosques en 5 grupos de la siguiente manera:

Cuadro 5-1-1 Clasificación de los bosques

Guía manejo forestal
Bosques de Protección I
Bosques de Protección II
Bosques de Producción
Bosques Silvopastoriles
Bosques Agroforestales

#### 5-1-3 Criterios de la Guía

Según los conceptos básicos de la guía los criterios considerados son:

- Los bosques naturales deberán ser conservados como bosques naturales.
- Las tierras susceptibles de procesos de degradación deberán ser reforestadas con vegetación protectora.
- Las tierras aptas para manejo forestal deberán aumentar su capacidad productora.

Los criterios de la guía llevan implícitamente funciones de carácter público como la conservación de las fuentes de agua, la protección de los suelos y el mejoramiento del medio ambiente.

La guía comprende 5 criterios los cuales son aplicables para los diferentes clases de bosques:

**Cuadro 5-1-2 Criterios de la guía**

Criterio	Contenido	Tierras aptas
Criterio para Conservación Forestal	Aspectos sobre Conservación Forestal	Bosques de Protección I Bosques de Protección II
Criterios para Mejoramiento de la Fisonomía Forestal	Aspectos sobre Mejoramiento de la Fisonomía Forestal	Bosques de Protección I Bosques de Protección II Bosques de Producción
Criterios para Rehabilitación de Areas Devastadas	Aspectos sobre Rehabilitación de Areas Devastadas	Todas las Clases de Bosques
Criterios para Manejo Forestal	Aspectos sobre Manejo Forestal	Bosques de Protección II Bosques de Producción Bosques Silvopastoriles Bosques Agroforestales
Criterios para Aperturas de Caminos Forestales	Aspectos sobre Aperturas de Caminos Forestales	Bosques de Producción (también se aplica a todas las clases de bosques)

#### 5-1-4 Categorías de trabajo forestal

Según la naturaleza del trabajo se clasificaron las 12 categorías de la siguiente forma:

Como indica el Cuadro 5-1-3, los sistemas de trabajo forestal han sido separados en razón a las características del uso actual de las tierras, sin embargo cuando se haya cambiado su uso en un futuro, las prácticas de manejo serán las mismas para un tipo de bosque específico.

Cuadro 5-1-3 Categorías de trabajo forestal

Clasificación de los bosques	Uso actual de la tierra	Meta futura	Símbolo	Explicación
Bosque de Protección I	B. Natural	B. Natural	A	El uso actual de la tierra es el de bosque natural y la meta futura será bosque natural, ya que sus varias funciones de conservación ambiental, tales como conservación de recurso hídrico, conservación de suelo, etc. son importantes y sus condiciones ecológicas permiten la regeneración del bosque.
Bosque de Protección I	B. Artificial	B. Natural	E	En la actualidad está en bosque artificial y la meta futura será de bosque natural, ya que por función ambiental deberá reemplazarse esa plantación por vegetación natural para una posterior formación de un bosque de protección nativo.
Bosques de Protección I	Pastos y Cultivos	B. Natural	F	El uso actual es el de pastos y cultivos y su meta será bosque natural. Son susceptibles a la devastación y se ubican en áreas con pendientes mayores de 45° o en las cabeceras de los ríos y orillas de las quebradas. Se deben efectuar plantaciones para dejarlas permanentemente en la sucesión natural como bosques de protección.
Bosque de Protección I	Pastos	B. Natural	G	Actualmente su uso es de praderas y su meta es el bosque natural. Tiene susceptibilidad a la devastación y se sitúan en pendientes entre 35° y 45°. Se plantea el establecimiento de reforestaciones con actividad simultánea de ganadería durante cierto tiempo para después dejarlas como bosque a través de su propia sucesión natural.
Bosque de Protección II	B. Natural	B. Natural	B	En la actualidad es un bosque natural. Estas áreas requieren de un manejo conjunto con el Bosque Ciudadano, por lo tanto necesita mejoramiento silvicultural que tenga fines de mantenerlas como bosque natural.
Bosque de Protección II	B. Artificial	B. Natural	E	Son bosques artificiales que se encuentran principalmente en las cuencas suministradoras del agua y a lo largo de las orillas de los ríos, en consecuencia se deben efectuar aprovechamientos adecuados para permitir el reemplazo gradual de un bosque natural, el cual deberá ser su meta futura.
Bosque de Producción	B. Artificial	B. Artificial	C	Actualmente su uso es bosque artificial y su meta futura será también de bosque artificial para la producción de maderas.
Bosques de Producción	Pastos	B. Artificial	D	La situación actual es de uso para pastos, con áreas no menores de 5 há. y una inclinación entre 35° y 45°. Su aptitud es para la producción de bosques más que para praderas. Su uso adecuado es para bosques artificiales.
Bosque Silvopastoral	Pastos	B. Silvopastoral	G	Actualmente su uso es de pastos y presenta una inclinación menor de 35°. Se requiere establecer plantaciones forestales para un posterior uso combinado bosque y ganadería
Bosque Agroforestal	Cultivos	B. Agroforestal	H	Su uso actual es principalmente el cultivo de café. La meta futura es la actividad combinada de bosque y cultivos.
Áreas No Forestales	Pastos, Cultivos, Otros	Áreas No Forestales	J	Mantener el mismo uso de la tierra.
Bosque Ciudadano	B. Natural y B. Artificial	Parque forestal	K	En la actualidad tiene bosque natural, bosque artificial o pastos. La meta futura es establecer un parque forestal para ciudadanos

Observación: Dentro de los mapas únicamente aparecen los símbolos de las categorías de trabajo forestal.

## 5-2 Criterios de conservación forestal

### 5-2-1 Características de los criterios

El término conservación forestal que se usa en esta sección tiene los significados de mantenimiento del ambiente natural que compone el bosque (árboles y tierra), protección de las áreas forestales (incluso las áreas que se consideran deseables transformarlas futuramente en bosques) contra calamidades, protección de la función de conservación de agua y de otras funciones de beneficio público del bosque.

Así en la definición de los criterios, se han clasificado los bosques en grupos tomando en consideración las funciones del bosque, exceptuando la producción de madera y analizando dichas funciones desde el punto de vista de su efecto. Para cada grupo se ha establecido un criterio de conservación apropiado.

### 5-2-2 Criterios para la selección de los bosques de conservación

Las condiciones naturales y las condiciones sociales, identificadas a través de los estudios básicos y otros estudios, están íntimamente relacionadas con la selección de los bosques (árboles y tierra) de conservación. Los bosques que se deben conservar han sido divididos en los 5 grupos que se mencionan más abajo; tomando en consideración dichos conceptos, los criterios de selección han sido establecidos después de identificar los aspectos que necesitan conservación, para que los bosques en cuestión puedan desempeñar sus funciones de la mejor manera posible.

- 1) Áreas donde se necesita mantener la ecología forestal debido a grandes altitudes y otros factores afines.

Masas forestales que tienen proporciones considerables de bosques naturales de flora alpina y/o sub-alpina, etc. de características superiores, donde se piensa que la recuperación sea muy prolongada o hasta imposible cuando el ecosistema forestal haya sido artificialmente alterado en forma incompatible con las condiciones climáticas locales. Esta categoría corresponde a las áreas planas o de suave declividad de los bosques de conservación de la Cordillera Central con altitudes iguales o superiores a 3,500 m, así como áreas escarpadas y áreas expuestas a la acción de los vientos con altitudes superiores a 3,400 m.

2) Areas con flora y fauna de alto valor ecológico

Areas que comprenden grupos de flora y fauna de alto valor ecológico.

3) Lugares con peligro de devastación debido a las condiciones topográficas y geológicas.

En la topografía con pendientes escarpadas, los lugares donde hay peligro de derribo de taludes, colapsos, etc., debido a las condiciones del suelo y de la vegetación, así como en sus vecindades, sitios con peligro de erosión en las orillas y en los manantiales de los ríos. Concretamente, los lugares que se mencionan abajo pertenecen a esta categoría.

Cuadro 5-2-1 Lugares con peligro de devastación debido a las condiciones topográficas y geológicas

Lugar	Característica
Conservación de pendientes escarpadas	Todos los lugares con declividad igual o superior a 45 °, y los lugares con declividad de 35° a 45° donde hay peligro de colapsos
Conservación de lugares con derrumbamiento	Areas dentro de un radio de 50 m a 100 m alrededor de focos de derrumbe
Conservación de las orillas de los ríos	Fajas con anchuras de 50 m a 100 m en las dos orillas de los ríos
Conservación de las cabeceras de los ríos	A partir del punto del nacimiento del río en área circular de 50 m a 100 m

4) Areas forestales con funciones sanitarias, culturales, educacionales, etc.

Areas que comprenden bosques de alto valor ecológico, paisajístico, histórico, cultural y/o arqueológico que contribuyen a mejorar el nivel educacional y cultural, así como promover la salud de la población. Bosques que vayan a ser cultivados con dichas finalidades.

5) Areas de fuentes de agua importantes

Areas que tengan centros urbanos, etc. ubicados, más abajo y que necesiten desempeñar las funciones de conservación de agua para consumo humano.

### 5-2-3 Criterios de conservación forestal

Los siguientes criterios de manejo forestal son aplicables a las áreas que hayan sido elegidas como objeto de conservación forestal.

#### 1) Áreas que necesitan conservación de la ecología forestal

En principio, se prohíbe la ejecución de los trabajos forestales en estas áreas. Se prohíben además las siguientes actividades:

- Explotación agrícola y otras actividades que puedan modificar el terreno, así como la extracción de arena, piedra, etc.
- Construcción y ampliación de casas, edificios y otras estructuras
- Extracción de plantas, ramas y hojas caídas, así como la captura de animales
- Ganadería
- Quemadas, Hogueras

#### 2) Áreas con flora y fauna ecológicamente importantes

En principio, se prohíbe el aprovechamiento forestal en estas áreas

Cuando se necesite hacer cortas para estudios científicos y cuando haya proliferación de insectos nocivos, etc., se debe limitar la corta al mínimo absolutamente indispensable.

Las prohibiciones que han sido mencionadas en la cláusula anterior se aplican también a este caso.

#### 3) Lugares con peligro de devastación debido a la topografía y la geología

Se necesita conservar los bosques existentes para evitar derrumbes de tierras, colapsos, etc. Además, en las áreas sin árboles se deben tomar medidas dinámicas para reforestarlas. Se deben aplicar los siguientes métodos de trabajo forestal:

Cuadro 5-2-2 Métodos de trabajo forestal en las áreas sin árboles

Trabajo forestal	Especies para plantación	No. árboles/há	Observaciones
Lugar			
Pendientes Escarpadas	Al, On, Pp, Ci, E, Pr	400 - 625 árboles/há	Se requiere tratamiento silvicultural
Lugares con derrumbes	Al, On, Ac, E,	"	"
Orillas de los ríos	Al, Pp, On, Ci	"	"
Cabeceras de los ríos	Al, On, Pp, Ci	"	"

Al = Aliso                      Pp = *Pinus patula*      Ci = Ciprés                      Pr = *Pinus radiata*  
 E = Eucalipto                Ac = Acacia                On = Otras Nativas

En virtud a que es necesario reforestar muy pronto así como a que se prevén buenos resultados, se eligieron las anteriores especies excepto otras nativas que corresponden a las estudiadas en al Plan Modelo de Manejo Forestal, sin embargo en el futuro se tiene que dar preferencia a las especies nativas, excepto el Aliso, cuando se conozcan las técnicas de producción de plántulas, de cuidado, etc. de especies nativas.

4) Bosques con funciones sanitarias, educacionales, etc.

Los bosques que, en vista de las condiciones naturales y las exigencias sociales, desempeñan funciones sanitarias, culturales y educacionales, se deben manejar de manera adecuada para realizar sus funciones.

- Bosque con categoría de Parque Nacional  
Se deben ejecutar trabajos forestales equivalentes a los mencionados en 1).
- Bosques localizados en áreas turísticas y de entretenimiento  
Se deben ejecutar trabajos forestales que incluyan cortas de mejoramiento, etc. para embellecer el paisaje.
- Bosques localizados en las vecindades de pueblos que necesitan desempeñar funciones sanitarias y educacionales  
Ejecución de trabajos forestales rectificativos orientados hacia la distribución de árboles paisajísticos, árboles de alimentos para los pájaros, etc. con espaciamientos adecuados.

Ejemplos concretos de disposición de estos tipos de bosques han sido indicados en "Bosque Ciudadano" del Plan Modelo de Manizales. Estos ejemplos se pueden utilizar como referencia.

#### 5) Areas de fuentes de agua importantes

En estas áreas se deben ejecutar los trabajos forestales para formar bosques de gran vitalidad para mantener y mejorar las capacidades de penetración y de conservación de agua del suelo forestal. Para los detalles concretos se deben aplicar los criterios de las secciones correspondientes.

Puesto que la totalidad del Area Modelo de Manizales es una zona forestal de manantiales importantes, se debe usar su Plan Modelo como referencia.

### 5-3 Criterios para el mejoramiento de la fisonomía forestal

#### 5-3-1 Características de los criterios

Estos criterios son aplicables a los bosques en el Area Modelo y tienen la finalidad de indicar los métodos adecuados para mejorar su desarrollo.

#### 5-3-2 Criterios para la selección de bosques que necesitan mejoramiento

Los bosques que necesitan mejoramiento fueron seleccionados según los siguientes criterios, los cuales fueron definidos en los estudios básicos del capítulo anterior:

#### 1) Grado de deterioro de la fisonomía

##### (1) Los bosques con baja densidad

- Bosques totalmente aniquilados
- Bosques dispersos con densidad de copas menor del 40%
- Bosques con espacios en blanco, de forma circular o linealmente distribuidos, de tamaño igual o superior a 0.5há.

##### (2) Los bosques con densidad excesiva

- Bosques muy densos que impiden la penetración de la luz dentro del bosque y el desarrollo del sotobosque.



- (3) Los bosques con desarrollo insuficiente
  - Bosques que presentan mal desarrollo en cuanto a alturas, diámetros, tamaño de copas, etc.
- 2) Bosques objeto de mejoramiento  
Los siguientes bosques comprendidos en 1):
  - (1) Bosques naturales  
Los Bosques de Protección I y los Bosques de Protección II.
  - (2) Bosques artificiales  
Los Bosques de Producción, Protección II, Silvopastoril y Agroforestal.

### 5-3-3 Criterios para el mejoramiento de bosques

#### 1) Método de mejoramiento

Estos métodos se plantean de acuerdo al factor de deterioro de los bosques. Y se efectúa la selección necesaria desde dentro de los siguientes métodos.

- Reforestación con otras especies (en principio se debe cambiar la especie a plantar)
- Plantación complementaria (en principio no se debe cambiar la especie)
- Mejoramiento de la tierra forestal (arado, drenajes, terraplenes, etc.)
- Cuidado (limpieza de malezas, cortas de recuperación, entresacas, corte de bejucos, etc.)
- Aplicación de fertilizantes (suministro de fertilizantes químicos, materiales orgánicos, etc.)
- Plantación de árboles fertilizantes (árboles mejorados del suelo, árboles hidrófilos)

#### 2) Época de mejoramiento

En principio, se deben efectuar los trabajos de mejoramiento inmediatamente después de identificar cualquier deterioro en la fisonomía forestal. Sin embargo, dependiendo de la diferencia entre el costo de mejoramiento y de los beneficios esperados, se pueden repetir las observaciones hasta un nuevo juicio, independientemente del grado de deterioro.

Cuadro 5-3-1 Criterios de mejoramiento forestal

Fenómeno de deterioro forestal	Fenómeno		Situación	Método de mejoramiento
	Bosques con baja densidad	Bosques totalmente aniquilados	Los bosques presentan una mortalidad total.	Se debe ejecutar la combinación adecuada de los métodos de mejoramiento necesarios, según las condiciones de cada masa forestal.
Bosques dispersos		Presentan una densidad de copa menor del 40 %.		
Bosques muy dispersos		Presentan espacios en forma circular de tamaño superior a 0.5 há.		
Bosques con densidad excesiva	Bosques muy dispersos	Presenta espacios en forma linealmente distribuidos con tamaño superior a 0.5 há.	Bosques muy densos que impiden la penetración de la luz y el desarrollo del sotobosque.	
	Bosques con alto número de árboles/há			
Bosques con mal crecimiento	Altura insuficiente	Son bosques que presentan malos desarrollos en cuanto a alturas, diámetro, tamaño y formas.		
	Diámetro insuficiente			
	Copa insuficiente Forma inadecuada etc.			

#### 5-4 Criterios para rehabilitación de tierras devastadas

##### 5-4-1 Características de los criterios

En el área intensiva hay pocos indicios que permitan identificar las áreas peligrosas y no es posible especificar las peculiaridades de las áreas con devastaciones frecuentes. Así, es difícil atribuir características especiales a estos criterios de rehabilitación. Por consiguiente, en estos criterios se establecen las condiciones necesarias de la rehabilitación, para las áreas degradadas actuales. Además, puesto que la posibilidad de apareamiento de otro tipo de devastaciones en el área intensiva, no es probable, no se tomarán en consideración las medidas de carácter preventivo. Por lo tanto, las medidas de conservación forestal orientada hacia la restauración de áreas actuales, tendrán prioridad en estos criterios.

#### 5-4-2 Criterios para la selección de las áreas objetos de rehabilitación

##### 1) Tipos de devastación objeto de rehabilitación

Los derrumbes en las laderas de las montañas, las torrentes y la erosión de las orillas de los valles, son los casos más frecuentes de devastación forestal y tendrán prioridad como objetos de restauración.

##### 2) Condiciones para la especificación de las áreas objetos de rehabilitación

Las áreas devastadas objeto de restauración presentan focos de devastación que tengan influencia directa sobre la situación. La especificación se hace según la importancia de la conservación. Los objetos de conservación son los poblados (casas), carreteras, ferrocarriles, cañerías de agua, cables de electricidad, escuelas, hospitales, templos religiosos, parques, fábricas, oficinas, tierras agrícolas, pastos, etc..

##### 3) Areas objeto de rehabilitación

El área objeto de rehabilitación debe comprender desde el foco de devastación hasta los límites necesarios para mantenimiento del área objeto de conservación, incluso la ejecución de medidas preventivas en las partes inferiores de las vertientes.

#### 5-4-3 Criterios para la rehabilitación de las áreas devastadas

##### 1) Evaluación del grado de urgencia de las obras de rehabilitación

###### (1) Concepto sobre el grado de urgencia

En las obras de rehabilitación se debe atribuir prioridad absoluta a las medidas para evitar pérdidas humanas, seguido de las medidas relacionadas a la garantía del desarrollo regular de las actividades cotidianas, es necesario tomar en consideración el grado de importancia de las instalaciones de varios tipos. De cualquier manera, se debe atribuir prioridad a las instalaciones relacionadas con los elementos más débiles de la sociedad (niños, ancianos, enfermos, etc.).

(2) Clasificación de los objetos de conservación (estándar)

- Clase A: Instalaciones relacionadas con usos residenciales (viviendas, hospitales, escuelas)
- Clase B: Instalaciones relacionadas con la vida cotidiana (acueducto, alcantarillados, cables de electricidad)
- Clase C: Instalaciones de comunicación (carreteras, ferrocarriles, teléfonos)
- Clase D: Instalaciones culturales (templos religiosos, parques)
- Clase E: Instalaciones públicas (oficinas gubernamentales, bancos)
- Clase F: Instalaciones comerciales (grandes almacenes, tiendas, oficinas)
- Clase G: Instalaciones industriales (fábricas, oficinas)
- Clase H: Instalaciones agropecuarias (granjas, fincas)

2) Criterios para la selección de los métodos de rehabilitación

(1) Métodos de rehabilitación por tipo de devastación

Se debe elegir el método más adecuado para cada caso entre los mencionados a continuación:

- ① Métodos para la rehabilitación de derrumbes en las laderas de las montañas  
Estabilización de taludes, trinchos, terracetas, plantación de árboles en las laderas de las montañas.
- ② Rehabilitación de la erosión en los taludes de los ríos  
Obras de protección de las orillas, estabilización de taludes, trinchos, terracetas, plantación de árboles en las laderas de las montañas.
- ③ Corrección de torrentes  
Presas sencillas, obras de protección de las orillas, estabilización de taludes, trinchos, terracetas, plantación de árboles en las laderas de las montañas.

(2) Explicación de la construcción de obras

El objeto y las áreas a rehabilitar se presentan en el Cuadro 5-4-1. En el Anexo No. 12 se explican con mayor detalle las especificaciones estándar de las obras de rehabilitación. El método ha sido formulado con atención especial a las condiciones ecológicas y a través del uso de materiales disponibles en la región.

Cuadro 5-4-1 Método de rehabilitación de las tierras devastadas

Método de obra	Objeto	Area a rehabilitar
Estabilización de Taludes	Tiene como finalidad el suavizar vertientes inestables. Se eliminan las capas de tierra susceptible de deslizar.	Se aplica a la cabeza del foco del derrumbe en los puntos donde hay capas de tierra en forma de proyección.
Construcción de Trinchos	Tiene como finalidad el estabilizar las tierras de los cortes de taludes; el reducir el declive de las vertientes; el establecimiento y soporte para el cambio de dirección en los codos de los canales de irrigación y de los conductos cerrados; el dispersar las escorrentías superficiales de agua	Lugares donde se hace el corte de grandes volúmenes de tierra en los taludes y que tienen además gran sedimentación de tierra y se necesita minimizar el movimiento y la erosión de tierra. Lugares donde se necesita evitar el colapso de masas de tierra inestables con peligro de derrumbamiento. Lugares donde se requiere evitar el movimiento de las capas superficiales en forma de deslizamiento.
Instalación de Barreras	"	"
Terracetos	Es el método donde se construyen terrazas en la declividad de las laderas de montañas para evitar el movimiento del suelo superficial debido a la escorrentía.	Lugares donde hay movimiento del suelo, por efecto del agua superficial.
Plantación en Laderas de Montañas	Tiene como finalidad el consolidar los agregados del suelo en las laderas de las montañas.	Se utiliza en vertientes muy escarpadas así como en lugares donde las condiciones del suelo son muy malas, o en aquellos sitios en donde se han efectuado obras de estabilización de taludes.
Presa Sencilla de Hormigón	Tiene como finalidad mitigar la declividad del cauce de las corrientes, para evitar la erosión en dirección longitudinal y transversal; estabilizar el piedemonte para evitar la devastación causada por flujo de sedimentos en el cauce y orillas de las corrientes evitando flujo de tierra hacia abajo.	Se usan en las corrientes relativamente pequeñas. La construcción de este tipo de presa aislada no es conveniente; normalmente se construyen varias en forma de terrazas o en grupos.
Obras de Protección de las Orillas	Tiene como función el evitar la erosión transversal de las orillas de las corrientes y evitar el derrumbamiento de las laderas de las montañas. Además el proteger las construcciones de las faldas de montañas.	Se efectúan en lugares donde las corrientes de agua chocan con las paredes del cauce o en sitios de las orillas del valle donde el suelo es débil, etc.

## 5-5 Criterios de manejo forestal

### 5-5-1 Características de los criterios

Estos criterios se aplican a los bosques con fines de producción. La finalidad es aumentar el volumen de los recursos naturales útiles a través del establecimiento de un sistema de ejecución de los trabajos forestales.

Las características básicas de estos criterios son las siguientes.

- (1) Aumentar los recursos naturales útiles a través de la promoción de la reforestación artificial.
- (2) Mantener y mejorar las funciones de beneficio público de los bosques, tales como la conservación de los manantiales, la conservación del suelo, la protección del ecosistema, etc.
- (3) Realizar una armonización entre la silvicultura y las demás actividades económicas tales como la agricultura, la ganadería, etc.
- (4) Definir claramente las características de manejo forestal y estandarizar los trabajos forestales.

### 5-5-2 Criterios de las categorías de trabajo forestal

#### 1) Categorías de trabajo forestal

Dentro del Area Intensiva se han dividido en cuatro las áreas de manejo forestal, y respectivamente se deben efectuar los siguientes trabajos forestales.

- (1) Bosques de Producción
- (2) Bosques de Protección II
- (3) Bosques Silvopastoriles
- (4) Bosques Agroforestales

#### 2) Criterios de selección de las áreas objeto de trabajo forestal

De acuerdo a cada categoría se tienen los siguientes criterios:

(1) Bosques de Producción

- ① Areas que tienen actualmente bosques artificiales y que seguirán siendo bosques artificiales, con producción de productos forestales también en el futuro.
- ② Areas que tienen actualmente pastos y que poseen áreas iguales o superiores a 5 há, además tienen inclinación entre 35 ° a 45°, las cuales son adecuadas para la producción de madera y que se encuentran localizadas dentro de una distancia aproximada de 1 km de la carretera.

(2) Bosques de Protección II

Lugares donde se ejecutarán los trabajos forestales durante un cierto tiempo en los bosques (naturales y artificiales) existentes, para transformarlos en el futuro en reservas forestales.

(3) Bosques Silvopastoriles

Areas que tienen actualmente pastos o prados con inclinación inferior a 35 ° apropiadas para ser convertidas a Bosques Silvopastoriles y que se encuentran localizados dentro de una distancia aproximada de 1 km de las carreteras.

(4) Bosques Agroforestales

Areas que se dedican a actividades agrícolas principalmente cafetales apropiadas para la conversión en bosques agroforestales y situadas dentro de distancias inferiores aproximadas de 1 km de las carreteras.

5-5-3 Criterios para ejecución de los trabajos forestales

1) Bosques de Producción

(1) Método de corta

① Edad de corta

La edad estándar de corta deberá ser de 20 a 30 años para la producción de madera aserrada y de 10 años para una destinación de pulpa papel y cartón.

② Corta final

El método deberá ser de corta total de los árboles del bosque en áreas con superficie máxima de 20 hectáreas.

③ Entresaca

Para la corta final se deberán dejar aproximadamente 700 árboles por hectárea, es decir los árboles que exceden de ese número son objeto de entresaca. Hay una entresaca única y se realiza en el año 10.

(2) Método de regeneración

① El método de regeneración se efectúa de manera artificial por acción del hombre.

② Superficie de regeneración

La superficie de regeneración de cada lugar deberá ser inferior a aproximadamente 20 há. Cuando la superficie sea más grande, se deberá dividir por medio de fajas de árboles.

③ Especies a plantar

Las especies a plantar son el: *Pinus patula*, *Cupressus lusitanica*, *Alnus jorullensis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Pinus oocarpa*, *Pinus radiata*, etc. Estas especies poseen un alto grado de adaptabilidad a las condiciones naturales, especialmente en cuanto al suelo y topografía, rápido crecimiento, alto grado de sanidad y alto valor comercial de la madera.

④ Número de árboles por hectárea

El número de árboles está determinado básicamente por el objeto de producción y de las condiciones naturales del área, de la siguiente manera:

- Madera aserrada = 1,100 árboles/há (3 m x 3 m de distancia)
- Pulpa = 1,600 árboles/há (2.5 m x 2.5 m de distancia)



⑤ Preparación del terreno

La preparación del terreno consiste en adecuar las áreas para la próxima plantación.

⑥ Época de plantación

La época de plantación deberá ser en abril o mayo en el primer semestre y en septiembre u octubre en el segundo.

⑦ Fertilización

La fertilización se efectúa con el propósito de acelerar el crecimiento vertical de los árboles. Se debe realizar en el momento de la plantación en una cantidad de 40 kg por hectárea y con una proporción de 10-30-10-10 de N-P-K-B.

(3) Método de reforestación

Cuando la formación de bosques sea impracticable debido a los daños de varios tipos, se debe investigar cuidadosamente la situación real, analizar las causas del problema, y hacer la replantación de árboles para posibilitar la formación de bosques.

(4) Replante

Existen varias causas que han ocasionado una falta de crecimiento o muerte de las plántulas sembradas, por lo tanto hay que investigar los motivos de ese fenómeno y efectuar un pronto replante de esos arbolitos afectados.

(5) Cuidado

Los cuidados se efectuarán de acuerdo con el siguiente Cuadro 5-5-1, el cual presenta normas básicas de manejo. Sin embargo, hay que considerar que para cada caso hay que evaluar el tipo de crecimiento de la especie o el comportamiento de los árboles plantados y la vegetación circundante, para una posterior decisión en su cuidado.

Cuadro 5-5-1 Normas básicas de tratamiento

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuidado	Limpieza de malezas (2-3 veces)	Limpieza de malezas (2-3 veces)	Corta de lianas, bejucos y parasitas, Corta de mejoramiento		Podas	Corta de lianas y parasitas, Corta de mejoramiento				Entresaca, Poda de ramas

① Limpieza de malezas

En los bosques de producción se debe hacer la limpieza de malezas, 3 veces al año en las áreas de bajas altitudes y 2 veces al año en las áreas de grandes altitudes, durante los dos primeros años después de la plantación de los árboles.

El objeto de estas limpiezas es el evitar la competencia de las malezas hacia la plántula tanto por la luz como por los nutrientes del suelo.

② Corta de mejoramiento

El propósito de las cortas de liberación es eliminar árboles de la plantación con malas formas o mal desarrollo y sin ningún valor económico, al igual que algunas plantas del sotobosque que puedan generar algún tipo de competencia, para conformar un bosque sano y bien estructurado.

③ Poda de ramas

El objeto de las podas es el de mejorar la calidad de la madera al evitar la presencia de nudos.

Para los bosques con fines de producción de madera aserrada se deben hacer podas hasta por lo menos 2.5 metros arriba de la superficie del suelo, después de los 5 años de establecida la plantación.

También cuando se efectúa la entresaca, a los árboles que quedan en el bosque se les realiza otra poda hasta los 5 metros de altura.

Para los bosques de producción con fines de pulpa no se requieren podas.

(6) Medidas de protección

Las medidas de protección tienen como finalidad el desarrollar bosques sanos y se basan en reforzar algunas normas de prevención para organizar un sistema en contra

de las plagas, enfermedades y otros daños a través de un diagnóstico temprano del problema.

① Incendios forestales

Aunque el Area Intensiva presenta muy poca susceptibilidad a la presencia de incendios forestales dada su alta precipitación, número de días de lluvia al año y alta humedad relativa del aire, se requiere la educación de los habitantes locales. Al igual que es conveniente proporcionarles herramientas, insumos y un sistema de organización para la extinción de un eventual incendio forestal.

② Prevención y control de plagas y enfermedades

La principal causa de la presencia de plagas y enfermedades es la falta de tratamientos silviculturales del bosque, por lo tanto la forma más eficaz de prevención y control es el producir bosques sanos con las labores de cuidado oportunas. Sin embargo, cuando se establecen rodales grandes combinados con única especie, hay mayor riesgo de plagas y enfermedades, etc., para lo cual es recomendable establecer rodales pequeños combinados con varias especies.

Además con el fin de establecer un sistema para el diagnóstico, control y prevención en las etapas iniciales de los problemas, se deberá tener un contacto directo con los laboratorios de las entidades para identificar las causas de las plagas y enfermedades así como las circunstancias del daño, los agentes, su biología, etc., tendientes a elevar el nivel tecnológico en la materia.

2) Bosques de Protección II

(1) Edad de corta

La edad de corta se ha dividido en dos clases: 10 años, 20 años.

(2) Método de corta

Los bosques artificiales situados en microcuencas que surten acueductos municipales o bosques ubicados a lo largo de las fuentes de agua deberán ser aprovechados a los 10 años para dejar un total de 700 árboles por hectáreas, para el año 20 se efectuará otra corta en la que se dejarán 400 árboles por há.

(3) Método de regeneración

Este método se basa en la regeneración natural del bosque.

### 3) Bosques Silvopastoriles

#### (1) Método de corta

① Edad de corta

La edad de corta adecuada para este caso es de 20 años

② Corta final

Cuando se llega al final del turno se deberá realizar una corta total de los árboles plantados.

#### (2) Método de regeneración

① El método de regeneración se efectúa de manera artificial por acción del hombre. Se efectúa en seguida la replantación después de la corta.

② Especies a plantar

Las especies a plantar son las mismas que corresponden para el Bosque de Producción.

③ Número de árboles por hectárea

El número de árboles es de 400 árboles por hectárea.

④ Preparación del terreno

En general cuando se realiza por primera vez esta actividad no requiere limpieza del terreno, por cuanto su uso actual son los pastos. Sin embargo, en las siguientes siembras la preparación del terreno es la misma que corresponden para el Bosque de Producción.

⑤ Época de plantación

La época de plantación deberá ser en abril o marzo en el primer semestre y en septiembre u octubre en el segundo.

#### (3) Método de reforestación

Se aplican las mismas consideraciones que para el Bosque de Producción.

(4) Replante

Se aplican las mismas consideraciones que para el Bosque de Producción.

(5) Cuidado

① Limpieza

② Corta de lianas bejucos y parasitas

③ Cortas de recuperación

Estos cuidados se realizan en caso de que sea necesario, por cuanto la situación de uso de las tierras es de praderas.

④ Poda de ramas

Se efectúan las podas en caso de que sea necesario, para proporcionar luz al desarrollo para los pastos.

(6) Métodos de protección

Se aplican las mismas consideraciones que para los Bosques de Producción.

4) Bosques Agroforestales

(1) Método de corta

① Edad de corta

La edad de corta adecuada es de 20 años

② Corta final

La corta final se efectuará cuando haya renovación de los cafetales.

(2) Método de regeneración

① Método de regeneración

El Método de regeneración se realiza de manera artificial.

② Especies a plantar

Para esta selección es preciso considerar árboles que proporcionan sombra para el café al igual que especies que tengan producción moderable. Por ejemplo:

Nogal cafetero	<i>Cordia alliodora</i>
Ocobo	<i>Tabebuia roseae</i>
Cedro	<i>Cedrela angustifolia</i>
Guamo	<i>Inga sp.</i>
Candelero	<i>Croton cupreatus</i>

③ Número de árboles

El número de árboles es de 200 por hectárea a una distancia estimada de 10 m x 5 m.

④ Preparación del terreno

En general no se requiere preparación del terreno en razón a que su uso actual son los cultivos. Cuando haya renovación de cafetales la preparación del terreno es la misma que corresponden para el Bosque de Producción.

⑤ Época de plantación

La época de plantación deberá ser en abril o mayo en el primer semestre y en septiembre u octubre en el segundo.

(3) Método de reforestación

Igual que para el Bosque de Producción

(4) Replante

Igual que para el Bosque de Producción

(5) Cuidado

Igual que para el Bosque Silvopastoril

(6) Medidas de protección

Igual que las señaladas para el Bosque de Producción

5-5-4 Criterios para la producción de plántulas

Para la producción de plántulas es indispensable que el Gobierno Nacional y otras entidades, organicen y orienten las actividades de oferta y demanda para el desarrollo de los planes de reforestación de gran escala, garanticen la producción de material vegetativo sano y vigoroso, y tengan fondos sostenidos según el caso. Las técnicas generales son las siguientes:

- 1) Condiciones para la selección del terreno para el vivero.
  - (1) Las condiciones ambientales deben ser similares al sitio de plantación de los árboles.
  - (2) Se debe elegir un sitio de topografía plana. En el sitio que tenga cualquier inclinación, se deben construir terrazas para mantener los germinadores en posición horizontal.
  - (3) Es muy importante que el sitio que tenga buena calidad del suelo.
  - (4) Debe haber abundante disponibilidad de agua en cercanías del vivero.
  - (5) La distancia del vivero al sitio de plantación deberá ser corta para evitar un transporte de las plántulas demasiado largo.
  - (6) Deberá existir una disponibilidad permanente y fácil de mano de obra.
- 2) Tamaño del vivero

En el caso de plántulas en bolsas que tengan 5 cm de diámetro, se puede calcular el tamaño de las instalaciones para la producción de plántulas como el siguiente ejemplo:

(Factores)	Superficie de plantación:	100 há/año
	Cantidad necesaria de plántulas:	110,000 plántulas/año (100 há x 1,100 árboles)
	Porcentaje de plántulas sobrevivientes:	70% (valor estimado)
	Porcentaje como imprevistos:	10% (valor estimado)
	Producción necesaria:	173,000 plántulas/año
(Tamaño)	Areas de germinadores (almácigos):	87 m <sup>2</sup> (2,000 semillas/m <sup>2</sup> )
	Areas de eras de crecimiento:	433 m <sup>2</sup> (400 plántulas/m <sup>2</sup> )
	Area de reserva:	480 m <sup>2</sup> (caminos, vías, etc.)

Total:

1,000 m<sup>2</sup>

Instalaciones accesorias: Taller, almacén, lugar de descanso, oficina, garage, instalaciones suministro de agua, vías, etc.

3) Obtención y almacenamiento de semillas

En este momento es conveniente adquirir las semillas por compra, pero en el futuro es recomendable obtener las semillas de árboles de la zona con características superiores (árbol madre).

4) Siembra de las semillas y cuidado de las plantillas

(1) Época de siembra

En consideración a la época de plantación, la siembra de las semillas para la plantación en el Área Intensiva deberá efectuarse para las especies coníferas, como pinos y cipreses, en agosto o enero y para las latifoliadas, como el Aliso y Eucaliptos, en noviembre o abril.

(2) Desinfección de las semillas

Por método emparado, se deben desinfectar las semillas mediante contacto con un fungicida para evitar contaminación por efecto de hongos.

(3) Sombra de protección

Deberán instalarse cobertizos con tela sobre los germinadores para proteger a las semillas de la lluvia y del sol.

(4) Irrigación

Dependiendo de la situación de las lluvias se deben irrigar las plántulas del vivero con el propósito de evitar su desecación.

(5) Cronograma de actividades

A manera de ejemplo se presenta un cronograma sencillo para la especie *Pinus patula*.



Cuadro 5-5-2 Cronograma para *Pinus patula*

Actividad	Meses											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Construcción y preparación de tierra	-----											
Preparación de germinadores		-----										
Preparación de eras de crecimiento		-----										
Siembra de semillas			-----									
Transplante a bolsas			-----									
Limpieza de malezas				-----								
Irrigación			-----									
Plantación											-----	

## 5-6 Criterios para la apertura de caminos forestales

### 5-6-1 Características de los criterios

Estos criterios se aplican principalmente para el manejo forestal de bosques con fines de producción.

### 5-6-2 Criterios para la construcción de caminos forestales

#### 1) Fines en la disposición de caminos forestales

Se diseñará una red de caminos forestales de la manera más racional y económicamente posible, para la extracción de maderas de los bosques que requieren manejo, para lo cual se calculará la longitud de caminos necesarios para tal propósito. En la situación actual, los bosques que tengan en sus cercanías carreteras en distancias menores a un kilómetro pueden ser aprovechados, pero para aquellos que no tengan acceso de vías en esa distancia, es necesario construirles otros caminos

forestales. De manera general, cuanto más intensiva sea la actividad silvicultural, tanto más alta la densidad de los caminos forestales necesarios.

A manera de ejemplo la densidad de caminos forestales es la siguiente:

Bosque situado dentro de 1 km de la carretera: 5m/há

Bosque situado dentro de 500 m de la carretera: 10m/há

## 2) Ubicación de caminos forestales

Hay dos factores importantes para tomar la decisión de la ubicación en donde construir los caminos adecuadamente, uno de ellos es el bajo costo por unidad de superficie y el segundo es su alta utilización, al igual que aquellas consideraciones indispensables para la conservación del medio ambiental.

Estos factores varían mucho de acuerdo con las características de la topografía en donde se piensa construir la vía.

En general se construye la vía en la cresta de la montaña que permita un buen panorama y facilidad en su construcción. Sin embargo, en el área intensiva, se encuentran montañas geológicamente estabilizadas cuya cresta se sitúa a muy grandes altitudes y sus vertientes conforman valles estrechos en forma de "V" con inclinaciones muy pronunciadas y quebradas, por lo tanto, es preciso construir los caminos a media ladera siguiendo el contorno de las curvas de nivel y teniendo en cuenta además los siguientes aspectos, los cuales es preciso solucionar:

- (1) Preferiblemente se debe hacer el trazado de los caminos en las crestas de la montaña, y en caso de que no sea posible, se efectuará en el punto de cambio de inclinación de la pendiente de la ladera.
- (2) Se deben evitar terrenos de consistencia blanda, especialmente los de características muy húmedas y pantanosas.
- (3) Se debe dar prioridad a los lugares con declividad suave, con el fin de minimizar las obras de corte de taludes y terraplenes. Además se debe definir el trazo de los caminos, en lo posible, a lo largo de la línea de la topografía natural de las montañas para evitar puentes y túneles.
- (4) La ubicación de la vía se localizará de tal forma que evite que algún lugar del bosque sea inaccesible a la extracción de maderas desde ese camino.

### 3) Especificaciones de los caminos forestales

Dado que las condiciones topográficas del Area Intensiva son muy difíciles, los caminos forestales deberán dar uso a camiones con capacidad aproximada de 4 toneladas. Las especificaciones estándar se presentan a continuación:

Velocidad de diseño	:	20 - 30 km/h
Anchura de caminos	:	3,0m
Anchura de cunetas	:	0.5m a cada lado
Radio de curvatura	:	Velocidad de 30 km/h : 30m Velocidad de 20 km/h : 15m
Anchura de las curvas	:	El peralte deberá ser menor de 8% y es necesario ampliar la anchura de la curva según el lugar.
Distancia de visibilidad	:	Velocidad de 30 km/h : 30m Velocidad de 20 km/h : 20m
Inclinación longitudinal	:	Velocidad de 30 km/h : 8% Velocidad de 20 km/h : 9%
Bahías de estacionamiento y de retorno	:	Ubicación cada 500 m anchura de la vía 5.0 m o más y longitud de la bahía 20 m o más.
Instalaciones de drenaje	:	Construcción de canales laterales, colectores de aguas, etc. Evitar terraplenes en los lugares de desague de los canales.

### 4) Método de obra para la apertura de caminos forestales

El método de obra adecuado para la apertura de los caminos forestales se debe elegir según las condiciones locales del sitio tales como la topografía, el suelo, etc, dando la prioridad a la garantía de la seguridad del tráfico así como a las medidas necesarias para la conservación del medio ambiente.

En general con estas obras se debe procurar la no alteración de la topografía del terreno en cuanto a su forma y calidad así como evitar el traslado de grandes volúmenes de tierra resultantes de la operación del corte de taludes y rellenos. No obstante, las condiciones del relieve del Area Intensiva señalan que la mayoría de las obras son de corte y en muy pocos casos de construcción de terraplenes. El método de obra estándar es el siguiente:

(1) Estabilización de los taludes de los cortes

En el caso estándar la declividad del talud de corte deberá ser del 1:0.80 para tierras normales, 1:0.60 para tierras con alto grado de cohesión y 1:0.30 para rocas. Puesto que la proliferación de la vegetación natural es muy rápida, en principio no se necesita hacer ninguna protección de los taludes, dejándolos estabilizar naturalmente.

En los casos en los que por su fragilidad no se desarrolle la vegetación se debe elegir el método más adecuado de los mencionados en los Criterios de Rehabilitación de las Áreas Devastadas del numeral 5-4-3

(2) Estabilización de taludes de los terraplenes

Se debe elegir el método más adecuado de los señalados en los Criterios de Rehabilitación de las Áreas Devastadas además de las indicadas para protección de orillas. En principio se deben usar materiales de alta resistencia en las obras estructurales, puesto que se transportarán objetos pesados.

(3) Tratamiento de los escombros

En principio, se deben transportar los escombros a la escombrera, y se debe evitar echarlos en el sitio de corte.

El sitio seleccionado deberá ser ligeramente cóncavo o húmedo y tendrá una utilización posterior como bahías de estacionamiento o de retorno de los vehículos u otro tipo de uso necesario para el manejo del bosque. A este sitio de depósito se le deben efectuar las obras de arte necesarias para proporcionarle la estabilidad adecuada para labores de trabajo.

(4) Método de obra para construcción de drenajes

Las construcciones de drenaje tienen la función de eliminar las aguas lluvias que afluyan a los caminos forestales a través de la superficie del camino o por la parte superior del talud, así como la exudación de las aguas subterráneas en el interior de los taludes de los cortes. Además dichas construcciones se usan en los cruces de las quebradas y manantiales.

Las obras estándares de las construcciones de drenaje se indican a continuación:

- Canales laterales (cunetas en forma de "U" o "V" excavación sencilla de madera)

- Canales transversales (incluso de hormigón, acero, madera, conductos cerrados, etc.)
- Colectores de agua (excavación sencilla, hormigón, madera, etc.)
- Obras en cruces de río (incluso hormigón, tubos de acero, puente rebosadero, desagüe por encima de la calzada, etc.)

5) Administración de camino forestal

El mantenimiento adecuado y oportuno de los caminos forestales, aseguran una larga vida de la carretera a la vez que permiten un tránsito seguro y confiable. En consecuencia, es preciso designar un administrador responsable para efectuar esta labor de manera permanente y que organice las siguientes medidas:

- (1) Control del paso de vehículos
- (2) Restricción del exceso de peso de los vehículos
- (3) Control de la velocidad
- (4) Otras medidas necesarias que eviten eventuales peligros que afectan la estructura de la vía o que sean de algún riesgo humano.

5-6-3 Modelo de diseño de la construcción de los caminos forestales

Veáse en el Anexo No. 13, un modelo de diseño de la construcción de los caminos forestales.



**Capítulo 6**  
**Plan Modelo de Manejo Forestal**





## Capítulo 6 Plan Modelo de Manejo Forestal

### 6-1 Plan Modelo del Río Tapias

#### 6-1-1 Generalidades

El área modelo del Río Tapias está situada en la parte occidental de la Cordillera de los Andes, en la cuenca del Río Tapias, y comprende una vasta área que se extiende desde la ciudad de Neira, situada en la extremidad occidental del área intensiva, hasta la cresta de la cordillera. La faja comprendida dentro de una distancia de 15Km en los dos lados de la cresta de la Cordillera Central ha sido designada como bosque nacional, bajo el nombre de Bosque de Protección Central por la Ley 2a. de 1959. Sin embargo, la forma actual de posesión de todas las tierras es privada. Como resultado de dicha situación, la explotación de las tierras para finalidades agrícolas y pecuarias está bastante avanzada desde el pié de la montaña hasta la dirección de las cumbres, a pesar de que la topografía se caracteriza por declividades escarpadas con avanzado estado de complicadas formas de disección. Aproximadamente la mitad de los bosques de protección central se halla ocupada, por el bosque natural. Así, el desempeño de varias funciones de los bosques restantes es un problema de importancia primordial. Desde ese punto de vista, el presente Plan Modelo se enfocará básicamente tanto en la conservación y sostenimiento, de los bosques existentes, como en la rehabilitación de las áreas dedicadas a la ganadería y agricultura que corren riesgos de ser degradadas. La duración del plan tendrá 5 años.

#### 6-1-2 Situación actual del área modelo

##### 1) Situación general

Aproximadamente el 70% del área modelo del Río Tapias pertenece a la parte alta del mismo río, y el 30% a la parte alta del Río Guacaica como se indica en el Cuadro 4-1-3, el uso de la tierra de este área modelo consta del 50.2% de bosques, el 30.9% de pastos y el 9.5% de páramos. Esta es una forma típica de uso de la tierra en la zona de la Cordillera Central. Examinando la situación según altitudes, se puede observar que en las vecindades de altitudes de 1,500m a 2,000m las tierras agrícolas y ganaderas ocupan aproximadamente el 30% cada una, superando el porcentaje de los bosques. En las zonas con altitudes de 2,000m a 3,000m hay un aumento de las tierras para ganadería, y en las zonas de 3,000m a 3,500m hay un gran porcentaje de bosques y páramos. Dicha forma de uso de la tierra es consecuencia del proceso

histórico muy prolongado de las actividades económicas del país (agricultura y ganadería). Se puede decir que los bosques han sido considerados como obstáculos que estorban el proceso de desarrollo económico, y han sido cortados de manera sistemática desde las zonas de bajas altitudes hacia las grandes altitudes. Actualmente no hay áreas degradadas que deban ser rehabilitadas, sin embargo, si el número de viviendas y otras instalaciones siguen aumentando y la corta del bosque sigue progresando de la misma manera, se piensa que las áreas que necesitan rehabilitación también aumentarán.

## 2) Análisis topográfico por medio de cuadrículas

Con la finalidad de formular el Plan Modelo, se ha realizado el análisis de las condiciones naturales que comprenden la topografía, la orientación, la declividad, las ondulaciones, la densidad de valles y la altitud. El análisis ha sido realizado trazando una cuadrícula de 6.25 há (250m x 250m) sobre el mapa básico de 1:5,000 y la determinación de las varias condiciones ha sido realizada en cada división de la cuadrícula, puesto que los linderos han sido incluidos en la malla, este área se compone de 1,864 cuadrículas que totalizan una superficie de 11,650há.

### (1) Método de desición

Los desiciones han sido realizadas según el método que se describe a continuación:

#### ① Topografía

La topografía que ocupa el porcentaje más grande de superficie dentro de la cuadrícula ha sido interpretada a través de la configuración de las curvas de nivel. Las categorías topográficas que han sido tomadas en consideración son las mesetas (cumbres de montañas), concavidades en las faldas de las montañas, superficies equilibradas en las faldas de las montañas, convexidades en las faldas de las montañas, y terrenos compuestos en las faldas de las montañas.

#### ② Orientación

La orientación de la declividad que ocupa el porcentaje más grande dentro de la cuadrícula ha sido interpretada tomando en consideración 8 orientaciones (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO). El elemento de malla en cuestión ha sido considerado omnidireccional cuando la declividad del terreno es nula o muy pequeña.

③ Declividad

La declividad ha sido calculada a partir del número de curvas de nivel existentes dentro de la cuadrícula. Puesto que dos curvas de nivel adyacentes corresponden a una diferencia de altitud de 10m, y cada cuadrícula tiene 250m de largo, se ha adoptado 5° como unidad para indicación de la declividad.

④ Ondulaciones

La diferencia entre los puntos de altitud máxima y mínima dentro de la cuadrícula ha sido interpretado, y ha sido indicado con unidades de 50m.

⑤ Densidad de valles

El número total de valles que cruzan los 4 lados de cada cuadrícula ha sido interpretado, y el resultado de la interpretación ha sido indicado.

⑥ Altitud

La altitud del centro de la cuadrícula ha sido interpretada con una precisión de 10m, y ha sido indicada en unidades de 100m.

(2) Resultados del análisis

El Cuadro 6-1-1 muestra los resultados del análisis.

6-1-3 División forestal

Con el fin de conocer la ubicación del bosque y de realizar la ejecución y el manejo adecuado del Plan, se han clasificado los bosques en compartimientos, y se establecieron subcompartimientos para facilitar los diferentes trabajos forestales que se realizan en cada compartimiento.

1) Compartimientos

Las 10,769.79 há del área modelo del Río Tapias han sido divididas en 15 compartimientos para indicar claramente la ubicación de los bosques y facilitar la ejecución de los trabajos forestales. Accidentes geográficos naturales, tales como: crestas, ríos, etc., han sido usados como límites de los compartimientos. Cada compartimiento tiene una superficie de aproximadamente 720 há, y la ubicación de varios compartimientos se indica en la Figura 6-1-1.

Cuadro 6-1-1 Resultados del análisis topográfico del área modelo del Rfo Tapias

Topografía	Categoría	Meseta (cumbre de montaña)	Superficie cóncava de la falda de la montaña	Superficie equilibrada de la falda de la montaña	Superficie convexa de la falda de la montaña	Superficie compuesta de la falda de la montaña	Terreno plano	Oeste	Noroeste	Omndirecc cinal		Total			
	Superficie (há)	375	3,431	1,600	3,694	2,394	156					11,650			
	%	3.2	29.5	13.7	31.7	20.6	1.3					100.0			
Orientación	Categoría	Norte	Nordeste	Este	Sudeste	Sur	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Omndirecc cinal		Total			
	Superficie (há)	1,331	650	638	1,181	1,888	1,756	2,019	1,806	381		11,560			
Declividad	Categoría	0-5	5-10°	10°-15°	15°-20°	20°-25°	25°-30°	30°-35°	35°-40°	40°-45°	45°~	Total			
	Superficie (há)	18	25	144	544	900	2,419	3,187	2,769	1,344	300	11,650			
Ondulación	Categoría	0-50m	51~100m	101~150m	151~200m	201~250m	251~300m	301~350m	351~400m			Total			
	Superficie (há)	156	1,337	4,063	3,981	1,769	275	56	13			11,650			
Densidad de valles	Categoría	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total			
	Superficie (há)	812	1,412	1,869	2,050	1,800	1,594	1,081	600	313	88	11,650			
Altitud	Categoría	1,401~1,500m	1,501~1,600m	1,601~1,700m	1,701~1,800m	1,801~1,900m	1,901~2,000m	2,001~2,100m	2,101~2,200m	2,201~2,300m	2,301~2,400m	2,401~2,500m	2,501~2,600m	2,601~2,700m	2,700m
	Superficie (há)	18	144	294	412	494	544	669	794	838	725	725	706	725	725
	Categoría	0.2	1.2	2.5	3.5	4.2	4.7	5.7	6.8	7.2	6.2	6.2	6.1	6.2	Total
	Superficie (há)	2,701~2,800m	2,801~2,900m	2,901~3,000m	3,001~3,100m	3,101~3,200m	3,201~3,300m	3,301~3,400m	3,401~3,500m	3,501~3,600m	3,601~3,700m	3,701~3,800m	3,801~3,900m	3,900m	6
	Categoría	725	625	625	525	406	419	331	300	244	250	106	6	6	Total
	Superficie (há)	6.2	5.4	5.4	4.5	3.5	3.6	2.9	2.6	2.1	2.1	0.9	0.1	0.1	100.0

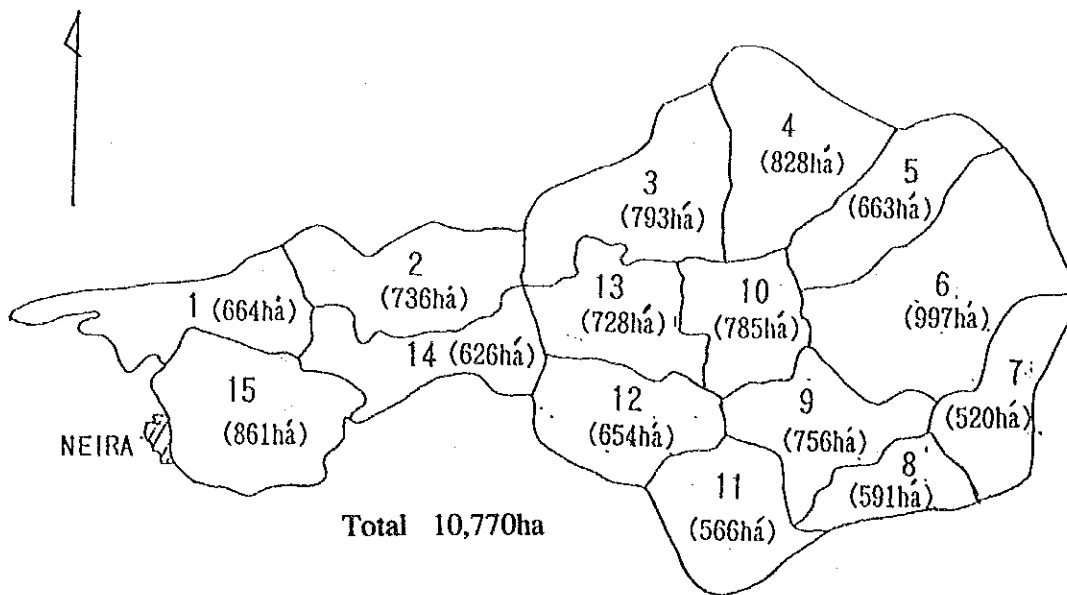


Figura 6-1-1 Ubicación de los compartimientos

## 2) Subcompartimientos

Siguiendo la Guía para Plan de Manejo Forestal, los varios compartimientos han sido divididos en subcompartimientos, según el tipo de trabajo forestal.

Los compartimientos y subcompartimientos se indican en el mapa del Plan Modelo de Manejo Forestal a escala 1:5,000.

### 6-1-4 Plan de Manejo Forestal

#### 1) Clasificación de los bosques

Como se menciona en la sección relativa a los principios básicos, el plan modelo del Río Tapias consta principalmente de la conservación y del sostenimiento de los bosques existentes, así como de la rehabilitación de bosques en las tierras agrícolas y ganaderas donde hay posibilidad de degradación. Además el plan comprende la producción de madera en áreas aptas para el establecimiento de bosques productores.

Se indican a continuación la clasificación y los contenidos de los bosques que se ejecutarán en el Area Modelo.

Cuadro 6-1-2 Clasificación de los bosques

Clasificación	Descripción
(1) Bosques de Protección I	Bosques estables con regeneración resultante del proceso de sucesión natural
(2) Bosques de Producción	Bosques con condiciones ventajosas de ubicación, que serán explotados como bosques artificiales incluso en el futuro.
(3) Bosques Silvopastoriles	Bosques donde se llevará a cabo una mezcla de silvicultura y ganadería

2) Superficies según categoría de trabajo forestal

(1) Bosques de Protección I

Esta categoría comprende las áreas que son actualmente bosques naturales que se piensa mantener como bosques naturales incluso en el futuro (A), así como áreas que son actualmente ganaderas y que se piensan transformar en bosques naturales a través de la plantación de árboles aprovechándose como áreas silvopastoriles en el período de crecimiento de árboles (G) y no aprovechándose (F), como se indica en el cuadro siguiente: los Bosques de Protección I ocupan el 57% de la superficie total de las 10,770 há, que comprenden las áreas no forestales.

Cuadro 6-1-3 Superficies de los Bosques de Protección I

Trabajo forestal	Situación actual	Meta futura	Método de ejecución del trabajo forestal	Superficie (há)
A	Bosques naturales	Bosques naturales	Proceso de sucesión natural	5,274
F	Pastos	Bosques naturales	Plantación	578
G	Pastos	Bosques naturales	Plantación	235
Total				6,087

(2) Bosques de Producción

Esta categoría comprende las áreas que son actualmente bosques artificiales (C) que se piensan mantener como tales incluso en el futuro, así como áreas que son actualmente ganaderas (D), que se piensan transformar en bosques productores a través de la plantación de árboles. La superficie de esta categoría se indica a continuación.

**Cuadro 6-1-4 Superficies de los Bosques de Producción**

Trabajo forestal	Situación actual	Meta futura	Método de ejecución del trabajo forestal	Superficie (há)
C	Bosques artificiales	Bosques artificiales	Plantación	136
D	Pastos	Bosques artificiales	Plantación	160
Total				296

**(3) Bosques Silvopastoriles**

Esta categoría comprende las áreas que son actualmente pastos y que se piensan transformar futuramente en Bosques Silvopastoriles con producción de madera, a través de la plantación de árboles. La superficie de esta categoría se indica a continuación:

**Cuadro 6-1-5 Superficies de los Bosques Silvopastoriles**

Trabajo forestal	Situación actual	Meta futura	Método de ejecución de trabajo forestal	Superficie (há)
G'	Pastos	Bosques silvopastoriles	Plantación	106

**(4) Superficies por compartimiento y categoría de trabajo forestal**

Las superficies según compartimiento y categorías de trabajo forestal, que se obtienen sumando las superficies de varias categorías de trabajo forestal, anteriormente mencionadas, según los varios compartimientos forestales, se indican en el Cuadro 6-1-6. Las ubicaciones de los varios compartimientos y subcompartimientos se indican en el mapa del Plan Modelo de Manejo Forestal (Escala 1:5,000). Las superficies y los demás detalles afines de los varios compartimientos y subcompartimientos se indican en el registro del mismo Plan.

**3) Método de ejecución de los trabajos forestales**

**(1) Bosques de Protección I**

Las áreas objetos de los trabajos forestales de Categoría A son actualmente bosques naturales, y se piensan mantenerlas en proceso de evolución natural. Por consiguiente, los detalles de los métodos de ejecución de los trabajos forestales que

se mencionan a continuación se refieren a los trabajos forestales de categoría F y G aplicables a los pastos que se piensan transformar en bosques naturales.

① Corta

En principio, se prohíbe la corta.

② Método de regeneración

En el momento actual en el área no existen bosques, por lo tanto se efectúa la plantación, y después de la formación del bosque se mantiene el proceso de regeneración natural.

③ Especies de árboles a plantar

Se piensa plantar: *P. patula*, Ciprés, Aliso, *E.globulus*, etc., según los Criterios de Conservación Forestal y de Manejo Forestal. Se seleccionaron las especies que se indican en el Cuadro 6-1-7, de manera que se puedan realizar plantaciones adecuadas para la variación topográfica y para las altitudes.



Cuadro 6-1-6 Superficies por compartimientos y por categoría de trabajo forestal

(Unidad: ha)

Clasificación de los Bosques	Categoría del trabajo forestal	Número de compartimientos															Total	Porcentaje (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Bosques de Protección I	A	95	308	425	640	408	677	189	224	352	470	255	400	366	221	244	5,274	49.0
	F	70	57	56	30	30	30	24	27	64	46	46	11	36	20	31	578	5.3
	G	-	36	28	-	17	36	22	44	1	10	18	-	-	16	7	235	2.2
	Subtotal	165	401	509	670	455	743	235	295	417	526	319	411	402	257	282	6,087	56.5
Bosques de Producción	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	52	39	4	136	1.3
	D	10	-	17	19	4	-	-	-	-	15	-	-	27	63	5	160	1.5
	Subtotal	10	-	17	19	4	-	-	-	-	15	-	41	79	102	9	296	2.7
Bosques Silvo-pastoriles	G'	-	20	-	8	-	-	-	-	-	26	-	-	17	30	21	122	1.1
	Area No Forestal	489	315	266	131	203	254	285	296	343	218	247	202	230	237	549	4,265	39.6
Total		664	736	792	828	662	997	520	591	760	785	566	654	728	626	861	10,770	100.0

Cuadro 6-1-7 Elección de las especies de árboles a plantar en el Area Modelo del Río Tapias (Estándar)

Topografía	Altitud	Areas de bajas altitudes (Inferiores a 3,000m)	Areas de grandes altitudes (Superior a 3,000m)
Partes inferiores de las pendientes (Vecindades del fondo de los valles)		Ci, Al, Pp	Al, Ci
Mitad de la ladera (Superficies equilibradas y cóncavas)		Al, Ci, Pp	Al, Egl
Partes superiores de la pendientes (Crestas y cumbres)		Pp, Al, Egl	Pr, Egl
Al=Aliso, Ci=Ciprés, Pp= <i>P.patula</i> , Pr= <i>P.radiata</i> , Egl= <i>Eucalyptus globulus</i>			

④ Método de plantación

La densidad de los árboles deberá ser de 625 árboles/há (4m x 4m), y en principio los árboles se deben plantar en hileras a lo largo de las curvas de nivel.

⑤ Método de cuidado

No se realizará cuidado alguno puesto que la meta futura es transformarlo en bosque natural. Sin embargo, se realizarán las limpiezas de malezas que sean necesarias.

(2) Bosques de Producción

Los Bosques de Producción tienen la finalidad principal de producir madera de manera sostenida como bosques artificiales.

① Edad de corta

La edad de corta será de 20 a 30 años.

② Método de corta

- a) Corta final
- Corta total