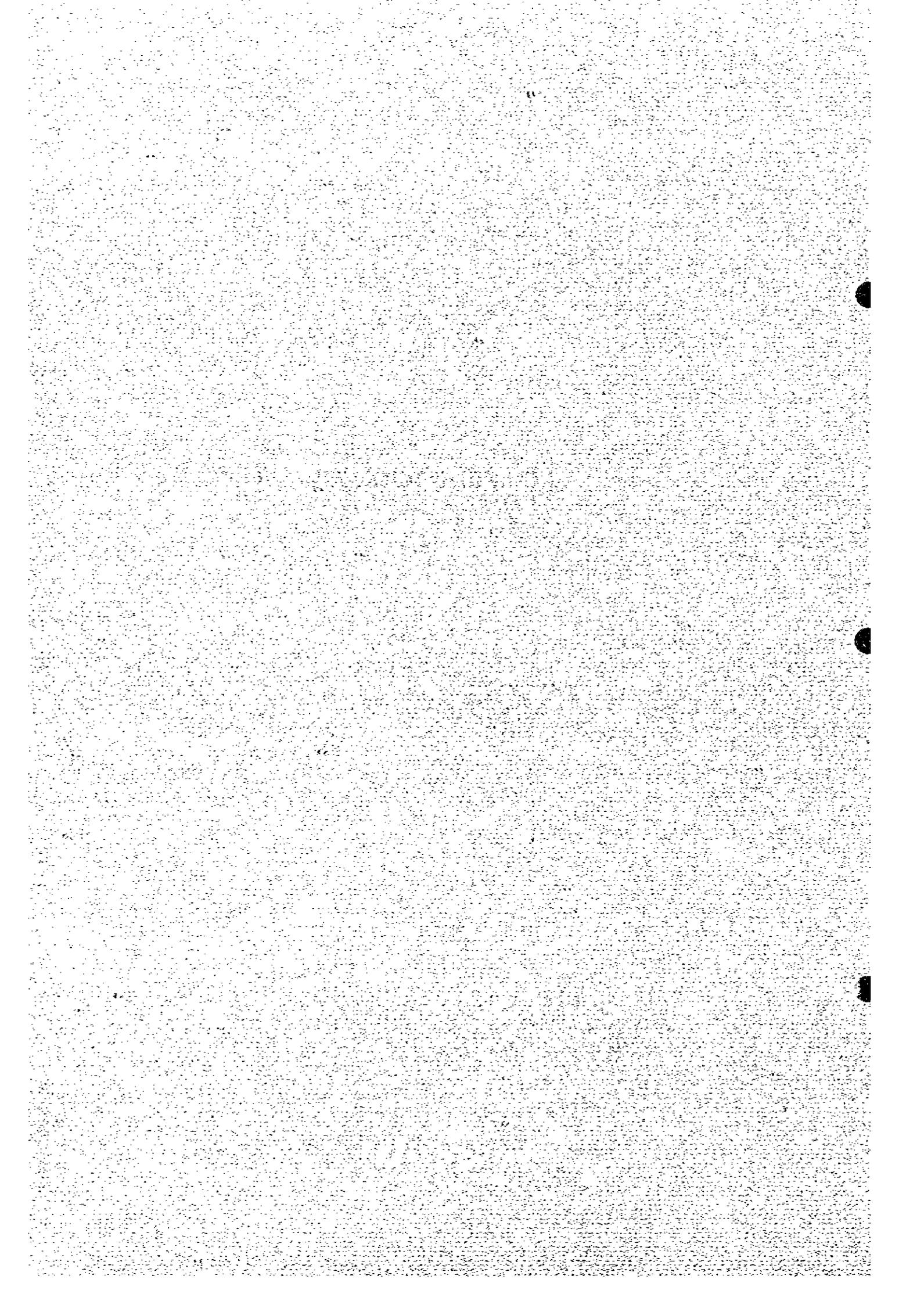


RECOMENDACIONES



RECOMENDACIONES

En el presente Estudio se determinaron los Lineamientos de Manejo Forestal con miras a conservar y utilizar, de manera adecuada, los bosques de la zona de Teupasenti, y en base a estos Lineamientos se formuló un Plan de Manejo Forestal del Area Modelo.

Los bosques deben ser manejados con una visión a largo plazo, tanto para asegurar el suministro estable de los productos forestales, como para posibilitar la revelación de las funciones públicas de los bosques, de tal manera que se pretenda conservar los recursos forestales, de manera sostenible y racional.

De acuerdo a este enfoque, en los Lineamientos de Manejo Forestal así como en el Plan de Manejo Forestal, se clasificaron los bosques en diferentes categorías según las funciones principales que se deban revelar, definiendo para cada una de ellas, las respectivas modalidades de manejo. Además, se consideraron otros aspectos relativos tales como silvicultura social, fomento de la industria forestal, consideración al medio ambiente, etc., a fin de proponer un plan global de manejo forestal que abarca una región en conjunto. En este Plan, se propone la forma ideal del manejo forestal y se establecieron los modelos de referencia tanto de la realización de la política forestal como del manejo y trabajos forestales, etc.

Se considera este Plan como un modelo de la acción que se ejerza por la región en conjunto para elevar el grado de varias funciones que se deriven de los bosques. Y se formularán los planes individuales de cada bosque, a través de cuyas ejecuciones se logrará el objetivo general del manejo de los recursos forestales.

A continuación, se exponen las recomendaciones sobre las tareas más importantes para realizar los conceptos incluidos en este Plan.

1. Fomento del Manejo Forestal Conforme a las Funciones de los Bosques

El manejo forestal se debe llevar a cabo planificadamente con una visión a largo plazo, ya que los bosques desempeñan los papeles múltiples, tales como la producción de madera, conservación de agua y suelo, etc.

Para hacer revelar racionalmente las funciones dotadas por los bosques, se necesita aclarar cuáles son las funciones esperadas de cada uno de ellos, y es importante, a la vez, orientar a que se procuren formular los planes individuales de manejo forestal con los que se puedan asegurar el proseguimiento de las respectivas funciones.

En este caso, la aclaración de las funciones de los bosques, significa manifestar el motivo concreto de existencia de los bosques, e implica un sentido importante para hacer entender socialmente la importancia de la conservación forestal.

2. Fortalecimiento del Régimen del Plan de Manejo Forestal

El fomento de la formulación de los planes de manejo forestal, no sólo impulsa el desarrollo del manejo adecuado de los recursos forestales a través de las prácticas silvícolas racionales, sino también permite estabilizar el suministro de los productos forestales tales como madera.

Sin embargo, en el régimen actual del plan de manejo forestal, se exige un alto nivel de precisión para la preparación del mismo, y además sus trámites requieren de un procedimiento complicado, asimismo de alto costo y tiempo. Por otra parte, no se puede decir que se encuentre favorable la condición de la disponibilidad del personal técnico que se encargue de formular los planes.

Por lo tanto, sería conveniente administrar el régimen de plan de manejo forestal con mayor flexibilidad. Por ejemplo, se debería simplificar la preparación y trámites requeridos, dependiendo del contenido de las prácticas forestales a realizar y según la condición actual de los bosques a manejar, a fin de que aún los interesados con menor capacidad puedan cumplir los requisitos respectivos.

Paralelamente, es también importante fortalecer y mejorar la organización de los técnicos que se dediquen a la formulación de los planes, incluso con la colaboración de las asociaciones de los colegios forestales así como de los industriales del sector. Igualmente, se considera importante que por parte de COHDEFOR se disponga una estructura adecuada de asesoramiento en la formulación del plan y se establezca un sistema con que se posibilite abreviar el tiempo que tarde en la aprobación del plan.

Además, para posibilitar el manejo forestal racional, se recomienda, con miras a lograr el manejo forestal sostenible, establecer el sistema estable que asegure renovar los planes con continuidad, sin limitar su formulación sólo en el caso de aprovechar los productos forestales.

3. Resolver los Problemas de Títulos de Tierras

Se encuentran varios lugares donde los títulos y/o las delimitaciones de terreno no están definidos claramente, cuya situación provoca las discordias concernientes al título de los terrenos. Asimismo, se observan frecuentemente los cultivos sin permiso en la zona de

los bosques nacionales. Estas situaciones actuales constituyen no solamente las causas de disminución de los bosques sino también los obstáculos de desarrollo de la formulación de los planes forestales.

A pesar de que los problemas de los títulos de tierras son difíciles de resolver al instante debido a su complejidad, es necesario resolver, de manera eficiente, mediante plena colaboración y coordinación entre COHDEFOR, INA y DEC (Dirección de Catastro Nacional).

4. Control Estricto de los Incendios Forestales

La pérdida de la vegetación baja por los incendios forestales no sólo provoca la reducción de la capacidad de conservación de agua y suelo, sino también puede ocasionar el riesgo de que se imposibilite el manejo planificado de los bosques al perder los árboles regenerados; de esta manera, se podrá poner en una situación en que se dificulte lograr la meta propuesta del plan.

Para lograr la administración sana de los bosques de Pino en Honduras, el control de los incendios forestales es una tarea de primordial importancia en el sentido de mantenimiento y fomento eficaz de varias funciones forestales. En este sentido, por lo menos durante el periodo de regeneración, se debe tratar de disminuir los incendios forestales. Para tal fin, el control de incendios forestales no debe quedarse sólo en el marco de orientación general por parte de la administración pública, sino ésto se debe llevar a cabo como una tarea en que se procure obtener la comprensión y colaboración de los habitantes locales mediante el fortalecimiento de programas de ancho campo tales como silvicultura social, etc.

5. Fomento del Mejoramiento Forestal

(1) Fomento de Raleo

En términos generales, los bosques de Pino en Honduras han venido explotándose y, por su consecuencia, están reduciendo los árboles de diámetro grande. Por otro lado, a pesar de que existen numerosos bosques regenerados después del corte, casi todos son compuestos con los árboles jóvenes. En estos bosques jóvenes, se debe efectuar el raleo en las temporadas tempranas para acelerar su crecimiento, con objeto de que los árboles alcancen el diámetro aprovechable lo más pronto posible. Esta actividad de fomento del crecimiento de bosques es una tarea muy importante, en el sentido de fomentar no solamente la industria forestal, sino el desarrollo de los bosques

vigorosos, lo que posibilita fortalecer las diferentes funciones derivadas de los bosques.

(2) Producción de Madera de Diámetro Grande

Las maderas de diámetro grande tienen valor comercial más alto que las de diámetro pequeño, por contar con la superioridad en el sentido de calidad y rendimiento en producción, y éstas han venido contribuyendo, en gran medida, al desarrollo de la economía nacional por fomentar la exportación, etc. Por otro lado, los bosques de Pino con árboles de diámetro grande constituyen el paisaje original de los mismos bosques en Honduras, y su existencia produce la vista favorable del paisaje. Por estos motivos también, es una tarea importante definir los bosques en que se pretenda producir las maderas de diámetro grande y desarrollar los manejos acordes con este objetivo.

(3) Fomento de la Reforestación

Las zonas de los bosques de latifoliadas de monte tropical, que tienen las condiciones de suelos relativamente buenas, se han venido explotando de manera excesiva, con fines agrícolas. Bajo esta circunstancia, se considera necesario que se recuperen los bosques en estas zonas de hoy en adelante, ya que se encuentran los terrenos en que la productividad del suelo está rebajada. Sin embargo, al considerar la realidad en que los habitantes están ocupando individualmente las tierras para usarlas con fines agrícolas, sería difícil desarrollar, al instante, los programas de recuperación forestal en gran medida. Por lo tanto, se recomienda que se lleven a cabo, por el momento inicial, pequeños programas de reforestación alrededor de las viviendas y de aldeas, en las delimitaciones de las parcelas agrícolas y otros lugares utilizables. Y posteriormente, se esperará buscar la medida de ampliar la recuperación de las áreas boscosas, a través de la comprensión de la comunidad local.

(4) Preparación de los Registros de las Actividades

Se recomienda establecer un sistema en que se dispongan los registros de las actividades que se hayan realizado de acuerdo al plan de manejo forestal, a fin de que estos datos e informaciones obtenidos se aprovechen eficientemente para la evaluación de la ejecución de las actividades y para la renovación posterior del plan de manejo forestal.

6. Fomento de la Silvicultura Social

Para conservar eficazmente los bosques, es indispensable despertar la conciencia positiva de la comunidad local sobre la conservación de los bosques, a través de la participación de los habitantes locales en el aprovechamiento de los bosques y la obtención de los beneficios derivados de los mismos.

Para estos efectos, COHDEFOR, FEHCAFOR y otras instituciones deben brindar la cooperación y la orientación a las cooperativas agroforestales y el servicio de extensión a la comunidad rural. Además, en cuanto a la comunidad en general, es necesario crear un sistema de aprovechamiento y protección de los bosques por los grupos campesinos. A través de la operación adecuada de estos grupos y la creación de empleo de ellos mediante la participación en los trabajos forestales tales como raleo, se deben tomar medidas para que los habitantes locales gocen de los beneficios derivados de bosques.

7. Desarrollo de la Utilización de las Materias Primas de Diámetro Pequeño

En Honduras, existe una realidad de que los bosques de Pino han venido, en general, reduciendo los diámetros de los árboles. En esta circunstancia, el desarrollo de la utilización de estos árboles constituye una tarea de importancia primordial para fomentar la industria forestal, en el sentido tanto del uso racional de los recursos forestales disponibles, como del impulso de los programas de raleo, etc.

Por lo tanto, se espera que los industriales de aserrío traten de tomar medidas para desarrollar activamente el aserrío de los rollos delgados, de buscar nuevas demandas de los productos derivados de estas maderas y de producir los productos de alto valor agregado. Además, se considera indispensable buscar un modo para crear un centro de investigación que lleve a cabo los estudios de desarrollo de los nuevos productos derivados de las maderas de diámetro pequeño, así como de comercialización de éstos.

8. Fortalecimiento del Personal de COHDEFOR

La administración eficaz del régimen del plan de manejo forestal, el control de incendios forestales, el desarrollo de los programas de extensión para la promoción de silvicultura social, etc. constituyen las tareas de importancia primordial en los próximos años, en los cuales COHDEFOR deberá desempeñar un papel muy importante en el sistema administrativo del país. Por consiguiente, se considera necesario fortalecer el recurso personal que se dedique a las gestiones respectivas.

CAPITULO I
GENERALIDADES DEL ESTUDIO

CAPITULO I GENERALIDADES DEL ESTUDIO

I-1 Antecedentes del Estudio

Los bosques hondureños alcanzan un total de 7,600,000 ha, ocupando aproximadamente el 68% del territorio nacional, de los cuales una tercera parte está constituida por los bosques de coníferas (pino). Estos desempeñan un papel muy importante dentro del contexto económico del país y desde el punto de vista de la conservación del medio ambiente. Sin embargo, el área forestal se ha reducido cerca de 2 millones de hectáreas, en los últimos 25 años. Por ejemplo, se puede observar claramente en Teupasenti que, por ubicarse en las proximidades de la ciudad capital (Tegucigalpa), se acentuó la pérdida de áreas forestales tanto cuantitativamente como cualitativamente. Las principales causas han sido la expansión de tierras agrícolas, pastoreo excesivo, frecuentes incendios forestales, etc. Ante esta situación, el Gobierno de la República de Honduras, considerando que la conservación y el uso adecuado de los bosques, en base al manejo forestal sostenible, constituyen una tarea primordial para el desarrollo regional y, por ende, para la estabilización socio-económica del país, ha solicitado, en septiembre de 1991, la cooperación del Gobierno del Japón para la formulación de un plan modelo de manejo forestal. Recibida la solicitud, el Gobierno del Japón realizó el estudio preliminar en noviembre de 1993, y se llegó a firmar el Alcance de Trabajo (en adelante se denominará, "S/W") en agosto de 1994. El presente Estudio se basa en dicho S/W, y ha sido ejecutado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en cooperación con la contraparte hondureña, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (en adelante se denominará como "COHDEFOR").

I-2 Objetivos

El objetivo del presente Estudio es conocer la situación actual de uso del suelo y vegetación, y realizar el inventario de recursos forestales en 190,000 ha aproximadamente de la región Teupasenti (Departamento de El Paraíso), con la finalidad de formular los lineamientos de manejo forestal que permita conservar y desarrollar racionalmente los bosques existentes. Asimismo, se contempla establecer una Area Modelo de unas 40,000 ha, en donde se formula el plan de desarrollo y manejo forestal en base a dichos lineamientos. Además, se produce un Mapa de Productividad de los Bosques de Pino en una área de 5,000 ha seleccionada en el Area Modelo.

I-3 Area del Estudio

El Area del Estudio¹ cubre aproximadamente 190,000 ha de la zona de Teupasenti del Departamento de El Paraíso. En el Area del Estudio se determinaron el Area Forestal² de aprox. 140,000 ha, y dentro de ésta, el Area Modelo³ de aprox. 40,000 ha (Véase la Figura 1, "Mapa de Ubicación del Area del Estudio"). Dentro del Area Modelo, se delimitó una área de aprox. 5,000 ha para la preparación del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino.

En cuanto a la delimitación del Area del Estudio y de la Modelo, se sostuvieron discusiones con los funcionarios de COHDEFOR, y ellas se definieron durante el estudio de la primera etapa de la Fase 1, asimismo el área a ser cubierta por el Mapa de Productividad de los Bosques de Pino, se definió en la segunda etapa de la misma fase (véase la Figura I-3-1, "Mapa de División del Area del Estudio").

Nota) ¹: La superficie definida del Area del Estudio es de 184,000 ha aproximadamente.

²: La superficie actual del área boscosa en el presente estudio es de 93,000 ha, sin embargo, la definición del área boscosa en el presente estudio es distinta a la "Vocación Forestal" que se denominó en Honduras.

³: La superficie definitiva del Area Modelo del presente estudio es de 54,000 ha.

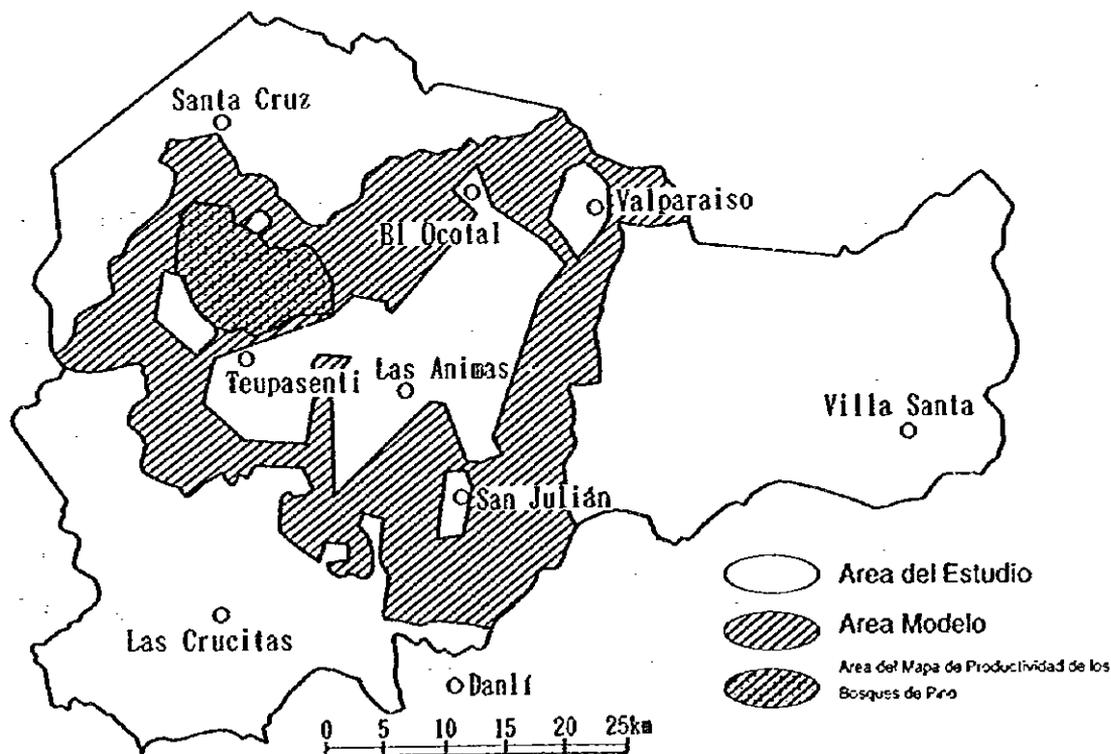
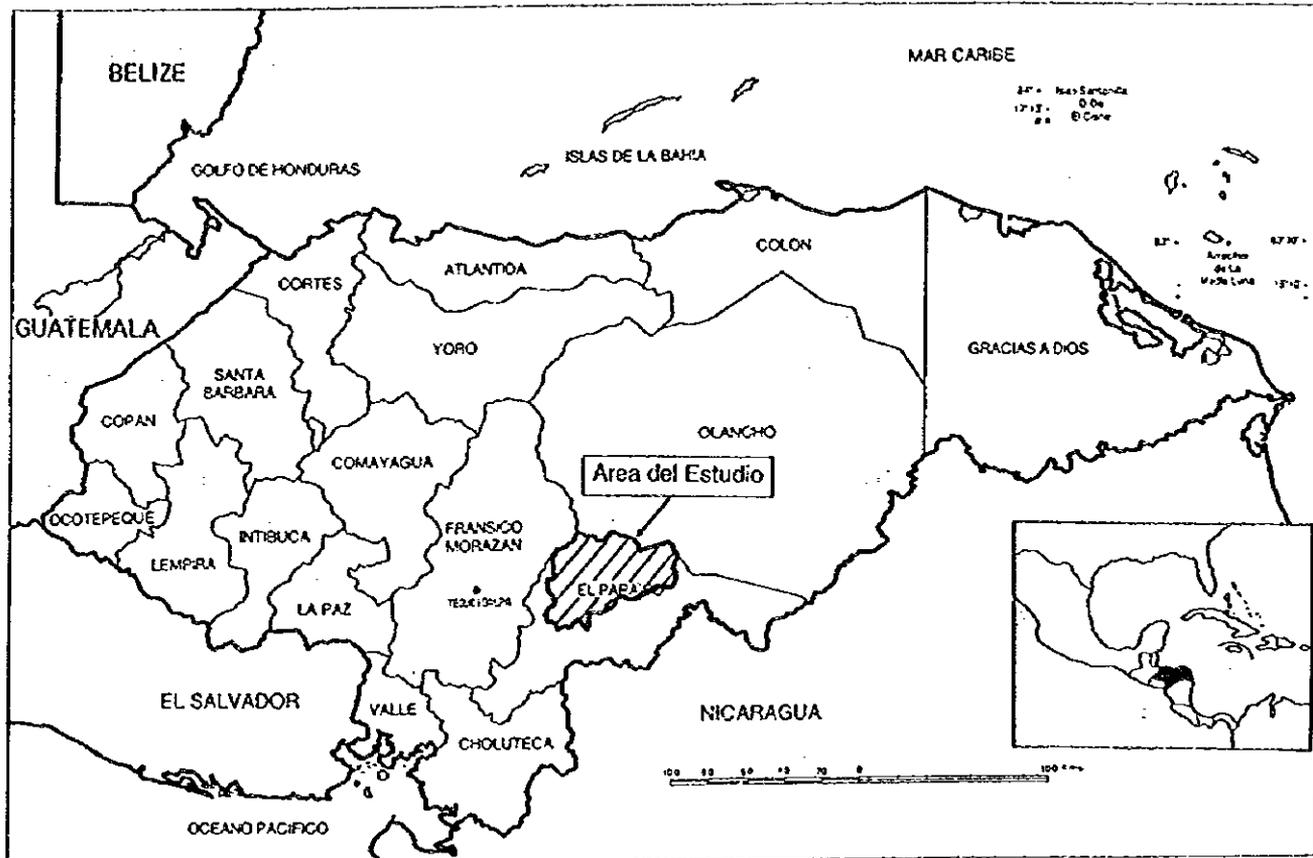


Figura I-3-1 Mapa de División del Area del Estudio

I-4 Resumen del Estudio

El presente estudio fue ejecutado durante tres años consecutivos, y los trabajos de cada año son los siguientes (Véase también el "Diagrama de Flujo de Trabajos" de la Figura I-4-1):

(1) Año Fiscal* 1994 (Primer año)

① Estudio de la Primera Etapa de la Fase 1

- a) Presentación y discusión sobre el Informe Inicial
- b) Confirmación del Area del Estudio (aprox. 190,000 ha) y del Area Modelo (aprox. 40,000 ha)
- c) Estudio preliminar que sirve tanto para la Segunda Etapa de la Fase 1 como para los trabajos posteriores, y los contenidos son: el inventario preliminar de recursos forestales, estudio de las condiciones naturales y socio-económicas, así como recolección de informaciones pertinentes
- d) Toma de fotografías aéreas (Area del Estudio: aprox. 190,000 ha, con escala 1/20,000)
- e) Estudio sobre el alcance y método del estudio de las opiniones de la comunidad local, así como las firmas a contratar
- f) Procesamiento y ordenamiento de los resultados del estudio de campo

(2) Año Fiscal 1995 (Segundo año)

① Estudio de la Segunda Etapa de la Fase 1

- a) Ejecución del estudio de las opiniones de la comunidad local (por contratación)
- b) Inventario forestal y el estudio para la formulación de los Lineamientos de Manejo Forestal
- c) Levantamiento topográfico necesario para el mapeo del área del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino
- d) Análisis y procesamiento de los resultados del estudio y reconocimiento de campo, y formulación de los Lineamientos Tentativos del Manejo Forestal
- e) Preparación de los mapas temáticos y otros

Observación * Un año fiscal japonés comienza el 1° de abril y termina el 31 de marzo del siguiente año.

- Mapa de Uso del Suelo y Vegetación
(Area Forestal: aprox. 190,000 ha, con escala de 1/50,000)
- Mapa de Tipos de Bosques
(Area Forestal: aprox. 140,000 ha, con escala de 1/20,000)
- Mapa de Suelos (Area Forestal: aprox. 140,000 ha, con escala de 1/50,000)
- Libro de Inventario Forestal (Area Forestal: aprox. 140,000 ha)

f) Restitución del mapa topográfico del área del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino (de 5,000 ha con escala de 1/10,000)

g) Trabajos analíticos en Japón y preparación del Informe de Progreso que resume los resultados del estudio en Honduras

② Estudio de la Primera Etapa de la Fase 2

a) Presentación y discusión sobre el Informe de Progreso y los Lineamientos Tentativos de Manejo Forestal

b) Estudio para la formulación del Plan de Manejo Forestal (Area Modelo)

c) Estudio para la preparación del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino

d) Análisis y procesamiento de los resultados tanto del estudio como del reconocimiento de campo, y formulación del Plan Tentativo de Manejo Forestal

e) Preparación de los mapas temáticos y otros

- Mapa del Plan de Manejo Forestal
(Area Modelo: aprox. 40,000 ha, con escala de 1/20,000)

- Mapa de Productividad de los Bosques de Pino
(aprox. 5,000 ha, con escala de 1/10,000) y documento adjunto

f) Preparación del Informe Intermedio que resume los resultados del análisis de datos y estudio en Honduras

(3) Año Fiscal 1996 (Tercer año)

① Estudio de la Segunda Etapa de la Fase 2

a) Trabajo en Honduras

(a) Presentación y discusión del Informe Intermedio

(b) Verificación de campo sobre el Plan Tentativo de Manejo Forestal

b) Trabajo en Japón

(a) Revisión y corrección del Plan Tentativo de Manejo Forestal y los mapas temáticos, en base a los resultados de la verificación en terreno

(b) Preparación del borrador del Informe Final

② Presentación del Borrador del Informe Final y Otros

a) Presentación y discusión del borrador del Informe Final

b) Participación y cooperación en el Seminario de Transferencia Tecnológica

③ Modificación del Borrador del Informe Final para la Preparación del Informe Final



CAPITULO II
GENERALIDADES DEL AREA DEL ESTUDIO

CAPITULO II GENERALIDADES DEL AREA DEL ESTUDIO

II-1 Condiciones Naturales

(1) Clima

El Area del Estudio se ubica en la parte Norte del Departamento de El Paraíso, a latitud Norte de 14°00' a 14°25', y longitud Oeste de 86°15' a 86°50'. La elevación que varía entre unos 500 a 2,000 m.s.n.m., ejerce incidencia sobre las temperaturas medias mensuales que oscilan entre 16° y 26°C durante todo el año.

Las precipitaciones son de 1,000 mm a 2,000 mm aproximadamente, con variaciones que dependen de las zonas geográficas; el año se divide en temporadas de lluvia (más o menos de mayo a octubre) y seca (más o menos de noviembre a abril). En los Cuadros II-1-1, II-1-2, II-1-3 y en la Figura II-1-1 se resumen las informaciones sobre la ubicación de las principales estaciones meteorológicas, temperaturas medias y precipitaciones, respectivamente.

Cuadro II-1-1 Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

Ubicación	Latitud	Longitud	Altitud (m)
Teupasenti	14° 14'	86° 42'	580
Potrerillos	14° 00'	86° 46'	650
San Isidro	14° 18'	86° 46'	1,200
Mata de Plátano	14° 15'	86° 49'	1,480

Cuadro II-1-2 Temperaturas Medias Mensuales (°C)

Estaciones	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Teupasenti	21.5	22.2	24.3	25.7	26.0	25.4	24.6	24.7	24.5	23.8	22.6	21.4	23.9
Potrerillos	22.5	23.5	24.5	25.6	25.3	23.9	24.7	24.5	24.3	23.6	22.6	22.8	23.9
San Isidro	18.2	19.4	21.9	23.5	23.4	22.3	21.2	21.2	21.0	20.5	19.3	17.8	20.8
Mata de Plátano	16.7	18.2	20.8	22.5	22.3	20.9	19.7	19.6	19.4	19.0	17.9	16.2	19.4

Fuente: Dirección Ejecutiva del Catastro

Cuadro II-1-3 Precipitaciones Medias Mensuales (mm)

Estaciones	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Teupasenti	27	7	11	46	143	229	132	139	182	204	86	46	1252
Potrerillos	15	4	5	23	128	159	80	94	178	212	56	15	969
San Isidro	72	38	42	46	147	250	199	187	178	214	107	93	1573
Mata de Plátano	72	40	22	21	216	507	253	238	256	268	66	126	2085

Fuente: Dirección Ejecutiva del Catastro

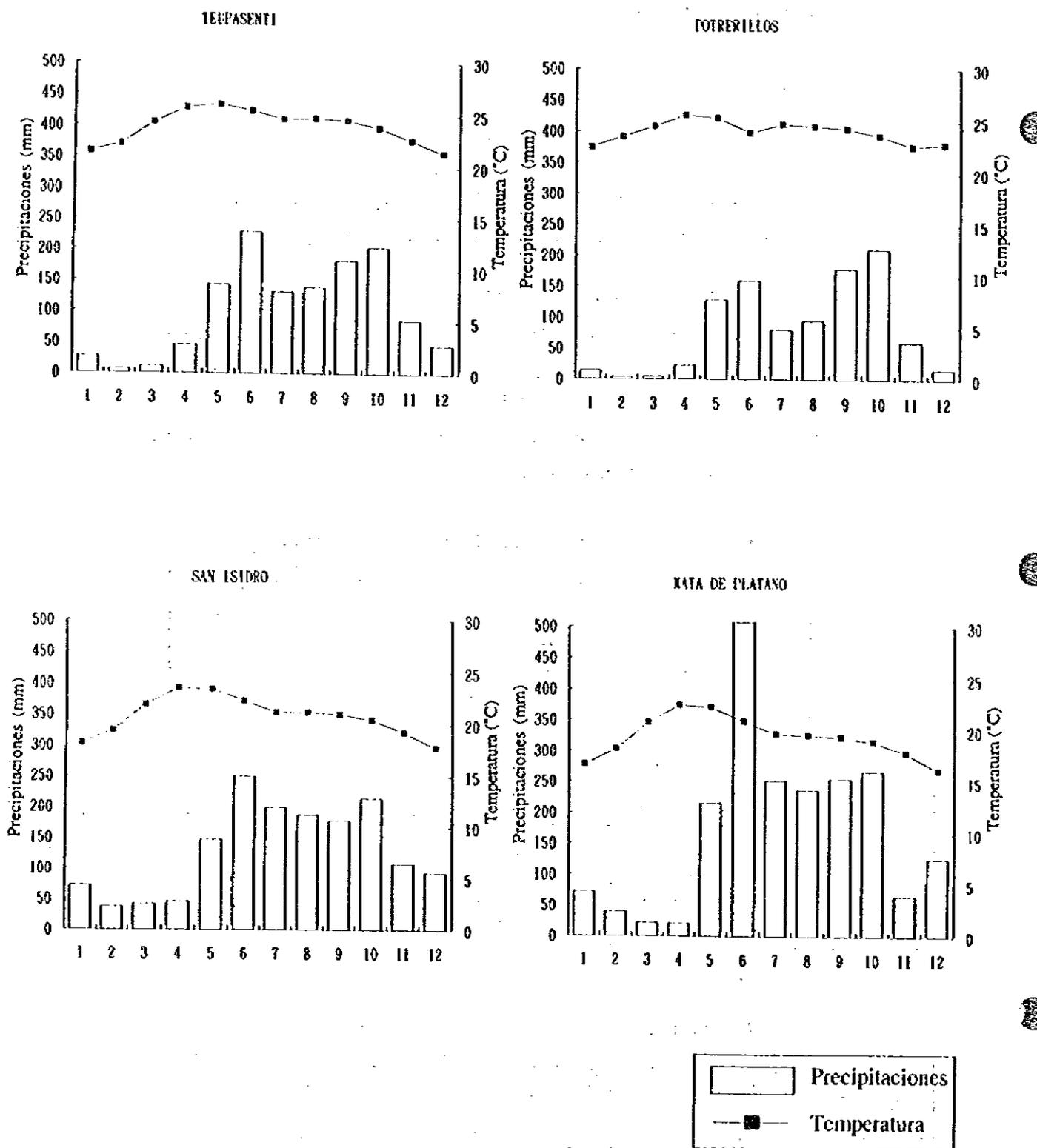


Figura II-1-1 Temperaturas y Precipitaciones Registradas en las Estaciones Meteorológicas del Area del Estudio

(2) Topografía

El Area del Estudio se ubica entre 500 y 2,000 m.s.n.m. de elevación, y el punto más alto es la cumbre de La Montaña El Chile de 2,180 m.s.n.m. que se levanta en el límite Noroeste. El Area del Estudio está constituida, en su mayoría, por las mesetas de relieves suavemente onduladas y por las zonas montañosas muy acentuadas que las circundan a dichas mesetas a excepción de la llanura angosta que se extiende desde Teupasenti hasta El Ocotal, y de las llanuras de Las Animas, El Barro y Las Crucitas. En la parte Este del Area del Estudio se levantan las Montañas de Villa Santa, Cuyamapa, El Pastal, Las Chichimoras y La Batea que se encuentran a elevaciones de 1,200 a 1,800 m.s.n.m.; en la parte Norte, las Montañas de Neblinas y la Esperanza de 1,000 a 1,200 m.s.n.m; en la parte Noroeste, la Montaña El Chile que constituye la eminencia de este área; en la parte Sureste, las Montañas de California y Potrerillos de 1,400 m.s.n.m. aproximadamente y; la Montaña Casa Blanca de 1,600 m.s.n.m. aproximadamente en la cercanía de Danlí.

(3) Hidrografía

El Area del Estudio se encuentra en el ámbito de dos grandes cuencas: una es la cuenca de los afluentes del Río Patuca que abarca la mayor parte del Area del Estudio y vierte hasta el litoral del Océano Atlántico, y la otra es la cuenca de los afluentes del Río Choluteca que abarca una parte Oeste del Area del Estudio y fluye hasta el litoral del Océano Pacífico. Como los afluentes del Río Patuca, se encuentran el Río Jalán, que nace por la Montaña El Chile y discurre desde Teupasenti hacia el Noreste, y el Río Guayambre que nace por las sierras entre Teupasenti y Danlí, y discurre hacia Santa Marfa. Estos afluentes son alimentados por numerosos torrentes y quebradas.

Por otro lado, el Río Choluteca avana por la parte Suroeste de la Montaña Potrerillos en el sector Suroeste del Area del Estudio.

(4) Geología

Se distribuyen seis clases geológicas principalmente en el Area del Estudio, cuya distribución se muestra en el Cuadro II-1-4 y en la Figura II-1-2.

Cuadro II-1-4 Geología del Area del Estudio

Símbolos	Eras		Principales materiales parentales	Distribución
Qal	Cenozoico	Cuaternario	Sedimentos	Una parte de San Julián, y una parte de las orillas del Rfo Vallecillo
Tpm		Terciario	Rocas volcánicas de riolitas, andesitas y basaltos	En la parte Suroeste del Area del Estudio, desde Las Crucitas hasta Potrerillos y Morcelí y sus alrededores
Tv			Rocas volcánicas constituidas por tobas, andesitas, etc., pero se desconoce su antigüedad	Por la Montaña Potrerillos y sus alrededores
Ky	Mesozoico	Cretácico	Rocas calcáreas	En el Norte del Area del Estudio, por la Montaña Neblina y sus alrededores
Jkhg		Jurásico	Lutitas, areniscas y capas de carbón y estratos turbosos	Mayor parte del Este del Area del Estudio, abarcando Las Animas, San Julián, Villa Santa, etc.
Pzm	Paleozoico		Basamento metamórfico compuesto de esquistos, gneises, cuarcitas, etc.	En la parte Norte del Area del Estudio, incluyendo Teupasenti

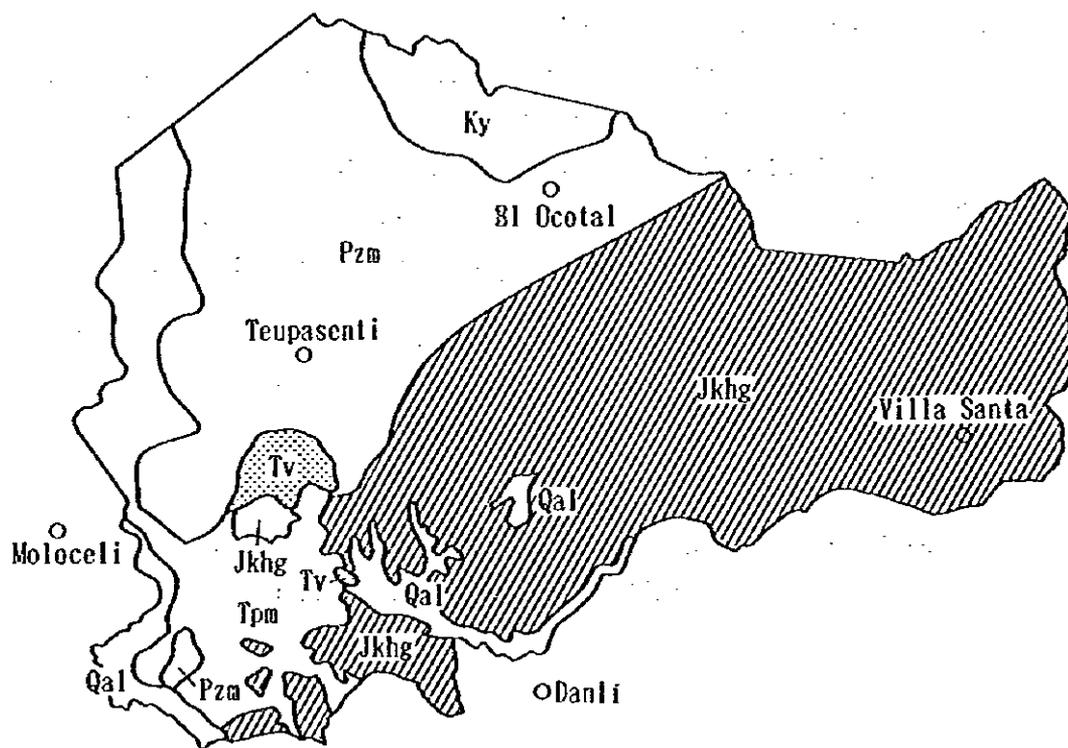


Figura II-1-2 Distribución Geológica del Area del Estudio

(Fuente: Mapa Geológico de Honduras de IGN)

(5) Suelos

Los suelos que constituyen el Area del Estudio son Lithic Leptosols, Distric Leptosols y Distric Cambisols. Los suelos de Lithic Leptosols se distribuyen por Las Crucitas, Potrerillos y el Valle Arriba de la parte Sureste del Area del Estudio, así como los suelos Distric Leptosols, en las tierras bajas y el abanico aluvial de los alrededores de Teupasenti, y por último, los suelos de Distric Cambisols, se distribuyen principalmente en las tierras altas. En términos generales, estos suelos son de baja productividad, y poco aptos para el uso agrícola. La productividad relativa sube desde Lithic Leptosols, Distric Leptosols hasta Distric Cambisols, según este orden, en el caso del Area del Estudio.

(6) Condiciones Forestales

El Area del Estudio, en groso modo, se divide en dos áreas: Area de Bosques de Pino con predominancia de Pino (parcialmente Quercus) y Area de Bosques de Latifoliadas con predominancia de especies latifoliadas de monte alto tropical.

En cuanto a las áreas de bosque de Pino, existen áreas en que los bosques desaparecieron o se deterioraron por los efectos de la explotación agropecuaria, así como las áreas que se convirtieron en Bosques de Quercus después del corte de bosques de Pino; pero en general los bosques se componen principalmente de Pino y se observaron considerables extensiones de áreas que presentan un buen grado de crecimiento. Todos estos bosques son naturales y ninguno es reforestado.

Sin embargo, en general son pocos los bosques compuestos por árboles maduros, siendo así que la mayor parte está constituida por los árboles jóvenes. La mayoría de estas áreas son aprovechadas con fines pecuarios; y la quema, que se efectúa casi anualmente para estimular el rebrote de los pastos jóvenes, constituye el mayor impedimento para el crecimiento sano de bosques de Pino. Por otro lado, se encuentran muchas partes que son aprovechadas para la producción de resina de Pino por los habitantes locales.

Los bosques de latifoliadas, por su lado, han desaparecido en grandes extensiones por la explotación agropecuaria, y las pocas áreas que quedan son de difícil acceso por ubicarse en las zonas montañosas, o están quedadas entre las parcelas agrícolas y potreros. La mayor parte de los bosques de latifoliadas no explotados se ubican principalmente en las laderas muy escarpadas, desempeñando un rol importante para la conservación de los suelos y fuentes de agua.

(7) Reserva Biológica

La Montaña El Chile y sus alrededores fueron designados como la Reserva Biológica por la Ley de los Bosques Nublados. Esta área pertenece, en su mayoría, al Departamento de Francisco Morazán, y parcialmente al Departamento de El Paraíso. La superficie designada alcanza un total de 61.6 km², que se desglosa en 18.7 km² de zona nuclear que se ubica a más de 1,800 m.s.n.m. y en 42.9 km² de zona de amortiguamiento. La altura de la máxima eminencia es de 2,180 m.s.n.m.

II-2 Condiciones Socio-económicas

(1) Situación Socio-Económica de Honduras

① PIB

En el Cuadro II-2-1 se resume la composición del PIB de los principales sectores de Honduras. Tal como se puede observar en el cuadro, la agricultura, silvicultura y pesca constituyen el sector predominante en el país.

Cuadro II-2-1 PIB según Sector Industrial

Rama de act.	(en millones de lempiras)				
	1989	1990	1991	1992	1993
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	1,951 18.88%	2,503 19.96%	3,178 19.48%	3,258 17.36%	3,661 16.92%
Explot. de minas y canteras	358 1.53%	194 1.55%	206 1.26%	308 1.64%	380 1.76%
Industria manufacturera	1,389 13.44%	1,823 14.54%	2,367 14.51%	2,875 15.32%	3,300 15.25%
Construcción	464 4.49%	574 4.58%	745 4.57%	1,061 5.65%	1,257 5.81%
Electricidad, gas y agua	276 2.67%	353 2.81%	497 3.05%	530 2.82%	695 3.21%
Transp., almacenaje y comunicación	648 6.27%	703 5.61%	909 5.57%	1,048 5.58%	1,134 5.24%
Comercio, rest. y hoteles	1,089 10.51%	1,289 10.28%	1,567 9.61%	1,762 9.39%	2,083 9.63%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmueb. y serv. prestados a las empr.	712 6.89%	826 6.59%	1,109 6.80%	1,328 7.07%	1,536 7.10%
Propiedad de viviendas	721 6.98%	790 6.30%	906 5.55%	1,042 5.55%	1,162 5.37%
Adm. pública y defensa	773 7.48%	814 6.49%	1,050 6.44%	1,187 6.32%	1,375 6.36%
Serv. comunales, sociales y personales	1,075 10.40%	1,290 10.29%	1,441 8.83%	1,704 9.08%	1,971 9.11%
Imp. indirectos netos	1,078 10.43%	1,381 11.01%	2,339 14.34%	2,669 14.22%	3,081 14.24%
Producto Interno Bruto	10,331	12,540	16,314	18,772	21,635
APM	11.7	21.3	30.1	15.1	15.3

Fuente: "HONDURAS EN CIFRAS (1989-1991, 1990-1993)" (Banco Central de Honduras)

② Montos de Exportación e Importación

En el Cuadro II-2-2 se resume la evolución de los montos de exportación e importación en el período 1991-1993.

Cuadro II-2-2 Exportación e Importación de Honduras

	(en millones de US\$)		
	1991	1992	1993
Exportaciones (FOB)	792.5	801.5	814.0
Importaciones (CIF)	955.1	1,036.6	1,130.0
Balance	-162.6	-235.1	-316.0

Fuente: "MEMORIA 1993" del Banco Central de Honduras

③ Rubros de Exportación

En el Cuadro II-2-3 se resumen los montos de exportación según rubros en el período 1991-1993. Salvo un pequeño porcentaje de productos industriales y minerales, un 80% de la exportación está constituido por los productos agrícolas (banano, café, melón, piñas, tabaco, etc.), forestales (madera y sus derivados), pesqueros (camarones naturales y cultivados, y langostas) y ganaderos (carne refrigerada). La exportación de madera y los productos de madera ocupa en conjunto de 4 a 5% del total.

Cuadro II-2-3 Monto de Exportaciones según Rubros (FOB)

	Exportaciones (FOB)				(en m. de dólares)	
	1991		1992		1993	
Productos tradicionales						
Banano	314,439	39.68%	256,141	31.96%	290,500	28.32%
Café	145,965	18.42%	147,678	18.43%	124,500	15.29%
Madera	15,314	1.93%	15,558	1.95%	17,700	2.17%
Carne refrigerada	31,422	3.97%	37,072	4.63%	38,900	4.78%
Piñón	3,313	0.42%	7,923	0.99%	2,000	0.25%
Zinc	36,339	4.59%	35,745	4.46%	25,800	3.14%
Plata	4,270	0.54%	5,158	0.64%	4,400	0.54%
Tabaco	2,115	0.27%	4,046	0.50%	5,400	0.66%
Azúcar	8,422	1.06%	5,371	0.67%	5,200	0.64%
Camarón natural	38,695	4.83%	22,835	2.85%	32,544	4.03%
Otros productos	7,054	0.89%	7,523	0.94%	7,323	0.90%
Sub-total	606,989	76.47%	545,080	68.01%	454,367	55.73%
Productos no tradicionales						
Camarón cultivado	17,528	2.21%	48,122	5.75%	82,366	7.66%
Langosta	38,708	4.88%	34,132	4.26%	38,800	4.77%
Melón	12,800	1.62%	10,809	1.35%	23,408	2.88%
Pura y pasta de fruta	6,770	0.85%	4,870	0.60%	4,370	0.54%
Jabones	5,949	0.75%	7,735	0.97%	8,931	1.10%
Manufacturas de madera	10,968	1.38%	14,019	1.75%	15,613	1.92%
Puros o cigarrillos	9,329	1.18%	8,285	1.03%	8,953	1.10%
Piñas	12,836	1.62%	20,139	2.51%	21,754	2.67%
Aceite de palma	653	0.08%	4,841	0.60%	5,700	0.70%
Texiles	14,900	1.84%	18,700	2.33%	21,683	2.66%
Otros productos	57,243	7.22%	88,968	10.85%	108,063	13.28%
Sub-total	186,483	23.53%	256,409	31.99%	319,631	39.27%
Total Exportaciones FOB	792,452	100.00%	801,439	100.00%	813,958	100.00%

* Fuente: "MEMORIA 1993" (Banco Central de Honduras)

④ PNB per Cápita

El PNB per cápita, según el Banco Central, es de 4,071 lempiras (equivalente a US\$ 619.6, calculando con el tipo de cambio promedio de 1993, US\$ 1.00 = Lps. 6.57).

⑤ Población

La población nacional, según "Honduras en Cifras" del Banco Central, alcanzó un total de unos 5 millones y 248 mil habitantes en 1993, con una densidad de 46.7 hab./km². La tasa de crecimiento anual es de 3.30%, lo que implica un acelerado incremento de la población. La distribución de la población urbana y rural fue de 31% y 69%, respectivamente, en 1974; de 39% y 61% en 1988; y de 42% y 58% en 1993. Esta evolución demuestra la tendencia migratoria de la población rural hacia las áreas urbanas.

La población económicamente activa de Honduras fue de 1 millón y 653 mil habitantes en 1993 (la tasa de desempleo fue de 9.4% según el Censo de 1988).

⑥ Régimen de Tenencia de la Tierra

El servicio de catastro en Honduras actualmente cuenta con los registros de 8 de los 18 departamentos. Según esta fuente, la tenencia y la ocupación de la tierra se expresa por tres aspectos que se describen de los numerales a) a c) siguientes:

a) Naturaleza jurídica del predio

(a) Privado: Tierra o predio que pertenece exclusivamente a persona(s) natural(es) o jurídica(s) por haber sido legalmente titulada.

(b) Ejidal: Tierra concedida por el Estado a las Corporaciones Municipales para uso y goce de sus vecinos. Las tierras ejidales son concedidas a particulares por las Corporaciones Municipales, en dominio útil.

(c) Nacional: Son aquellas tierras sobre las cuales el Estado conserva la propiedad o dominio, por no haberlas transferido a alguien.

(d) Municipal privado: Se refiere a las tierras que las municipalidades han adquirido de los particulares por compra, donación, o cualquier otro acto.

(e) Fiscal: Son aquellas tierras que el Estado ha adquirido de los particulares por compra, donación, o cualquier otro acto.

b) Clase de dominio o posesión

De la sección a) anterior, se enumeran diferentes modalidades de ocupación

según los registros de INA, como los siguientes:

- (a) **Dominio Pleno:** Se refiere a la propiedad legalmente titulada que poseen los particulares y que incluye hasta los derechos de traspasar, enajenar, hipotecar y disponer de la misma.
- (b) **Dominio Util:** Es el que se tiene sobre las tierras ejidales cuando han sido legalmente concedidas por la Corporación Municipal respectiva, y que incluye el derecho al uso y usufructo, pero no a la propiedad del suelo.
- (c) **Ocupación:** Se refiere a tierras nacionales, ejidales o de dominio privado ocupadas por particulares que no poseen documento alguno que justifique su derecho.
- (d) **Posesión:** Se refiere a las tierras nacionales, ejidales o privadas en posesión de particulares amparadas por documentos privados.
- (e) **Beneficiario R.A.:** Identifica a los grupos campesinos o personas particulares legalmente asentadas por el Instituto Nacional Agrario (INA).

c) **Tipos de documentos**

Existen dos tipos de documentos que demuestran la tenencia u ocupación de la tierra.

- (a) **Privado:** Son aquellos documentos celebrados entre particulares sin la intervención de notario ni empleado público competente.
- (b) **Público:** Son los efectuados por un notario o empleado público competente, con las solemnidades requeridas por la Ley.

(2) **Situación Socio-Económica del Departamento de El Paraíso**

A continuación se describe la situación socio-económica del Departamento de El Paraíso, en donde se ubica el Area del Estudio.

① **Industrias**

La población agrícola del Departamento de El Paraíso, según el IV Censo Nacional Agropecuario 1993, es de unos 59,000 habitantes. Al estimar la población económicamente activa del departamento en unos 100,000 habitantes (véase el acápite II-2(2)-③ posterior) en 1993, y al considerar la tasa de desempleo de 10.1% (1988), más del 60% de la población departamental se dedica a las actividades agropecuarias.

Los productos agrícolas de mayor importancia son el café, maíz, frijoles, maicillo, etc.; de éstos, predomina el café con una superficie de cultivo de unas 29,000 ha, y la producción de 16,000 t., situando el segundo lugar a nivel nacional (con una participación de 14.8% de la producción nacional). Asimismo, el melón y el tabaco constituyen los rubros de exportación, aunque no ocupa una superficie de cultivo de tanta magnitud como el café.

Según el censo mencionado, existe un total de 171,000 cabezas aproximadamente de ganado vacuno, ocupando el tercer lugar a nivel nacional (con una participación del 8.2%).

En cuanto a la industria secundaria, existen aserraderos, beneficios de tabaco, beneficios de café, carnicería, etc. Tal como se puede observar, los productos agropecuarios constituyen el eje troncal de las industrias primaria y secundaria de la economía regional.

② División Administrativa

El Paraíso tiene una extensión de 7,218.1 km², la que corresponde a un 6.4% del territorio nacional. La superficie del Area del Estudio es de unos 1,900 km², que corresponde a unos 26% del territorio departamental. El Departamento de El Paraíso está constituido por 19 municipios, de los cuales cinco (Danlí, Teupasenti, Jacaleapa, Morocelí y Potrerillos) se encuentran en el Area del Estudio.

La administración forestal en esta región está encargada a las Unidades de Gestión de Teupasenti, Danlí y Villa Santa de la Región Forestal El Paraíso de COHDEFOR.

③ Población

La población del Departamento de El Paraíso, según el Censo Nacional de Población de 1988, es de 244,000 habitantes, con una densidad de 33.86 hab./km². La tasa de crecimiento, la población económicamente activa y la tasa de desempleo son de 3.88%, 77,000 hab. y 10.1% respectivamente y son valores similares a los promedios nacionales. Al aplicar la tasa de crecimiento de 3.88%, la población actual (1995) del departamento se estima en unos 320,000 habitantes, así mismo la población económicamente activa, en unos 100,000 habitantes.

④ Situación Actual del Sector Agropecuario

a) Ocupación de las explotaciones

Existen actualmente 25,217 explotaciones agrícolas en el departamento, sumando un total de 374,086 ha (según el Censo Nacional Agropecuario de 1993). La situación actual de los tipos de ocupación de estos terrenos se muestra en el Cuadro II-2-4.

Cuadro II-2-4 Número de Explotaciones y su Superficie según Modalidades de Ocupación

Ocupación de los terrenos	Núm. de terrenos		Superficie	
	(Núm.)	(%)	(ha)	(%)
Propiedad privada	9,761	38.7%	195,264.6	52.2%
Propiedad estatal	6,885	27.3%	115,069.2	30.8%
Terrenos arrendados	3,891	15.4%	8,069.4	2.2%
Otros	1,516	6.0%	3,778.5	1.0%
Combinadas	3,164	12.5%	51,903.9	13.9%
Total	25,217	100.0%	374,085.6	100.0%

b) Superficie de las explotaciones

La superficie total de las explotaciones del Departamento de El Paraíso es de 374 mil ha ocupando el 52% de la superficie departamental, según el Censo Nacional Agropecuario de 1993. Al considerar que el nivel nacional es de 30%, se puede afirmar que esta región se caracteriza por un alto índice de existencia de las tierras agrícolas.

En el Cuadro II-2-5 se resumen los datos concernientes a la superficie agrícola del Departamento de El Paraíso, según la fuente indicada.

Cuadro II-2-5 Núm. de Explotaciones según Dimensión y su Superficie

Dimensión de las Parcelas Agrícolas	Núm.	%	% acumulado	Area (ha)	%	% acumulado
< 1 ha	5,560	22.0%	22.0%	3,340	0.9%	0.9%
1 ha ≤ < 2 ha	4,910	19.5%	41.5%	6,712	1.8%	2.7%
2 ha ≤ < 3 ha	3,410	13.5%	55.0%	8,160	2.2%	4.9%
3 ha ≤ < 5 ha	2,855	11.3%	66.4%	11,314	3.0%	7.9%
5 ha ≤ < 10 ha	2,803	11.1%	77.5%	19,954	5.3%	13.2%
10 ha ≤ < 20 ha	2,124	8.4%	85.9%	29,237	7.8%	21.0%
20 ha ≤ < 50 ha	2,179	8.6%	94.5%	67,493	18.0%	39.1%
50 ha ≤ < 100 ha	727	2.9%	97.4%	48,616	13.0%	52.1%
100 ha ≤ < 200 ha	352	1.4%	98.8%	46,411	12.4%	64.5%
200 ha ≤ < 500 ha	230	0.9%	99.7%	69,841	18.7%	83.2%
500 ha ≤ < 1000 ha	52	0.2%	99.9%	34,835	9.3%	92.5%
1000 ha ≤ < 2500 ha	13	0.1%	100.0%	21,006	5.6%	98.1%
2500 ha ≤	2	0.0%	100.0%	7,167	1.9%	100.0%
Total	25,217	100.0%		374,086	100.0%	

De acuerdo a la Ley de Reforma Agraria, las explotaciones de menos de 5 ha, son denominadas como "minifundios". En estas tierras es frecuente que la producción sea insuficiente para cubrir el consumo familiar, y se obliga a prestar servicio en otras fincas. Tal como se puede observar en el cuadro anterior, los minifundios en el Departamento de El Paraíso corresponden al 66.4% del número total de las explotaciones existentes, aunque su superficie sólo alcanza el 7.9% del total. Generalmente, se hace difícil invertir grandes cantidades en los minifundios, por lo que los productores realizan el cultivo del método tradicional, y en muchos casos la productividad queda en el nivel bajo.

c) Producción agropecuaria

En los Cuadros de II-2-6 a II-2-8 se resumen las informaciones sobre la producción agropecuaria del Departamento de El Paraíso, según el Censo Nacional Agropecuario de 1993.

**Cuadro II-2-6 Principales Cultivos en el Paraíso
(Granos Básicos y Cultivos Anuales)**

Rubros		Núm. de explot.	Superficie (ha)		Producción (ton)	Superf. media cultivada	Productividad (ton/ha)	% de participación
			Cultivo	Cosecha				
Granos Básicos	Mafz	20,995	35,934	32,183	48,656	1.53	1.51	9.7 (3)
	Frijol	10,541	13,166	11,129	3,175	1.06	0.29	7.3 (7)
	Arroz	253	269	248	489	0.98	1.97	1.0 (12)
	Maicillo	4,731	7,785	6,768	8,112	1.43	1.20	14.8 (3)
	Soya	22	76	75	128	3.39	1.72	6.1 (2)
	Sorgo forrajero	27	208	203	5,237	7.52	25.80	14.3 (2)
Cultivos Anuales	Papa	354	285	272	1,734	0.77	6.38	10.0 (3)
	Cebolla	227	93	84	1,041	0.37	12.38	7.4 (4)
	Yuca	144	71	64	405	0.44	6.37	1.0 (11)
	Repollo	126	46	42	416	0.34	9.81	2.1 (5)
	Tomate	276	233	215	3,655	0.78	17.00	3.0 (3)
	Chile dulce	161	84	78	854	0.48	10.95	25.0 (1)
	Sandía	74	216	206	11,910	2.79	57.73	18.4 (2)
	Melón	3	55	49	1,435	16.43	29.12	1.5 (3)
Tabaco	25	351	351	518	14.04	1.47	9.3 (5)	

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario 1993, Granos Básicos y Cultivos Anuales

Observ.) El número indicado entre paréntesis representa el orden de participación entre 18 departamentos.

Cuadro II-2-7 Principales Cultivos en el Departamento de el Paraíso
(Cultivos permanentes)

Rubros	Núm. de explot.	Superficie (ha)		Producción (ton)	Superficie media cultivada	Productividad (ton/ha)	% de participación	
		Cultivo	Cosecha					
Musáceas	Bañano	293	51	159	2,212	0.72	13.91	0.9 (7)
	Plátano	256	62	160	819	0.87	5.11	0.2 (9)
	Otros	349	43	135	821	0.51	6.08	2.0 (13)
Agro-Industriales	Café	10,387	4,128	25,048	16,317	2.81	0.65	14.8 (2)
	Caña de azúcar	637	150	1,027	45,360	1.85	44.15	2.0 (8)
	Cardamomo	3	4	35	21	12.83	0.59	6.2 (6)
Frutas	Naranja	157	41	108	886	0.95	8.19	1.0 (8)
	Piña	50	5	12	53	0.33	4.42	0.1 (13)
	Mango	233	26	139	560	0.71	4.02	10.3 (3)
	Limón	31	21	9	67	0.94	7.89	1.5 (8)
	Aguacate	52	7	18	45	0.48	2.58	5.7 (7)

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario 1993, Cultivos Permanentes

Observ.) El número indicado entre paréntesis representa el orden de participación entre 18 departamentos.

Cuadro II-2-8 Ganadería en el Paraíso

Ganado	Núm. De explot.	Núm. de cabezas (o volumen)	Promedio de cabezas por explot. (o volumen)	% de participación	Observaciones
Vacuno	7,550	171,248	22.68	8.2 (3)	
Vacuno (lechero)	4,016	25,636	6.38	7.3 (9)	Producción: 24,083 litros
Equino	12,064	32,303	2.68	9.7 (2)	
Porcino	9,294	31,531	3.39	6.6 (7)	
Caprino	358	912	2.55	3.4 (12)	
Ovino	15	51	3.40	0.4 (16)	
Avícola	19,774	464,501	23.49	4.0 (8)	
Piscicultura	105	11,112	105.83	8.6 (7)	En Kg.
Apicultura	186	10,325	55.51	9.8 (3)	En litros

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario 1993, Ganadería

Observ.) El número indicado entre paréntesis representa el orden de participación entre 18 departamentos.

(3) Roturación y Uso de las Tierras Agrícolas

① En el Area de Bosques de Pino

Debido a la poca profundidad y baja fertilidad de suelo en el área de los bosques de pino, se deduce que la productividad de las tierras agrícolas en laderas se reduzca a uno ó dos años después de la roturación. En algunas de las áreas que presentan condiciones de los suelos relativamente favorables, pueden seguirse utilizadas para fines pecuarios; pero en el caso de que no se puedan seguir trabajando, los agricultores deben buscar nuevas áreas para explotación y cultivo. Estas prácticas de cultivos migratorios, han incidido en cierto grado a la reducción de las áreas forestales.

Si bien se deduce que es posible hacer uso continuo de las tierras con fines agrícolas en los terrenos planos aplicando la fertilización, casi ya no existen, dentro de los bosques del Area del Estudio, las áreas aprovechables con una determinada extensión.

En la Figura II-2-1, se describe un esquema representativo de roturación y uso de la tierra agrícola en el área de bosque de Pino.

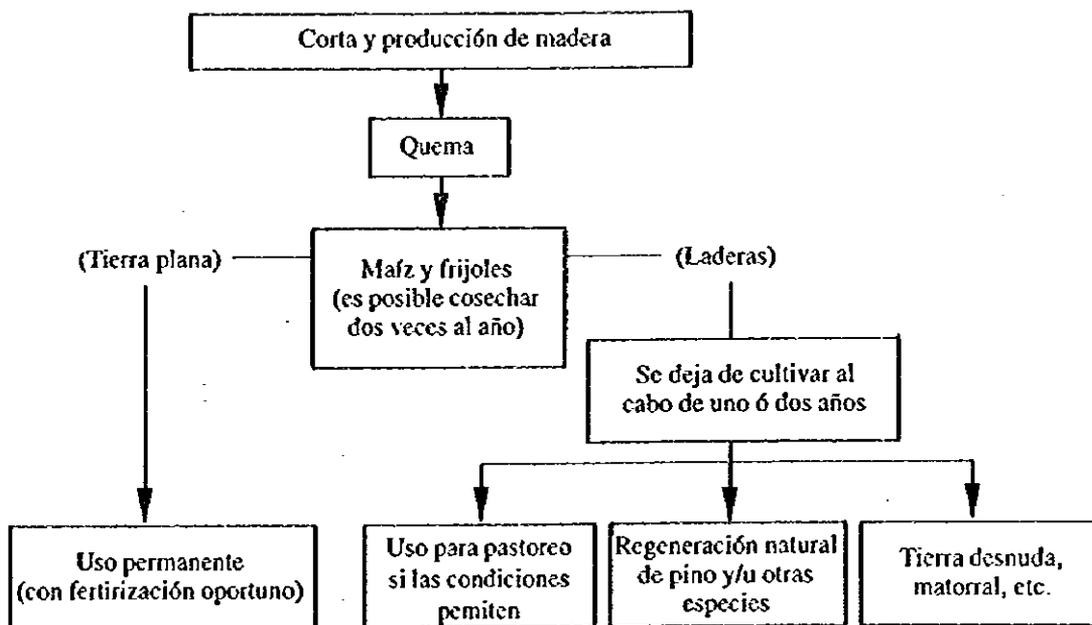


Figura II-2-1 Esquema Representativa de Roturación y Uso de la Tierra Agrícola en el Area de los Bosques de Pino

② En el Area de Bosques de Latifoliadas

Debido a la condición de suelo relativamente favorable y el clima apto para el cultivo del café en el área de los bosques de latifoliadas, muchos de los bosques explotados fueron convertidos en plantaciones de café. Las demás áreas fueron convertidas en potreros para fines pecuarios o en tierras de cultivo. En el caso de las laderas, se han observado muchas tierras en barbecho, con la expectativa de recuperar la productividad de los suelos. Cuando el período de descanso sea insuficiente, se reduce el tiempo aprovechable para el cultivo o la productividad de los suelos se baja.

En la Figura II-2-2, se describe un esquema representativo de roturación y uso de la tierra agrícola en el área de bosques de latifoliadas.

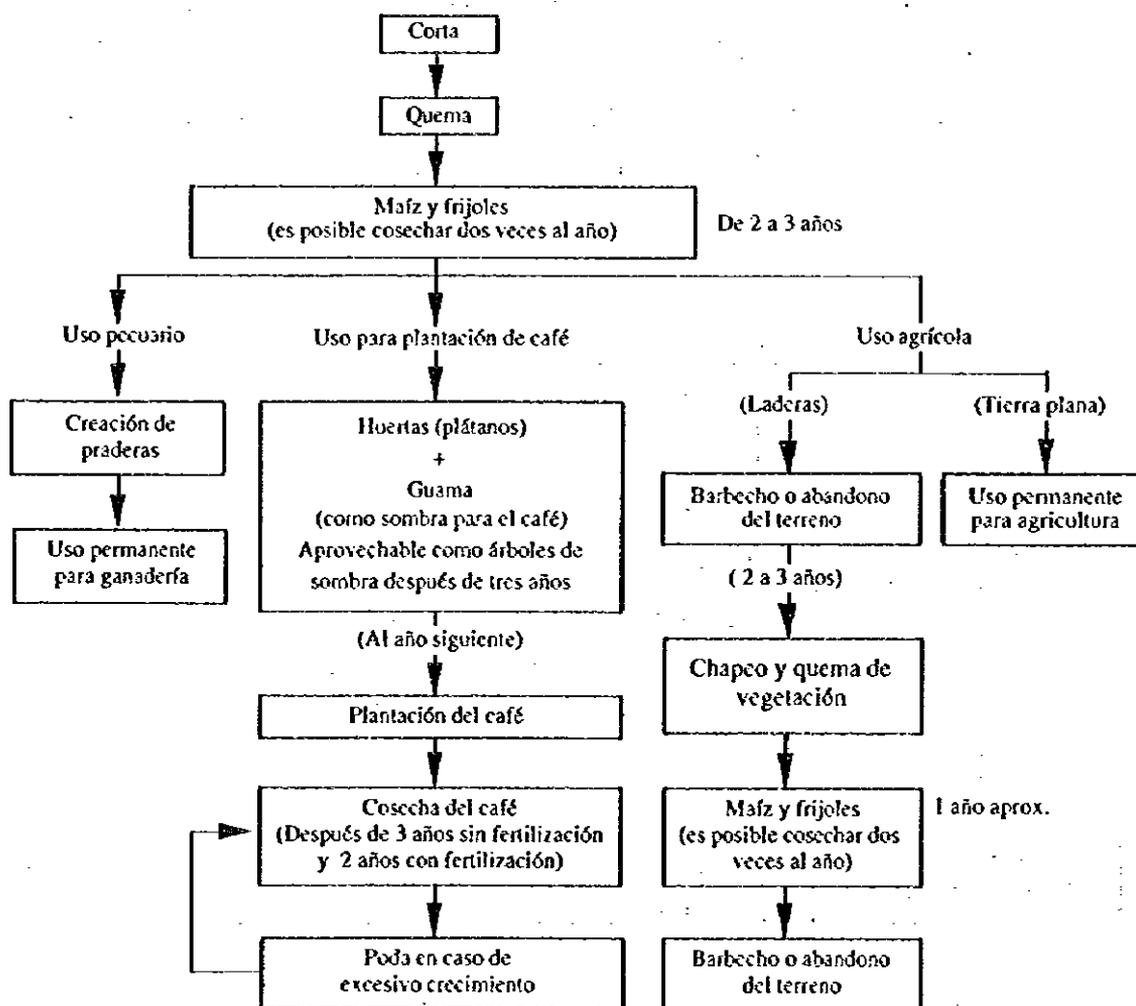


Figura II-2-2 Esquema Representativa de Roturación y Uso de la Tierra Agrícola en el Area de los Bosques de Latifoliadas

(4) Infraestructuras Viales del Area del Estudio

No existen caminos pavimentados dentro del Area del Estudio, pero recorre al sur de la misma, la carretera nacional (pavimentada) que comunica la ciudad de Tegucigalpa con Danlí y Los Almendros.

Los caminos principales en el Area del Estudio son los que comunican Las Crucitas-Teupasenti, Teupasenti-El Rodeo, Danlí-Las Animas, Quedrada Larga-Villa Santa, etc., además se encuentran los numerosos caminos de comunicación de diferentes comunidades, así como los caminos forestales para el transporte de madera. Generalmente, estos caminos secundarios presentan bajo grado de mantenimiento, salvo en las áreas productivas del café, donde algunos tramos fueron sometidos a reparación con el financiamiento de los diferentes organismos, tales como el Fondo Cafetalero.

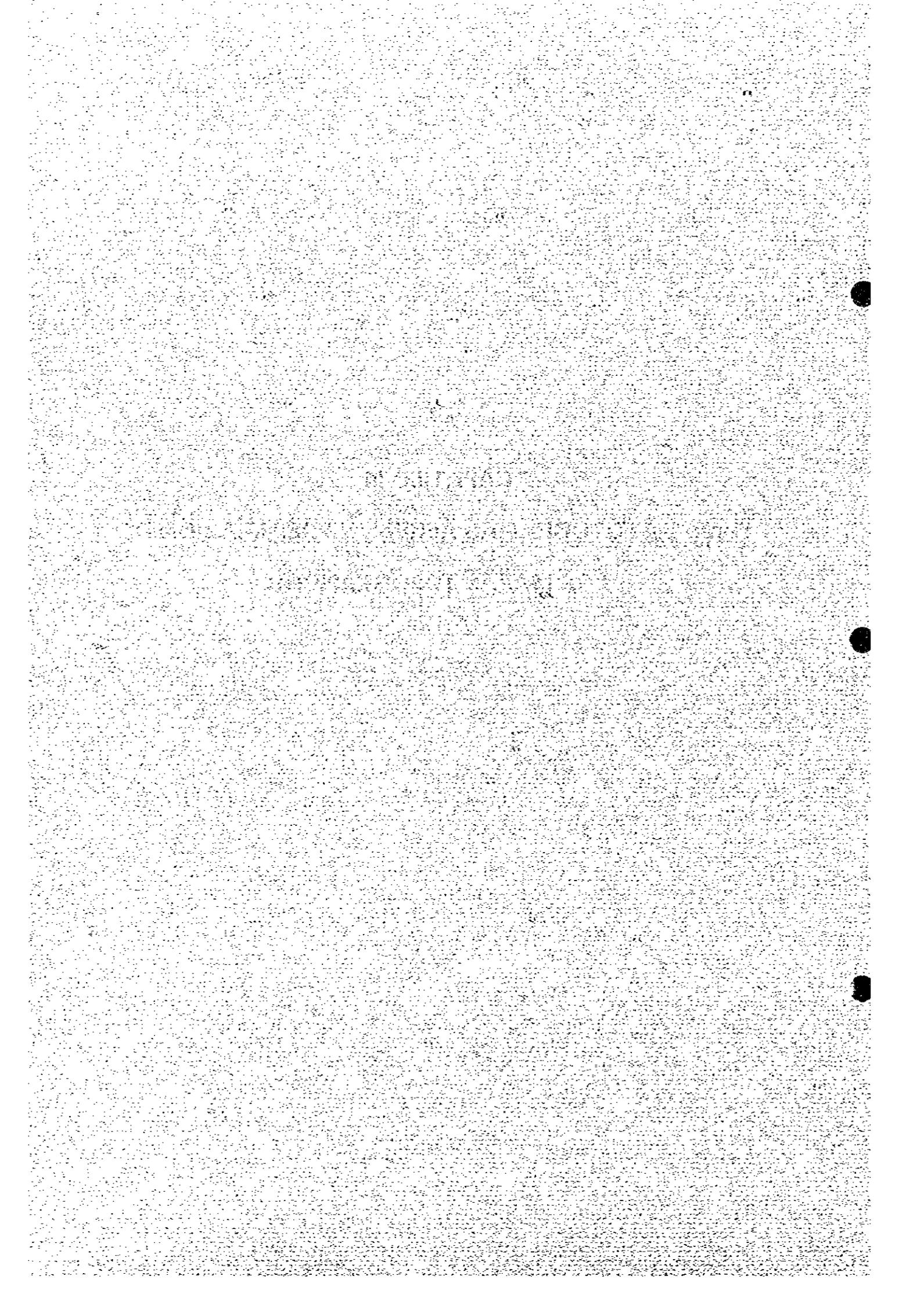
⑤

⑥

⑦

CAPITULO III

**TOMA DE FOTOGRAFIAS AEREAS Y PREPARACION DE
LOS MAPAS TOPOGRAFICOS**



CAPITULO III TOMA DE FOTOGRAFIAS AEREAS Y PREPARACION DE LOS MAPAS TOPOGRAFICOS

III-1 Toma de Fotografías Aéreas

(1) Generalidades

Para efectuar la fotointerpretación de tipo de bosque, así como para preparar la carta topográfica del área a ser cubierta por el Mapa de Productividad de los Bosques de Pino, se tomaron las fotografías aéreas de escala 1/20,000 en la totalidad del Area del Estudio. Para tal fin, se contrató el servicio de la firma brasilera BASE S.A., y los trabajos fueron supervisados, asesorados e inspeccionados por el miembro del equipo del Estudio. La toma fue realizada del 24 de febrero al 14 de marzo de 1995.

(2) Especificaciones

Base	:	Aeropuerto Internacional de Tegucigalpa
Superficie	:	190,000 ha
Escala	:	1/20,000
Cámara	:	Gran angular (f=15 cm)
Niveles de referencia	:	850-1,350 m.s.n.m.
Altitud de vuelo	:	3,850 - 4,350 m.s.n.m.
Dirección del vuelo	:	Este-Oeste
Porcentaje de repetición	:	Longitudinal 60±5% Transversal 40±10%
Tipo de fotografías	:	Blanco y negro

Debido a que la toma fue ejecutada con el uso de lente de ángulo extendido y el área objetivo de toma es la tierra montañosa con la variación grande de altitud, el porcentaje de repetición transversal se determinó en 40%, considerando la distorsión de las fotos.

(3) Cantidad de Fotos Tomadas

Las tomas fueron efectuadas en los siguientes términos:

Longitud total de las líneas de vuelo	:	8,381.2 km
Líneas de vuelo	:	21
Cantidad de fotografías tomadas	:	576 fotos

(4) Lista de Fotografías Aéreas y Líneas de Vuelo

En la Figura III-1-1 se ilustran las líneas de los vuelos, y en el Cuadro III-1-1 se presenta la lista de las fotografías aéreas tomadas.

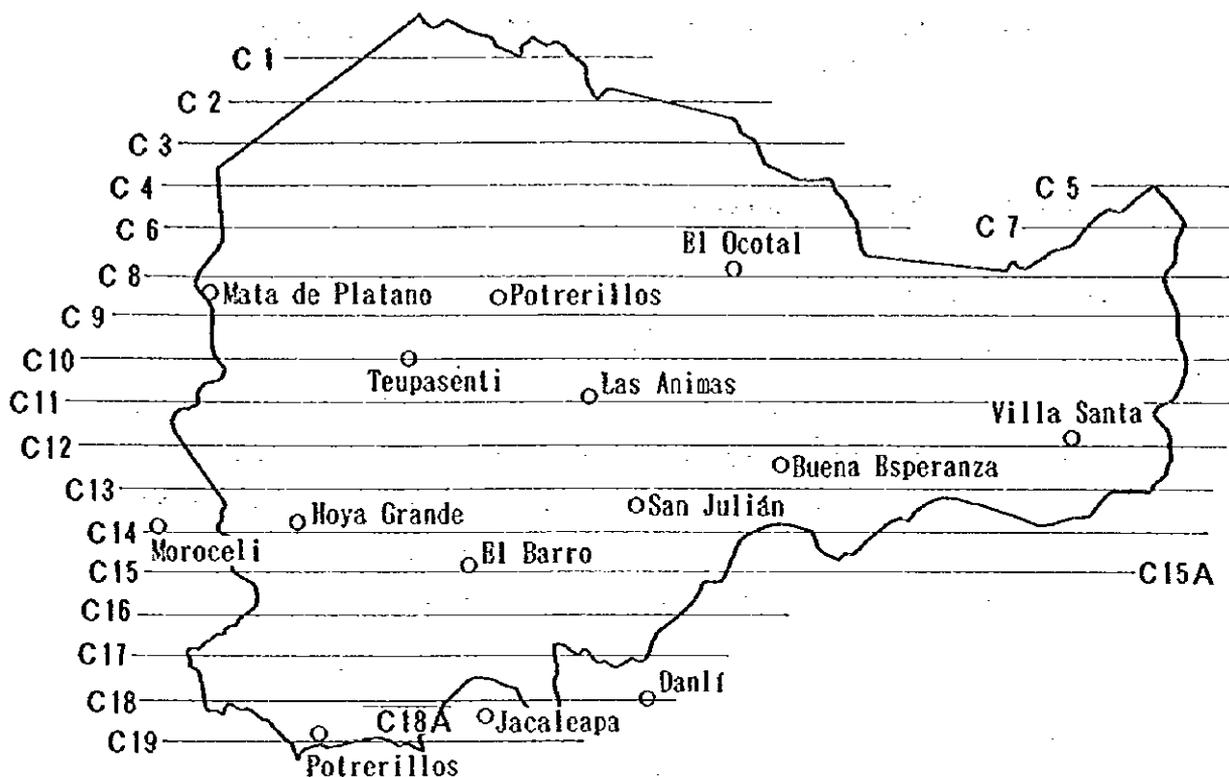


Figura III-1-1 Plano de Líneas de Toma de Fotografías Aéreas

Cuadro III-1-1 Lista de Fotografías Aéreas

Líneas de vuelo	Dirección de toma	Contador de Fotos	Núm. de Fotos	Cantidad
C-1	O>E	6954 - 6964	1 - 11	11
C-2	E>O	6951 - 6931	1 - 21	21
C-3	E>O	6678 - 6704	1 - 27	27
C-4	O>E	6236 - 6208	1 - 29	29
C-5	E>O	6929 - 6923	1 - 7	7
C-6	E>O	6267 - 6238	1 - 30	30
C-7	O>E	6911 - 6919	1 - 9	9
C-8	O>E	6311 - 6269	1 - 43	43
C-9	E>O	6360 - 6315	1 - 46	46
C-10	O>E	6407 - 6362	1 - 46	46
C-11	E>O	6457 - 6412	1 - 46	46
C-12	O>E	6674 - 6630	1 - 45	45
C-13	E>O	6627 - 6586	1 - 42	42
C-14	O>E	6585 - 6544	1 - 42	42
C-15A	O>E	6511 - 6496	1 - 16	16
C-15	O>E	6481 - 6459	1 - 23	23
C-16	E>O	6539 - 6515	1 - 25	25
C-17	E>O	6823 - 6800	1 - 24	24
C-18	O>E	6825 - 6847	1 - 23	23
C-18A	O>E	6905 - 6908	1 - 4	4
C-19	E>O	6898 - 6882	1 - 17	17
Total				576

E: Este; O: Oeste

III-2 Preparación de los Mapas Topográficos

(1) Area del Estudio

① Mapas Topográficos de Escala 1:20,000 del Area del Estudio

Estos mapas han sido preparados con el fin de utilizarse como la base para la preparación del Mapa de Tipos de Bosques. Los procedimientos de preparación consistieron en traspasar las curvas de nivel y los elementos terrestres descritos en los mapas topográficos poseídos por COHDEFOR (preparados por I.G.N., y ampliados de escala 1:50,000 a 1:20,000), y posteriormente se actualizaron agregando y modificando los caminos y los ríos en base a las informaciones obtenidas de las nuevas fotografías aéreas, y subsiguientemente se efectuaron la compilación y el dibujo en limpio.

Los mapas fueron preparados en base a los marcos de los mapas topográficos existentes de escala 1:50,000, dividiéndolos longitudinalmente en dos partes respectivamente. En la Figura III-2-1 se muestra la sectorización de los mapas.

② Mapas Topográficos de Escala 1:50,000 del Area del Estudio

Estos fueron preparados para utilizarse como base del Mapa de Vegetación y Uso del Suelo así como del Mapa de Suelos. Para su preparación se ha reducido el mapa preparado en el numeral anterior de 1:20,000 a 1:50,000, y posteriormente se procedió a compilar y dibujar en limpio.

Los marcos se basaron en los de los mapas topográficos existentes (de 1:50,000), como se ilustra en la Figura III-2-2.

(2) Area Modelo

Los mapas topográficos (de 1:20,000) del Area Modelo que servirían de base para la preparación del Mapa del Plan de Manejo Forestal, fueron elaborados compilando los mapas topográficos del Area del Estudio (de 1:20,000) preparados en el numeral anterior. La sectorización fue efectuada como se ilustra en la Figura III-2-3.

(3) Area del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino

Los mapas topográficos que son base cartográfica para el Mapa de Productividad de los Bosques de Pino fueron confeccionados a una escala de 1:10,000, en base a los resultados del levantamiento aerofotográfico. Para tal fin, se utilizaron las fotografías tomadas en este Estudio, y se llevaron a cabo los levantamientos de puntos de control, nivelación simple y el reconocimiento en el terreno.

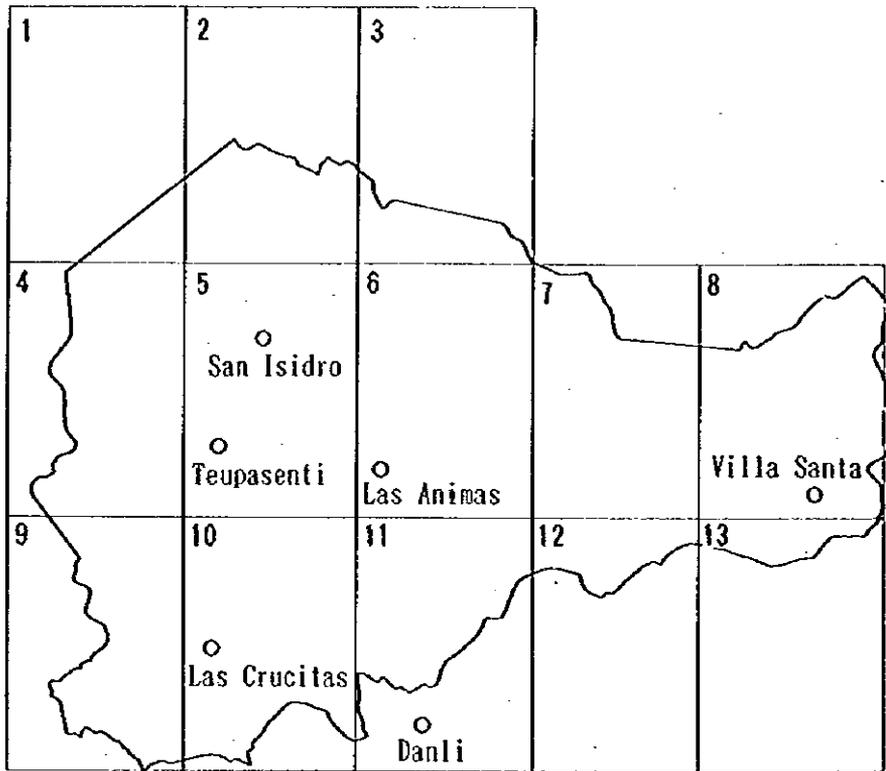


Figura III-2-1 Distribución de Hojas del Mapa Topográfico del Area del Estudio (1:20,000)

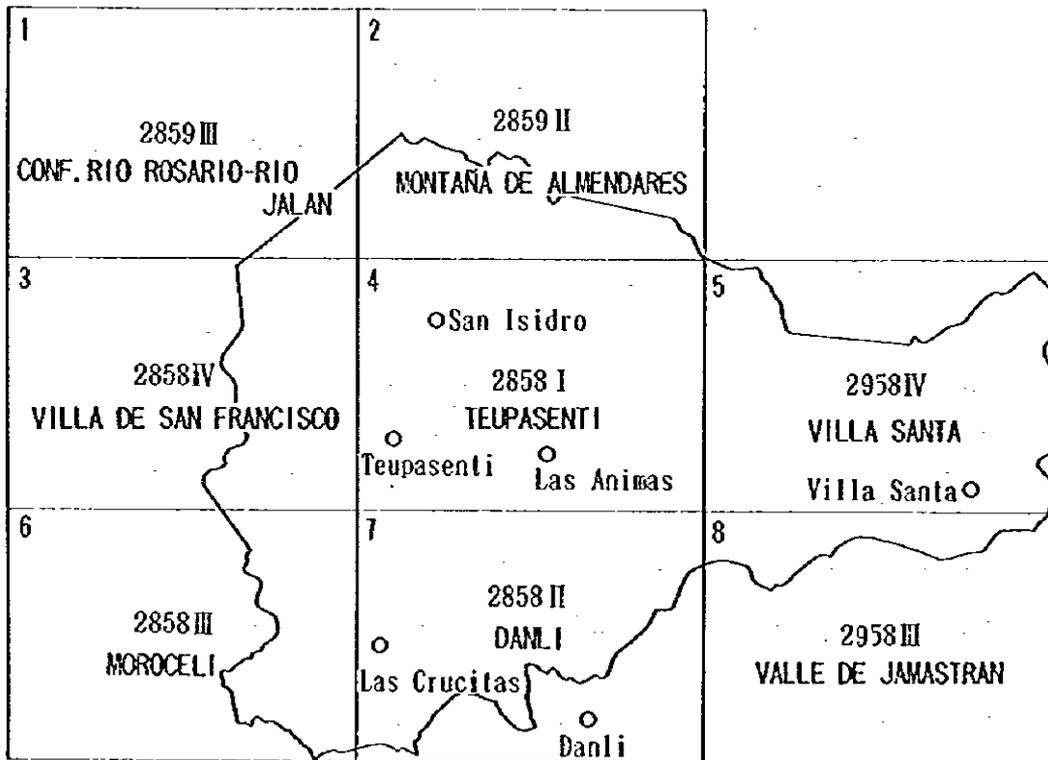


Figura III-2-2 Distribución de Hojas del Mapa Topográfico del Area del Estudio (1:50,000)

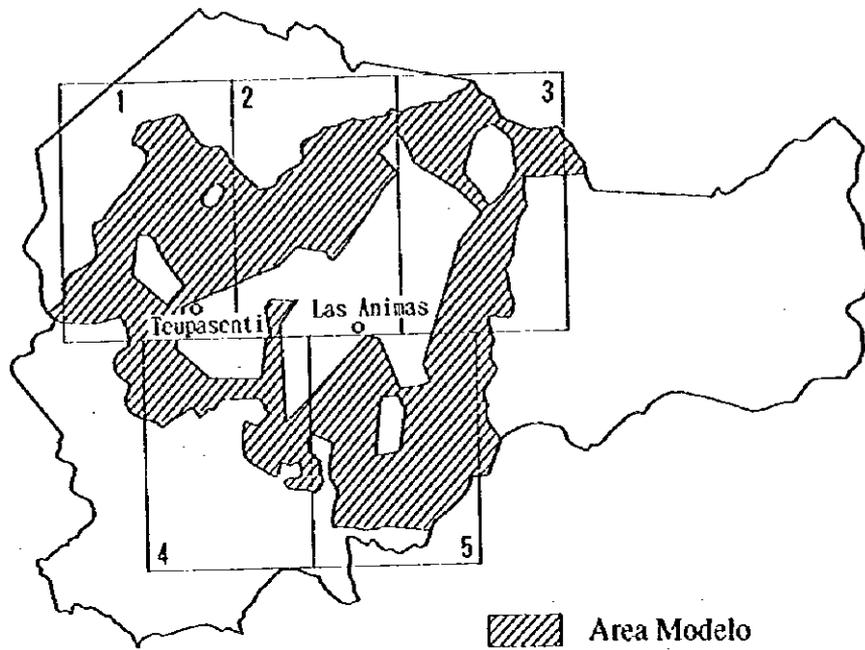


Figura III-2-3 Distribución de Hojas del Mapa del Area Modelo

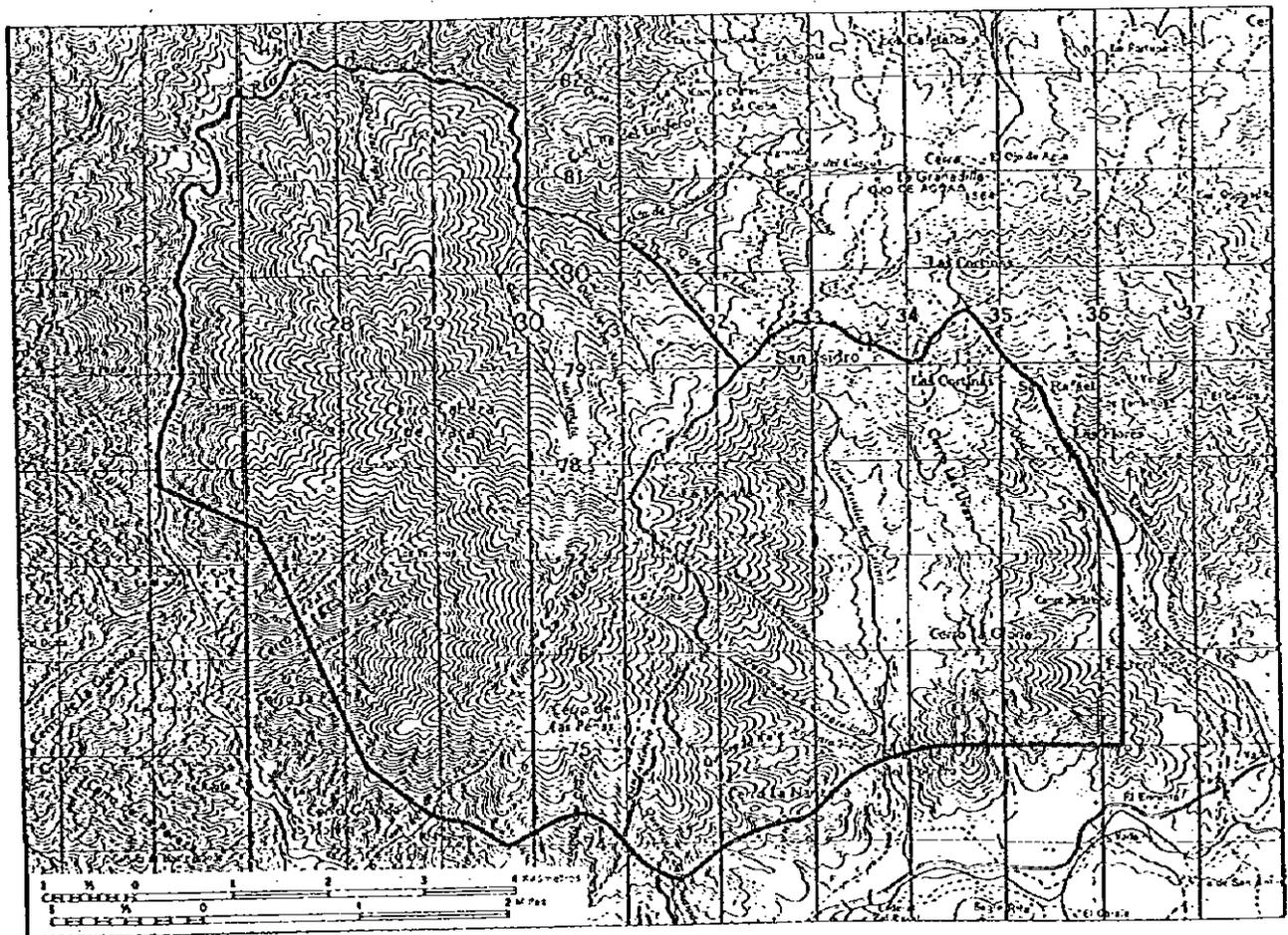


Figura III-2-4 Area del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino
(preparado a la escala de 1:10,000)

① **Determinación del Area para la Preparación del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino**

En base a los resultados de la fotointerpretación preliminar, se identificó una área de unas 5,000 ha donde se distribuyen en bloques los bosques de pino representativos del Area Modelo, y la misma fue definida como el Area del Mapa de Productividad de los Bosques de Pino, una vez que se había discutido con el personal de COHDEFOR. Su distribución se muestra en la Figura III-2-4.

② **Levantamiento de Puntos de Control**

En los puntos existentes y nuevos, se llevó a cabo el levantamiento de puntos de control necesario para la aerotriangulación, mediante el GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Los puntos existentes fueron verificados para confirmar su efectividad, y en base a estos resultados, se seleccionaron dos puntos de triangulación para la referencia de posición horizontal y tres puntos de nivelación para la referencia de altitud vertical. Además de ellos, se definieron 9 puntos nuevos de control, de los cuales en 6, se colocaron mojones de hormigón armado, considerando la utilidad para el futuro; mientras tanto, para los 3 puntos restantes, se colocaron las estacas de madera.

El método de GPS consiste en la percepción simultánea de los datos con más de cuatro satélites de GPS mediante 3 receptores. Estos datos fueron sometidos al análisis computarizado para calcular la latitud y la longitud de cada uno de los puntos de control sobre las coordenadas de plano de Zona 16 de UTM.

③ **Nivelación**

Con el fin de garantizar la precisión vertical de la aerotriangulación, se llevaron a cabo la nivelación simple y la nivelación por GPS. Los puntos de referencia existentes de nivelación, se encuentran fuera del área de preparación del mapa topográfico, dos al norte y uno al sur, y el punto más cercano dista 35 km del nuevo punto de nivelación (ubicado en la proximidad de Teupasenti) establecido dentro del área mencionada. Por lo tanto, las altitudes de los nuevos puntos fueron calculados mediante el método GPS. Es decir, en base a la altura del elipsoide que se había obtenido por el GPS, y a la aplicación del método de cálculo de la cadena tridimensional usando las altitudes de los puntos de nivelación existentes, se obtuvo la altura de geoide; y posteriormente, esta altura fue procesada para obtener definitivamente la altitud de los nuevos puntos de nivelación.

Los puntos de control vertical necesarios para la aerotriangulación del área a restituirse, fueron colocados con intervalo de 500 m mediante la nivelación a partir de los puntos nuevos. A continuación se detallan la distancia y la precisión de la nivelación:

a) Distancia de nivelación

Método GPS:	200 km
Longitud de líneas de nivelación:	17 km

b) Precisión

Método GPS:	Desviación estándar de 10 cm
Nivelación de campo:	$\pm 6\text{cm} \sqrt{s}$ (s: distancia en km de ida).

c) Reconocimiento de terreno

Se llevó a cabo el estudio de terreno para verificar los elementos y las respectivas nomenclaturas que deben ser descritos sobre los mapas topográficos.

④ Aerotriangulación

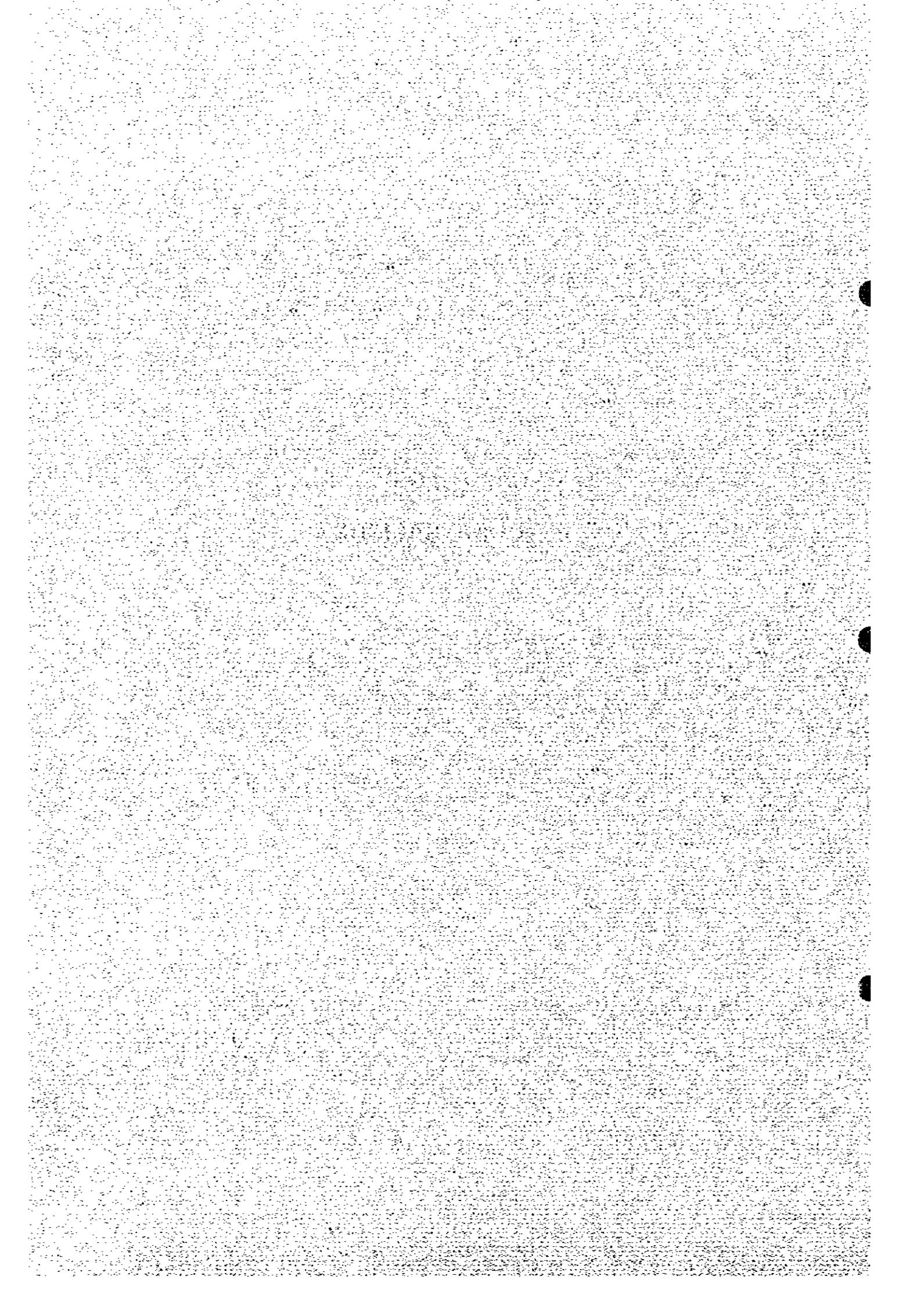
Para la aerotriangulación, con el uso de medidor de precisión de coordenadas, se traspararon sobre las películas positivas en contacto (de 1:20,000), los puntos de paso, los de atar y los de control establecidos por GPS, los que servirán de referencia para la restitución; y se midieron las coordenadas de fotografías. Subsiguientemente, en base tanto a la calibración de máquina fotográfica como al cálculo de ajuste de los resultados del levantamiento por GPS, se obtuvieron los valores de los puntos de paso y de otros datos, con respecto a las coordenadas (posición horizontal y vertical).

⑤ Restitución y Dibujo en Limpio

En base a los resultados obtenidos de la aerotriangulación, de GPS y del reconocimiento en terreno, se ubicaron y se describieron los diferentes elementos componentes del mapa topográfico, con el uso del equipo de restitución. De esta manera se elaboró el mapa original en borrador de escala 1:10,000. El intervalo de las curvas de nivel se definió en 10 m, y el de las curvas auxiliares en 5 m. Se dibujaron las obras y los relieves topográficos, de acuerdo con la simbología, sobre la cual ya se había discutido con COHDEFOR, empezando desde los elementos lineales (camino, ríos, etc.), y los siguieron los edificios, vegetación, curvas de nivel y los puntos de cotas independientes. A este mapa original en borrador, se pusieron los nombres de

lugares, y posteriormente, éste se compiló dividiendo en dos hojas para elaborar el mapa original compilado. Utilizando este mapa original compilado, se elaboró el mapa topográfico original mediante el método de dibujo en limpio.

CAPITULO IV
ESTUDIOS BASICOS



CAPITULO IV ESTUDIOS BASICOS

IV-1 Estudios de Uso del Suelo y Vegetación, y de Tipo de Bosques

El uso del suelo, vegetación y el tipo de bosques del Area del Estudio fueron estudiados mediante la interpretación de las fotografías aéreas y el reconocimiento en terreno.

(1) Interpretación de Fotografías Aéreas

① Normas de Fotointerpretación de Uso del Suelo y Vegetación

Posteriormente al estudio preliminar de campo así como a la fotointerpretación preliminar del Area del Estudio, se determinaron los tipos de uso del suelo identificados y sus tonalidades en las fotografías aéreas, a fin de preparar las normas de fotointerpretación. Para conocer la condición actual de uso del suelo y vegetación, se clasificaron en las áreas forestales y no forestales, y se definieron las normas de fotointerpretación para cada una de ellas. A continuación se describen más detalladamente los tipos interpretados de uso del suelo, sus imágenes en las fotografías aéreas, la situación general de su distribución, etc.

a) Areas con bosques

(a) Bosques de coníferas

Los árboles altos en los bosques de coníferas que se encontraron en el Area del Estudio son únicamente Pinos. Estos se distribuyen principalmente desde el centro del Area del Estudio hacia el Oeste en torno a Teupasenti. Asimismo, se distribuyen en la parte Norte, por la Montaña Esperanza, San Julián y Villa Santa. En donde los suelos son secos o contienen alto porcentaje de gravas, los Pinos se mezclan con Quercus. Dado que estos bosques se regeneran casi uniformemente, y crecen como bosques homogéneos, en las imágenes fotográficas aparecen uniforme y ordenadamente. Las puntas de copas son agudas y marcadas, y las copas se ven en círculos perfectos. La tonalidad varía de negro a negro grisáceo. Sin embargo, en el caso de los bosques maduros, las copas de Pinos aparecen más redondeadas, asemejándose a las de latifoliadas; pero se distinguen por su homogeneidad y por su distribución colectiva.

(b) Bosques de latifoliadas

Existen los bosques de *Quercus* y los de especies latifoliadas de montes tropicales. Los primeros se distribuyen, en mayor grado, en los lugares de los suelos secos con alto contenido de gravas. Dado que éstos también se regeneran simultáneamente, se ven ordenadamente en las imágenes las copas uniformes de forma de cúpula regordete. Los bordes de las copas no son muy marcadas. La tonalidad varía de blanco a gris.

Anteriormente, los bosques de las especies latifoliadas de monte tropical existían en grandes extensiones, sin embargo se explotaron con fines agropecuarios, y actualmente en el Area del Estudio, los bosques de este tipo sólo se pueden observar, principalmente por la parte Noreste del dicha área, por más arriba de 1,300 m.s.n.m. alrededor de las cimas de los montes, o en pequeñas dimensiones diseminadas entre las tierras de cultivo, las de pastoreo y matorrales.

Los bosques de latifoliadas de montes tropicales se componen de numerosas especies. Las copas son acampanadas y algo regordetas, pero sus tamaños son muy variados y heterogéneos. Los bordes de las copas se ven en forma casi circular, pero no son marcadas. Aparecen en las fotografías aéreas en tono negro grisáceo, y más finos que las coníferas ya que las copas son más redondas.

Por otro lado, existen los bosques de latifoliadas de monte tropical que son aprovechados para el cultivo de café; en este caso, se elimina sólo la vegetación baja del bosque y se planta el café debajo de los árboles altos para aprovechar su sombra. En las fotografías aéreas, los cafetales pueden ser identificados cuando los árboles hayan sido cortados completamente y sustituidos por Guama (por plantación o regeneración natural), por el perfil que presenta las copas ligadas de los árboles de Guama. Sin embargo, en el caso de aquellos cafetales donde se aprovechan los árboles de latifoliadas de monte tropical que dejaron, en las fotografías aéreas aparecen únicamente las copas de estos árboles. Por lo tanto, estas áreas fueron interpretadas como "bosque de latifoliadas".

(c) Bosques mixtos

Los bosques mixtos son de la combinación de Pino con *Quercus*, o Pino con las especies latifoliadas de monte tropical. El primero se distribuye en la totalidad del Area Modelo. Las imágenes aerofotográficas de ambas combinaciones se asemejan considerablemente haciendo difícil

distinguir las. Por lo tanto, el resultado de fotointerpretación de estos bosques debió ser verificada y modificada a través de la observación de campo. Los bosques mixtos de Pino y latifoliadas de monte tropical se observan por las zonas de transición de Bosques de Pino hacia Bosques de Latifoliadas, alrededor de 1,300 m.s.n.m., y sus extensiones son muy pequeñas.

b) Areas sin bosques

(a) Matorrales

Se observan arbustos de 2 a 5 mts. de altura en forma de alfombra. Estas áreas se ven, en las fotografías aéreas, con tonalidades suaves que varían de gris a negro grisáceo, más oscuras que las tierras agrícolas o pastizales.

Debido a que el uso de estas áreas se altera según estaciones, sólo se han clasificado como "Matorrales", las partes que se pueden identificar en las fotografías aéreas claramente como tales. Concretamente, éstas se distribuyen con mayor concentración alrededor del Cerro de Granadilla en el Noroeste del Area del Estudio, asimismo por los montes altos de la cercana de La Batea por la parte central hacia el Este de dicha área. El proceso de formación de los matorrales se deduce como lo siguiente. Inicialmente, los bosques de latifoliadas de monte tropical fueron explotados y convertidos en tierras de cultivo de alta fertilidad; sin embargo, debido a la pérdida de la fertilidad por el consumo de elementos nutritivos o por la erosión del suelo, se dejaron de utilizar para agricultura. Posteriormente fueron destinados para pastorear, y cuando las tierras dejaron de servir tanto para la agricultura como para la ganadería, fueron definitivamente abandonadas, dando lugar a la formación de matorrales. Después de algunos años, nuevamente podrían ser aprovechadas para la agricultura, y se repite este círculo.

(b) Tierras de cultivo

Las tierras agrícolas se ven en tono blanco grisáceo, con líneas que delimitan las parcelas. Al igual que los matorrales, las tierras de cultivo fueron clasificadas como tales cuando las imágenes de las fotografías aéreas permitan identificar claramente. Las pequeñas unidades de tierras cultivadas se encuentran dispersas por todo el Area del Estudio, pero con mayor predominancia en las partes planas del abanico aluvial del Río Jalán y de la Quebrada Playa alrededor de las tierras privadas y ejidales.

(c) Huertas

Son huertas de bananos o de café. En las imágenes de las huertas con bananos se ven las hojas que crecen hacia arriba, con tonalidades heterogéneas y rígidas.

En el caso de los cafetales con árboles de sombra, sobre las fotografías aparecen en tonalidades suaves las copas grandes y planas contiguas de los árboles de sombra, cuyos bordes no son marcados. La tonalidad varía entre gris oscuro y negro.

Su distribución es similar a la de los matorrales, y se encuentran principalmente en las tierras fértiles de los montes que cuentan con las condiciones aptas para la plantación de café. Sin embargo, tal como se ha mencionado anteriormente, las plantaciones que fueron establecidas aprovechando los árboles altos de los bosques de latifoliadas de monte tropical, fueron clasificadas como "bosques de latifoliadas".

Aparte de las huertas arriba mencionadas, existen los frutales de mango y naranja. Estos fueron excluidos de las normas de interpretación, ya que son de pequeñas superficies por ser para el consumo familiar.

(d) Pastizales

Los pastizales aparecen en tono más blanco que los matorrales y más oscuro que las tierras de cultivo. Son, por lo general, áreas muy extensas.

Son principalmente praderas que se utilizan para apacentar al ganado equino y vacuno. Su distribución es similar a los matorrales y a las tierras de cultivo.

(e) Tierras desnudas

Son áreas que presentan el afloramiento rocoso, y aparecen en tonalidad blanca y rígida.

(f) Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua que existen son el Río Jalán y el Lago La Presa.

(g) Poblaciones

Fueron clasificadas como Poblaciones las áreas donde se concentran un determinado número de construcciones. Por lo tanto, no fueron incluidas las viviendas distribuidas dispersamente dentro de los bosques.

En base a esta clasificación, se definieron las normas de fotointerpretación de uso del suelo y vegetación como el siguiente cuadro:

Cuadro IV-1-1 Normas de Fotointerpretación de Uso del Suelo y Vegetación

Uso del suelo	Símbolos	Descripción	Normas de fotointerpretación	
Áreas con bosque	Bosques de coníferas	C	Pino	<ul style="list-style-type: none"> • Bosques con predominancia de Pinos • Las copas son uniformes y homogéneas • Las puntas de copas son agudas y marcadas • Los bordes de copas aparecen en círculos perfectos • Las tonalidades varían de negro a negro grisáceo
	Bosques de latifoliadas	L	Bosques de latifoliadas, con predominancia de Quercus y de las especies latifoliadas de montes tropicales	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bosques de Quercus • Las copas tienen forma de cúpula regordete, pero sus bordes no son muy marcados • La tonalidad varía de blanco a gris ○ Bosques de latifoliadas de montes tropicales • Se componen de numerosas especies • Las copas son acampanadas y regordetes • Los tamaños de copas son variados • Los bordes de las copas son borrosos • Aparecen en tonalidad negra grisácea
	Bosques mixtos	Mx	Bosques mixtos de coníferas y latifoliadas	Bosques mixtos de coníferas y latifoliadas
Áreas sin bosque	Matorrales	M	Matorrales	<ul style="list-style-type: none"> • Se observan arbustos de 2 a 5 mts. de altura en forma de alfombras • Aparecen en tonalidades que varían de gris a negro grisáceo, más oscuras que las tierras de cultivo o de pastizales
	Tierras de cultivo	A	Tierras de cultivo de granos básicos, hortalizas, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Las tierras cultivadas aparecen en tono blanco grisáceo, con líneas que delimitan las parcelas
	Huertas	H	Plantaciones del banano, café, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Plantación de banano • Las copas no son uniformes y aparecen en tonalidades rígidas ○ Cafetal • Las plantaciones de café con árboles de sombra, aparecen grandes y planas las copas de los árboles de sombra • Los bordes de las copas son borrosos, pero la tonalidad es suave • La tonalidad varía entre gris oscuro y negro
	Pastizales	G	Pastizales destinados exclusivamente al uso pecuario	<ul style="list-style-type: none"> • Los pastizales aparecen en tono más blanco que los matorrales y más oscuro que las tierras de cultivo. Son, por lo general, áreas extensas.
	Tierras desnudas	D	Áreas sin vegetación arbórea, con tierras descubiertas y afloramiento de rocas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aparece en tonalidad blanca y rígida
	Cuerpos de agua	W	Cuerpos de agua, tales como ríos y lagunas.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpos de agua como los ríos y lagunas
	Poblaciones	Pu	Viviendas, edificios públicos, fábricas, bodega y sus terrenos.	<ul style="list-style-type: none"> • Aparecen las construcciones y caminos en grupo

② Normas de Fotointerpretación de Tipo de Bosques:

En base al estudio y la fotointerpretación preliminar, se decidió ejecutar la clasificación de bosque con respecto a la fisonomía y clase de bosque. Como se ha indicado anteriormente, existen los bosques de coníferas compuestos de Pino, y los bosques de latifoliadas compuestos de Quercus y de las especies latifoliadas de montes tropicales. En base a las fisonomías, se agruparon en bosques de Pino, de Quercus, de Latifoliadas y en los bosques mixtos de éstos. Para la clasificación de las clases de bosques, se utilizaron los parámetros clasificados sobre la altura del bosque y la densidad de copas, que actualmente se utilizan en COHDEFOR. De esta manera, se determinó la siguiente norma para la fotointerpretación sobre tipos de bosques.

Cuadro IV-1-2 Normas para Fotointerpretación sobre Tipos de Bosques

		Rubros	Símbolos	Aplicación
Fisonomía	Bosques naturales	Bosques de Pino	P	Según el porcentaje de mezcla se clasificaron en Bosques homogéneos (más de 80%) y en Bosques mixtos (20%-80%).
		Bosques de Quercus	Q	
		Bosques Mixtos de Pino y Quercus	PQ	
		Bosques de Latifoliadas	L	
		Bosques Mixtos de Pino y Latifoliadas	PL	
Clase	Clase de densidad de copas		Altura de árboles	
	80% ó más	25 m ó más	A1	
		20m-25m	A2	
		15m-20m	A3	
		8m-15m	A4	
	60%-80%	25 m ó más	B1	
		20m-25m	B2	
		15m-20m	B3	
		8m-15m	B4	
	40%-60%	25 m ó más	C1	
		20m-25m	C2	
		15m-20m	C3	
		8m-15m	C4	
	20%-40%	25 m ó más	D1	
		20m-25m	D2	
		15m-20m	D3	
		8m-15m	D4	
	20% ó menos	25 m ó más	E1	
		20m-25m	E2	
		15m-20m	E3	
8m-15m		E4		

(2) Situación Actual de Uso del Suelo y Vegetación, y de Tipos de Bosques

① Uso del Suelo y Vegetación del Area del Estudio

Como resultado obtenido por la fotointerpretación en cuanto al uso del suelo y vegetación del Area del Estudio, se obtuvieron los valores de superficie resumidos en el Cuadro VI-1-3. La superficie total del Area del Estudio es de 184,050 ha, de las cuales 92,850 ha (equivalentes al 50.5%, casi la mitad de la total) son de las Areas con Bosque. Entre las Areas con Bosque, 51,280 ha (equivalentes al 55.2% de las Areas con Bosque) son de Pino (conifera), y 25,410 ha (equivalentes al 27.4% de las Areas con Bosque) son de bosques de latifoliadas. Las Areas sin Bosque suman en un total de 91,200 ha (equivalentes al 49.5% de la total), entre las cuales, las que se destacan, por su mayor extensión, son los pastizales con 52,810 ha, y los matorrales con 21,240 has, que ocupan el 57.9% y 23.3% de las Areas sin Bosque respectivamente.

Cuadro IV-1-3 Superficies según Uso del Suelo y Vegetación en el Area del Estudio

Uso del Suelo		Símbolos	Superficie (ha)	%
Areas con Bosque	Coníferas	C	51,280	55.2
	Latifoliadas	L	25,410	27.4
	Mixtos	Mx	16,160	17.4
	Sub-total			92,850
Areas sin Bosque	Matorrales	M	21,240	23.3
	Tierras de cultivo	A	6,260	6.9
	Huertas	H	9,710	10.6
	Pastizales	G	52,810	57.9
	Tierras Desnudas	D	440	0.5
	Cuerpos de agua	W	240	0.3
	Poblaciones	Pu	500	0.5
Sub-total			91,200	100.0
TOTAL			184,050	—

② Tipos de Bosques del Area del Estudio

Como resultado de la fotointerpretación en cuanto al tipo de bosque del Area del Estudio, se obtuvieron las respectivas superficies según especies y tipo de bosque, tal como se muestran en el Cuadro IV-1-4. De los bosques de Pino se destaca el tipo B3 (15.5%), y lo siguen los tipos C3 (14.2%), B2 (12.6%) y C2 (8.8%). De los bosques de Quercus, se destaca el tipo C4 (25.4%) por su extensión, y lo siguen B3 (19.2%) y B4 (15.8%).

Cuadro IV-1-4 Superficies según Tipo de Bosques en el Area del Estudio

	Clase de Densidad	Clase de Altura de Arboles	Sim-bolo	P		PQ		Q		L		PL		Total	
				Superficie	%										
80% ó más		25 m ó más	A 1	450	0.9	0	0.0	0	0.0	2,770	21.2	10	1.1	3,230	3.5
		20 m - 25 m	A 2	1,360	2.7	270	1.8	0	0.0	760	5.8	10	1.1	2,400	2.6
		15 m - 20 m	A 3	1,120	2.2	20	0.1	350	2.8	1,360	10.4	90	10.1	2,940	3.2
		8 m - 15 m	A 4	350	0.7	10	0.1	390	3.2	1,840	14.1	0	0.0	2,590	2.8
60% - 80%		25 m ó más	B 1	1,580	3.1	60	0.4	0	0.0	740	5.7	70	7.9	2,450	2.6
		20 m - 25 m	B 2	6,470	12.6	840	5.5	0	0.0	1,040	8.0	70	7.9	8,420	9.1
		15 m - 20 m	B 3	7,970	15.5	2,190	14.3	2,370	19.2	1,470	11.3	100	11.2	14,100	15.2
		8 m - 15 m	B 4	1,030	2.0	890	5.8	1,950	15.8	790	6.0	60	6.7	4,720	5.1
40% - 60%		25 m ó más	C 1	1,420	2.8	310	2.0	0	0.0	510	3.9	0	0.0	2,240	2.4
		20 m - 25 m	C 2	4,490	8.8	840	5.5	0	0.0	210	1.6	180	20.2	5,720	6.2
		15 m - 20 m	C 3	7,300	14.2	3,160	20.7	1,760	14.3	560	4.3	60	6.7	12,840	13.8
		8 m - 15 m	C 4	1,510	2.9	2,560	16.8	3,140	25.4	270	2.1	0	0.0	7,480	8.1
20% - 40%		25 m ó más	D 1	310	0.6	120	0.8	0	0.0	10	0.1	20	2.2	460	0.5
		20 m - 25 m	D 2	2,380	4.6	260	1.7	0	0.0	60	0.5	30	3.4	2,730	2.9
		15 m - 20 m	D 3	4,310	8.4	940	6.2	570	4.6	280	2.1	90	10.1	6,190	6.7
		8 m - 15 m	D 4	2,380	4.6	1,800	11.8	780	6.3	170	1.3	30	3.4	5,160	5.6
menor a 20%		25 m ó más	E 1	410	0.8	10	0.1	0	0.0	40	0.3	20	2.2	480	0.5
		20 m - 25 m	E 2	1,390	2.7	80	0.5	0	0.0	10	0.1	40	4.5	1,520	1.6
		15 m - 20 m	E 3	3,660	7.1	340	2.2	410	3.3	50	0.4	0	0.0	4,460	4.8
		8 m - 15 m	E 4	1,390	2.7	570	3.7	630	5.1	120	0.9	10	1.1	2,720	2.9
Total				51,280	100.0	15,270	100.0	12,350	100.0	13,060	100.0	890	100.0	92,850	100.0

③ Uso del Suelo y Vegetación del Area Modelo

Como resultado obtenido por la fotointerpretación en cuanto al uso del suelo y vegetación del Area Modelo, se obtuvieron los valores de superficie resumidos en el Cuadro IV-1-5. La superficie total del Area Modelo es de 53,580 ha, de las cuales 34,430 ha (equivalentes al 64.3%, casi dos tercios de la total) son de las Areas con Bosque. Entre las Areas con Bosque, 19,580 ha (equivalentes al 56.9%) son de Pino (conífera). Las Areas sin Bosque suman en un total de 19,150 ha (equivalentes al 35.7% de la total), entre las cuales, las que se destacan, por su mayor extensión, son los pastizales con 9,550 ha (equivalentes al 49.9%), y los matorrales con 6,450 ha (equivalentes al 33.7%).

La tasa boscosa del Area Modelo, en comparación con la del Area del Estudio, es mayor. Especialmente la tasa de los bosques de Pino en el área anterior es mayor que la posterior, a cambio de que la tasa de los Pastizales en el área anterior es menor que la posterior.

Cuadro IV-1-5 Superficies según Uso del Suelo y Vegetación en el Area Modelo

Uso del Suelo		Símbolos	Superficie (ha)	%
Areas con Bosque	Coníferas	C	19,580	56.9
	Latifoliadas	L	7,580	22.0
	Mixtos	Mx	7,270	21.1
	Sub-total			34,430
Areas sin Bosque	Matorrales	M	6,450	33.7
	Tierras de cultivo	A	1,160	6.1
	Huertas	H	1,760	9.2
	Pastizales	G	9,550	49.9
	Tierras Desnudas	D	80	0.4
	Cuerpos de agua	W	40	0.2
	Poblaciones	Pu	110	0.6
	Sub-total			19,150
TOTAL			53,580	—

④ Tipo de Bosques del Area Modelo

Como resultado de la fotointerpretación en cuanto al tipo de bosque del Area Modelo, se obtuvieron las respectivas superficies según especies y tipo de bosque, tal como se muestran en el Cuadro IV-1-6. De los bosques de Pino se destaca el tipo B3 (16.8%), y lo siguen los tipos C3 (14.7%), B2 (11.8%) y C2 (11.2%). De los bosques de Quercus, se destaca el tipo C4 (22.4%) por su extensión, y lo siguen B4 (18.3%) y C3 (16.9%).

Cuadro IV-1-6 Superficies según Tipo de Bosques en el Area Modelo

Clase de densidad	Clase de altura	Símbolo	P		PQ		Q		L		PL		Total			
			Super.	%	Super.	%	Super.	%	Super.	%	Super.	%	Super.	%		
Clase de Bosque	80%	25m ó más	A1	140	0.7	0	0.0	0	0.0	30	1.2	0	0.0	170	0.5	
		20m-25m	A2	670	3.4	70	1.0	0	0.0	320	12.6	0	0.0	1,060	3.1	
		15m-20m	A3	330	1.7	10	0.1	80	1.6	390	15.4	50	11.1	850	2.5	
		8m-15m	A4	20	0.1	0	0.0	100	2.0	150	5.9	0	0.0	260	0.8	
		60%-80%	25m ó más	B1	610	3.1	60	0.9	0	0.0	160	6.3	70	15.6	900	2.6
		20m-25m	B2	2,320	11.8	240	3.5	0	0.0	110	4.3	70	15.6	2,740	8.0	
		15m-20m	B3	3,290	16.8	710	10.4	780	15.5	390	15.4	40	8.9	5,200	15.1	
		8m-15m	B4	130	0.7	460	6.7	920	18.3	150	5.9	0	0.0	1,650	4.8	
		40%-60%	25m ó más	C1	700	3.6	260	3.8	0	0.0	420	16.5	0	0.0	1,380	4.0
		20m-25m	C2	2,200	11.2	500	7.3	0	0.0	100	3.9	120	26.7	2,920	8.5	
		15m-20m	C3	2,880	14.7	1,630	23.9	850	16.9	50	2.0	0	0.0	5,420	15.8	
		8m-15m	C4	310	1.6	890	13.0	1,130	22.4	30	1.2	0	0.0	2,370	6.9	
		20%-40%	25m ó más	D1	150	0.8	120	1.8	0	0.0	10	0.4	10	2.2	280	0.8
		20m-25m	D2	520	2.7	180	2.6	0	0.0	10	0.4	30	6.7	740	2.2	
		15m-20m	D3	1,950	10.0	530	7.8	300	6.0	90	3.5	0	0.0	2,860	8.3	
		8m-15m	D4	930	4.7	770	11.3	480	9.5	90	3.5	0	0.0	2,270	6.6	
	<20%	25m ó más	E1	230	1.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	20	4.4	250	0.7	
	20m-25m	E2	490	2.5	70	1.0	0	0.0	0	0.0	40	8.9	600	1.7		
	15m-20m	E3	1,200	6.1	190	2.8	140	2.8	10	0.4	0	0.0	1,540	4.5		
	8m-15m	E4	510	2.6	130	1.9	260	5.2	30	1.2	0	0.0	920	2.7		
Total				19,580	100.0	6,820	100.0	5,040	100.0	2,540	100.0	450	100.0	34,380	100.0	

IV-2 Estudio de Recursos Forestales

(1) Inventario Forestal

Con el fin de conocer la composición forestal y estimar el volumen de los bosques de Pino y de Quercus en el Área del Estudio, y además para recoger las informaciones generales de los bosques de latifoliadas tales como la composición, etc., se establecieron las parcelas para hacer el inventario forestal de todos los árboles.

① Diseño del Estudio

En los bosques de Pino, de Quercus y Mixtos (de Pino y Quercus) se aplicó el método de inventario por muestreo al azar. Mientras tanto, para los bosques de latifoliadas se efectuó el inventario de las áreas representativas mediante selección arbitraria.

a) Bosques de Pino, de Quercus y Mixtos

• Selección de las parcelas

Las parcelas fueron seleccionadas al azar, en base a la fotointerpretación. Las parcelas seleccionadas fueron estratificadas en base a la clasificación de los tipos de bosques, con posterioridad a la ejecución de inventario.

• Precisión meta

La precisión meta se definió en 95% de confiabilidad y 7% ó menos de la tasa de error.

• Número de parcelas

El número necesario de las parcelas fue determinado mediante el siguiente cálculo:

$$n = \left[\frac{t \cdot Cv}{E} \right]^2 \times 1.2 = \left[\frac{2 \times 0.35}{0.07} \right]^2 \times 1.2 = 120$$

Donde,

n : Número de parcelas necesario

t : Coeficiente de confiabilidad (t = 2, confiabilidad de 95%)

Cv : Coeficiente de variación

E : Error estimado

1.2 : Factor de seguridad

En este caso, "Coeficiente de Variación = Desviación Normal ÷ Valor Promedio" se estimó en base a los resultados del estudio preliminar.

• Distribución de las parcelas

La distribución de las parcelas se basó en el método de selección al azar simple. Sobre un mapa topográfico de escala 1:50,000 se establecieron las cuadrículas de 100 m × 100 m, y de sus intersecciones fueron seleccionados los puntos de parcelas propuestas. De acuerdo a la interpretación de las fotografías aéreas, se seleccionaron al azar un total de 150 puntos (120 requeridos, y 30 de reserva), los que se ubicaron dentro de los bosques de Pino y Quercus, utilizando el cuadro de números aleatorios.

b) Bosques de latifoliadas

Se seleccionaron arbitrariamente 10 parcelas de bosques de latifoliadas sobre las fotografías aéreas, que fueron el tipo representativo de bosques con buena accesibilidad.

② Estudio en Terreno

a) Forma y superficie de las parcelas

Se establecieron las parcelas rectangulares de 0.1 ha (20 m × 50 m); longitudinalmente con respecto a la pendiente de la ladera.

b) Establecimiento de las parcelas

Fundamentalmente, se inventariaron las parcelas establecidas de acuerdo al diseño de estudio. Desde el punto de vista del rendimiento del estudio, en el caso de que se haya encontrado la dificultad del acceso, éstas fueron sustituidas por las parcelas que se ubican con más fácil accesibilidad en el mismo tipo de bosque dentro de la misma subcuenca. Para tal fin, se ejecutó la interpretación de las fotografías aéreas.

c) Datos recolectados

DAP: El DAP fue a una altura de 1.3 m desde el nivel del suelo; la medición se hizo mediante la forcípula o cinta diamétrica con los árboles con DAP mayor a 10 cm, a intervalos de 2 cm.

Altura: Se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la punta de la copa del árbol, a intervalos de 1 m.

Edad del bosque: En el caso de ejecutar el estudio de crecimiento por corte, se contaron los anillos anuales; en el caso de no cortar, se utilizaron barrenos sacamuestras.

Factores de condiciones topográficas: se anotaron la elevación, pendiente, exposición de ladera y tipo del relieves topográficos.

d) Número y ubicación de las parcelas estudiadas

Se estudió un total de 157 parcelas, cuyo desglose se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro IV-2-1 Número de Parcelas Estudiadas

Tipo de bosques	Simbología	Número de parcelas estudiadas
Bosques de Pino	P	109
Bosques mixtos de Pino y Quercus	PQ	23
Bosques de Quercus	Q	15
Bosques de latifoliadas	L	10
TOTAL		157

③ Cubicación de Árboles de las Parcelas

Se utilizaron las fórmulas establecidas por COHDEFOR para la cubicación de árboles, a fin de obtener el volumen de la parcela.

Cuadro IV-2-2 Fórmulas Aplicadas para la Cubicación de Árboles

Pino 1	$V = (2.82E-5) \times D^2 \times H - 0.0094$
Pino 2	$V = (2.446E-5) \times D^2 \times H + (7.356E-5) \times D^2 - 0.098205$
Quercus	$V = (2.841E-5) \times (D^2 \times H)^{1.0129159}$
Latifoliadas 1	$V = 0.587 \times (0.1083373 + 0.000046499 \times (D^2 \times H) + (-3.788465E - 12) \times (D^2 \times H)^2)$
Latifoliadas 2	$V = 0.719 \times (0.1083373 + 0.000046499 \times (D^2 \times H) + (-3.788465E - 12) \times (D^2 \times H)^2)$
Latifoliadas 3	$V = 0.829 \times (0.1083373 + 0.000046499 \times (D^2 \times H) + (-3.788465E - 12) \times (D^2 \times H)^2)$

Observación)

V: Volumen de fuste total sin corteza (m³); D: DAP (cm); H: Altura (m)

Pino 1 (DAP ≤ 28 cm); Pino 2 (DAP ≥ 30 cm)

Latifoliadas 1 (DAP ≤ 58 cm); Latifoliadas 2 (DAP ≥ 60 cm); Latifoliadas 3 (DAP ≥ 80 cm)

Los resultados del cálculo de volumen por parcela se muestran en el Anexo 3 "Resultados de Inventario Forestal por Parcelas".

④ Composición de los Bosques de Pino y de Quercus

a) Especies y número de árboles encontrados

Las especies encontradas en los bosques de Pino, de Quercus y Mixtos fueron las siguientes:

Pino: Oocarpa como la predominante, y aparte de ésta Maximinoi, Pseudostrobus, Caribaea

Quercus: Roble y Encino

Latifoliadas (aparte de Quercus): Nance y Quebracho

En el cuadro citado anteriormente, también se muestra el número de árboles por parcela. Este varía dependiendo del tipo de bosques. En los bosques de Pino, fueron de 500 a 700 árboles por hectárea aproximadamente, en el caso de que la densidad de copas fuese mayor a 80%; y de unos 100 árboles en caso de la densidad menor a 20%.

A continuación se resume el porcentaje de los árboles ocupado por Pino y Quercus con respecto al total de árboles encontrados en todas las parcelas.

Cuadro IV-2-3 Porcentaje de Número de Árboles por Pino y Quercus en las Parcelas

Tipo de bosques	Símbolos	% de Pino	% de Quercus	% de latifoliadas
Bosques de Pino	P	95.0	3.1	1.9
Bosques mixtos de Pino y Quercus	PQ	39.6	52.8	7.6
Bosques de Quercus	Q	2.5	89.5	8.0

b) DAP

El DAP medio en las parcelas de Pino oscila entre 13.0 cm y 40.3 cm, mientras que el promedio de todas las parcelas fue de 25.9 cm. Entre todos los árboles encontrados en todas las parcelas, el árbol más grueso tiene el DAP de 64 cm. Si bien estos valores varían dependiendo de la clase forestal, en términos generales se encontraron mayor número de árboles gruesos en bosques de baja densidad, pero fueron muy pocos los que tienen más de 35 cm.

c) Altura de árbol

La altura media de Pino varía según la clase forestal; en los bosques relativamente altos, fue de alrededor de 30 m. El más alto fue de 39 m, y el promedio fue de 18.1 m.

⑤ Volumen Total de los Bosques de Pino y de Quercus Calculado Mediante el Método de Muestreo por Estratificación, y la Precisión de los Resultados

Se calculó el volumen total de los bosques de Pino y de Quercus del Area del Estudio, en base a los datos obtenidos por el inventario por muestreo, y mediante el método de estratificación arbitraria; al mismo tiempo se estimó la precisión del cálculo. En este caso, para el cálculo de volumen total, se tomaron en cuenta los árboles de Pino y de Quercus con DAP mayor a 10 cm.

a) Estratificación

De acuerdo con los resultados del inventario de parcelas, se efectuó la estratificación agrupando los tipos de bosques según valores similares del volumen. De esta manera, se definieron en total de 10 estratos.

Cuadro IV-2-4 Estratificación

Estratos	Tipo de bosques		Estratos	Tipo de Bosques	
I	P	A1, B1	VI	PQ	A2, A3, B1, B2, B3, C1
II	P	A2, B2, C1	VII	PQ	A4, B4, C2, C3, C4, D1, D2
III	P	A3, B3, C2, D1, D2	VIII	PQ	D3, D4, E1, E2, E3, E4
IV	P	A4, B4, C3, E1, E2	IX	Q	A3, A4, B3, B4, C3, D3
V	P	C4, D3, D4, E3, E4	X	Q	C4, D4, E3, E4

b) Estimación del volumen

Al suponer que la población sea dividida en L estratos, los tamaños de cada estrato sea de N_h ($h=1, 2, \dots, L$), y de cada estrato se seleccionen muestras "nh" (número) por método arbitrario simple,

el promedio de la población es de:
$$\mu = \sum_{h=1}^L W_h \cdot \mu_h$$

y la variación de la población es de:
$$S_y^2 = \sum_{h=1}^L (1/n_h - 1/N_h) \cdot W_h^2 \cdot S_h^2$$

Donde: $W_h = N_h/N =$ Tamaño relativo del estrato; $\mu_h =$ promedio de cada estrato; $S_h =$ variación de cada estrato

Se calcularon el volumen medio y la variación de los bosques de Pino y de Quercus de todo el Area del Estudio, en base a los valores del Cuadro IV-2-7. De esta manera, se obtuvo que el volumen medio por hectárea en el Area del Estudio es de 80.5 m³, mientras que la variación del volumen medio es de 5.63, con la desviación estándar de 2.37.

Dado que el límite de confiabilidad es de " $t(0.05, 146) = 1.97$ ", el porcentaje de error estimado sería de " $1.97 \times 2.37 / 80.5 = 0.058$ ", que se encuentra dentro del margen de la tasa de error de 7%, que es el valor propuesto como precisión meta.

Estos procedimientos del cálculo pueden ser resumidos de la siguiente manera:

Cuadro IV-2-5 Volumen Total de Bosques de Pino y de Quercus

Parámetros	Valores
Volumen medio V (m ³ /ha)	80.5
Desviación estándar del volumen medio s	2.37
t · s	4.67
Margen de confiabilidad del volumen medio (m ³ /ha)	80.5 ± 4.67
Margen de confiabilidad del volumen total (mil m ³)	6,351 ± 368
Coficiente de error estimado	5.8%

e) Composición porcentual de los volúmenes de Pino y Quercus

Los porcentajes de volúmenes ocupados por Pino y Quercus según tipo de bosques se resumen como lo siguiente:

Cuadro IV-2-6 Composición Porcentual de los Volúmenes de Pino y Quercus en las Respectivas Parcelas

Tipo de bosques	Símbolo	% de Pino	% de Quercus
Bosques de Pino	P	99.1	0.9
Bosques mixtos de Pino y Quercus	PQ	66.7	33.3
Bosques de Quercus	Q	3.4	96.6

El volumen total de los bosques de Pino en el Area del Estudio se estima en 4 millones y 945 mil m³, mientras que el de los bosques de Quercus, en 1 millón y 406 mil m³.

⑥ Preparación de la Tabla de Volumen Aerofotográfica

Se preparó la tabla de volumen aerofotográfica, a fin de estimar el volumen de cada bosque. Esta tabla se elaboró con la ecuación que expresa la relación entre los factores obtenidos por fotointerpretación (densidad de copas y altura de los árboles) y los volúmenes calculados por el inventario al muestreo. De esta manera, al interpretar la densidad de copas y la altura de los árboles del estrato superior en las fotografías aéreas, se puede estimar el volumen (por hectárea) de cada bosque. Los procedimientos de la preparación de la tabla son los que se describen a continuación. La tabla fue preparada para los bosques de Pino, de Quercus y Mixtos.

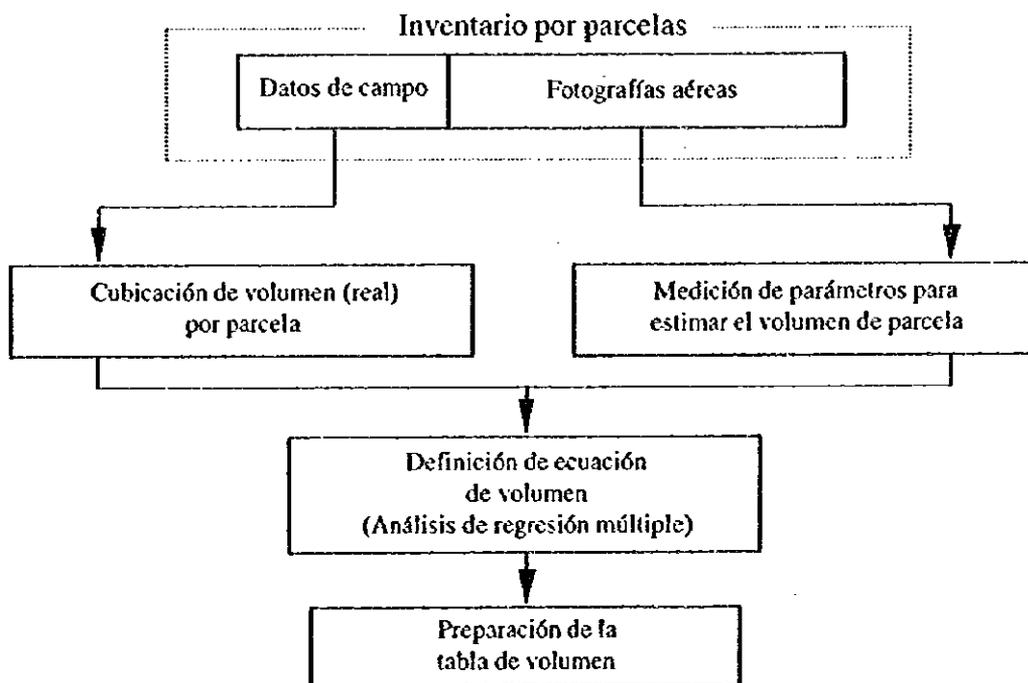


Figura IV-2-1 Procedimientos de Preparación de la Tabla de Volumen Aerofotográfica

Cuadro IV-2-7 Cálculo del Promedio (volumen/ha) y Variación de los Bosques de Pino y de Quercus por el Método de Muestreo al Azar Estratificado

Est- ratos	Tipos de bosques incluidos		Super- ficie Nh (ha)	Núm. de mue- stras nh	Núm. de parcelas	Total de volúmenes de muestras Th (m ³)	Vol. medio Th/nh (m ³)	% de superficie según estratos Wh=Nh/N	Varianza interna de cada estrato Sh ²	Varianza del volumen total medio
										$(1/nh - 1/Nh)$ Wh ² Sh ²
I	P	A1,B1	2,030	14	K14,K37,K50,K52, K53,Y3,Y24,Y25,Y28, Y30,Y41,Y53,Y54,Y55	3,580.2	255.7	0.026	4,051.4	0.196
II	P	A2,B2, C1	9,250	28	K9,K12,K13,K24,K27, K30,K35,K38,K44, K47,K48,K49,K62, K64,K75,K76,K83, K85,Y2,Y6,Y8,Y31, Y32,Y33,Y36,Y46, Y48,Y56	3,955.6	141.3	0.117	1,741.2	0.851
III	P	A3,B3, C2,D1, D2	16,270	30	K3,K4,K 8,K15,K19, K20,K23,K26,K31, K33,K36,K41,K45, K51,K56,K67,K70, K72,K73,K80,K81, K82,K84,Y1,Y4,Y9, Y14,Y15,Y35,Y39	3,230.4	107.7	0.206	1,054.7	1.491
IV	P	A4,B4, C3,E1, E2	10,480	24	K6,K16,K17,K18,K22, K25,K29,K39,K40, K42,K43,K66,K69, K71,K77,K78,Y5,Y18, Y20,Y21,Y22,Y23, Y26,Y45	1,503.7	62.7	0.133	332.2	0.245
V	P	C4,D3, D4,E3, E4	13,250	13	K28,K32,K34,K46, K55,K63,Y7,Y11,Y16, Y19,Y37,Y38,Y47	385.2	29.6	0.168	214.7	0.466
VI	PQ	A2,A3, B1, B2,B3, C1	3,690	3	K54,Y27,Y29	370.7	123.6	0.047	1,354.2	0.997
VII	PQ	A4,B4, C2,C3, C4,D1, D2	7,840	15	K5,K7,K10,K11,K58, K59,K60,K65,K68, K79,Y10,Y12,Y13, Y40,Y52	916.6	61.1	0.099	661.3	0.432
VIII	PQ	D3,D4, E1,E2, E3,E4	3,740	5	K 2,K21,K57,K61,K74	133.7	26.7	0.047	272.9	0.121
IX	Q	A3,A4, B3,B4, C3,D3	7,390	10	K1,K88,K89,K90,K91, Y17,Y34,Y43,Y44,Y51	653.7	65.4	0.094	549.6	0.486
X	Q	C4,D4, E3,E4	4,960	5	K86,K87,Y42,Y49,Y50	152.2	30.4	0.063	430.6	0.342
-	-	-	Nh= 78,900	Σnh= 147	-	-	80.5	1.000	-	5.627

a) Ecuación del volumen

Considerando como variables independientes la densidad de copas "C" y la altura de los árboles "A", se calculó el volumen que es variable dependiente "V", mediante el método de regresión múltiple. Para tal fin, se compararon las tres ecuaciones siguientes que se utilizan comúnmente para la preparación de la tabla de volumen aerofotográfica:

• $\log V = a \log C + b \log A + c$

• $V = aC + bA + c$

• $V = aCA + b$

Donde,

V: Volumen de los boques (m³/ha) [Bosques de Pino y de Quercus]

C: Densidad de copas (%) [Categorías: 1=90, 2=70, 3=50, 4=30, 5=10]

A: Altura (mts.) [Categorías: 1= 30, 2=22.5, 3=17.5, 4=11.5]

En conclusión, se han seleccionado las siguientes ecuaciones, por tener mayor factor de correlación y menor factor de error estándar del volumen estimado:

Cuadro IV-2-8 Ecuaciones de Volumen Aerofotográficas

Especies	Ecuación de regresión	Núm. de muestras	Coefic. de correlación	Tasa de error estándar
Pino	$\log V = 0.627679 \log C + 1.721618 \log A - 1.36657$	109	0.89	30.5
Pino y Quercus	$\log V = 0.948858 \log C + 0.516242 \log A - 0.45196$	23	0.73	54.1
Quercus	$\log V = 0.820347 \log C + 2.048047 \log A - 2.01473$	15	0.87	26.1

De acuerdo con estas ecuaciones, se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro IV-2-9 Tabla de Volumen Aerofotográfica (m³/ha)

		Alturas de los árboles									
		Bosques de Pino				Bosques de Pino y Quercus				Bosques de Quercus	
		1	2	3	4	1	2	3	4	3	4
Densidades de copas	A	253	154	100	49	146	126	111	89	136	58
	B	216	132	85	41	115	99	87	70	111	47
	C	175	107	69	34	84	72	63	51	84	36
	D	127	77	50	24	52	44	39	31	55	23
	E	64	39	25	12	18	16	13	11	22	10

b) Cubicación de árboles por rodales según tipos de bosques

Con el uso de la tabla preparada anteriormente, se determinó el volumen por hectárea de cada rodal, mediante la aplicación de los factores interpretados. Luego, se calculó el volumen total de cada rodal multiplicando el volumen por hectárea por la superficie del rodal correspondiente.

De esta manera, se obtuvo el volumen total de 6 millones y 6 mil m³.

c) Comparación del volumen total

El volumen total del Area del Estudio, calculado en el numeral anterior, es confiable, ya que el valor se encuentra dentro del margen de confiabilidad (tasa de confiabilidad de 95% y factor de error de 7.0%) estimado por el procedimiento estadístico del resultado del inventario por muestreo. Los resultados fueron los siguientes:

- Volumen total sumando los volúmenes de cada rodal: 6 millones y 6 mil m³
- Volumen total según el inventario por muestreo: 6 millones y 351 mil m³ ± 368 mil m³ (5 millones y 983 mil m³ ~ 6 millones y 719 mil m³)

⑦ Bosques de Latifoliadas

Se efectuó el inventario de 10 parcelas en los bosques de latifoliadas. Salvo una parcela que es estableció en cafetal, en donde se habían cortado los árboles altos, las demás parcelas fueron seleccionadas en los bosques con densidad de copas mayor a 80%; ellos se pueden considerar como bosques vírgenes.

Este tipo de bosques se encuentran ubicados sólo en las laderas escarpadas de montañas altas de difícil acceso, o dispersos entre las tierras cultivadas y pastizales, puesto que la mayor parte de estas zonas fueron deforestadas para utilizar los terrenos con fines agropecuarios.

a) Resultados del estudio de parcelas

Los resultados del inventario por parcelas en los bosques de latifoliadas se presentan en el Anexo 3, conjuntamente con los de los bosques de Pino y de Quercus.

b) Especies y número de árboles

Se identificó un total de 34 especies en estas parcelas, cuyos detalles se presentan en el Cuadro IV-2-10. El número oscilaba entre 350 y 710 árboles por hectárea.

c) DAP y altura

Los promedios de DAP de cada parcela varían entre 22.5 y 28.6 cm y los de altura, entre 16.8 y 26.0 m. Los valores máximos de DAP y de altura fueron de 170 cm y 55 m, respectivamente.

d) Volumen

Los volúmenes de cada parcela varían entre 395.3 m³/ha y 990.4 m³/ha, los que representan un nivel muy alto.

⑧ Volumen del Area del Estudio

Los volúmenes de Pino y Quercus del Area del Estudio fueron estimados multiplicando las superficies de cada fisonomía y de clase de bosques por los valores indicados en la Tabla de Volumen Aerofotográfico. Los resultados fueron resumidos en el Cuadro IV-2-11, según el cual, el volumen de Pino suma en un total de 4,950,000 m³, y de Quercus, en 1,057,000 m³.

Cuadro IV-2-10 Especies Encontradas en el Inventario de Bosques de Latifoliadas

Nombre común	Nombre botánico	Familia
Aceituno de montaña	<i>Simarouba amara</i>	<i>Simaroubaceae</i>
Aguacate	<i>Persea sp.</i>	<i>Lauraceae</i>
Aguacatillo	<i>Ocotea sp.</i>	<i>Lauraceae</i>
Almendro	<i>Cocoloba tuerckheimii</i>	<i>Polygonaceae</i>
Areno	<i>Ilex skutchii</i>	<i>Aquifoliaceae</i>
Bellota	<i>Quercus graveolens</i>	<i>Fagaceae</i>
Cedro	<i>Bomabacopsis quinata</i>	<i>Bombacaceae</i>
Cola de Pava	<i>Cupania dentata</i>	<i>Sapindaceae</i>
Damajao	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	<i>Tiliaceae</i>
Encinillo	—	—
Encino de montaña	<i>Quercus olcoides</i>	<i>Fagaceae</i>
Guaba	<i>Inga sp.</i>	<i>Mimosaceae</i>
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	<i>Moraceae</i>
Jocomico	<i>Rheedia intermedia</i>	<i>Guttiferae</i>
Lechón	<i>Sapium aucuparium</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>	<i>Guttiferae</i>
Masica	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Moraceae</i>
Matral	<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Moco	—	—
Montón	<i>Matayba clavelligera</i>	<i>Sapindaceae</i>
Naranjillo	<i>Pera barbellata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Naranjo	<i>Terminalia amazonia</i>	<i>Congretacea</i>
Nispero	<i>Manilkara achras</i>	<i>Sapotaceae</i>
Nogal	<i>Juglans olanchanus</i>	<i>Juglandaceae</i>
Nogal medicinal	—	—
Paleta	<i>Dialium guianense</i>	<i>Caesalpiniaceae</i>
Palo de agua	<i>Ochroma lagopus</i>	<i>Bombacaceae</i>
Patada de burro	—	—
Pimientilla	<i>Myrcia spendens</i>	<i>Myrtaceae</i>
Posan	<i>Vatairea lundelli</i>	<i>Papilionbaceae</i>
Roble de Montaña	<i>Quercus skinneri</i>	<i>Fagaceae</i>
Sangre	<i>Virola koschnyi</i>	<i>Miristicaceae</i>
Uvilla	<i>Ardisia compressa</i>	<i>Myrsinaceae</i>
Zapote	<i>Calocarpum mammosum</i>	<i>Sapotaceae</i>

Cuadro IV-2-11 Volumen según Tipo de Bosque en el Area del Estudio (m³)

Clase	Tipo P	PQ			Q	Total		
		PQ	Sólo de P	Sólo de Q		P	Q	Total
A1	114,360	0	0	0	0	114,360	0	114,360
A2	209,330	33,860	22,580	11,270	0	231,910	11,270	243,180
A3	112,020	2,610	1,740	870	47,150	113,760	48,020	161,780
A4	17,060	610	410	200	22,670	17,470	22,870	40,340
B1	342,060	6,970	4,650	2,320	0	346,710	2,320	349,030
B2	853,950	82,790	55,220	27,570	0	909,170	27,570	936,740
B3	677,500	190,840	127,290	63,550	263,330	804,790	326,880	1,131,670
B4	42,050	62,200	41,490	20,710	91,610	83,540	112,320	195,860
C1	248,940	26,390	17,600	8,790	0	266,540	8,790	275,330
C2	480,500	60,570	40,400	20,170	0	520,900	20,170	541,070
C3	503,530	198,700	132,530	66,170	148,160	636,060	214,330	850,390
C4	51,290	130,520	87,060	43,460	113,290	138,350	156,750	295,100
D1	39,790	6,420	4,280	2,140	0	44,070	2,140	46,210
D2	183,460	11,250	7,500	3,750	0	190,960	3,750	194,710
D3	215,310	36,740	24,510	12,240	31,500	239,820	43,740	283,560
D4	57,110	55,860	37,260	18,600	17,830	94,370	36,430	130,800
E1	26,500	260	170	90	0	26,670	90	26,760
E2	54,030	1,280	850	430	0	54,880	430	55,310
E3	91,540	4,420	2,950	1,470	8,970	94,490	10,440	104,930
E4	16,710	6,250	4,170	2,080	6,290	20,880	8,370	29,250
TOTAL	4,337,040	918,540	612,660	305,880	750,800	4,949,700	1,056,680	6,006,380

⑨ Volumen del Area Modelo

Los volúmenes de Pino y Quercus del Area Modelo fueron estimados multiplicando las superficies de cada fisonomía y de clase de bosques por los valores indicados en la Tabla de Volumen Aerofotográfico. Los resultados fueron resumidos en el Cuadro IV-2-12, según el cual, el volumen de Pino suma en un total de 2,000,000 m³, y de Quercus, en 406,000 m³.

Cuadro IV-2-12 Volumen según Tipo de Bosque en el Area Modelo (m³)

Clase	Tipo	P	PQ			Q	Total		
			PQ	Sólo de P	Sólo de Q		P	Q	Total
A1		35,620	0	0	0	0	35,620	0	35,620
A2		102,870	8,190	5,460	2,730	0	108,330	2,730	111,060
A3		32,860	1,490	990	500	10,830	33,850	11,330	45,180
A4		880	0	0	0	5,570	880	5,570	6,450
B1		131,910	6,970	4,650	2,320	0	136,560	2,320	138,880
B2		306,680	23,520	15,690	7,830	0	322,370	7,830	330,200
B3		279,410	62,140	41,440	20,690	86,210	320,850	106,900	427,750
B4		5,230	31,890	21,270	10,620	43,090	26,500	53,710	80,210
C1		122,380	21,680	14,460	7,220	0	136,840	7,220	144,060
C2		235,610	35,660	23,790	11,880	0	259,400	11,880	271,280
C3		199,010	102,800	68,570	34,230	71,540	267,580	105,770	373,350
C4		10,660	45,370	30,260	15,110	40,800	40,920	55,910	96,830
D1		18,640	6,420	6,420	0	0	25,060	0	25,060
D2		40,110	7,910	7,910	0	0	48,020	0	48,020
D3		97,510	20,480	20,480	0	16,350	117,990	16,350	134,340
D4		22,350	23,770	23,770	0	11,080	46,120	11,080	57,200
E1		14,940	0	0	0	0	14,940	0	14,940
E2		19,000	1,080	720	360	0	19,720	360	20,080
E3		30,080	2,440	1,630	810	3,080	31,710	3,890	35,600
E4		6,100	1,380	920	460	2,600	7,020	3,060	10,080
TOTAL		1,711,850	403,190	288,430	114,760	291,150	2,000,280	405,910	2,406,190

(2) Estudio de Regeneración

En los bosques de Pino del Area del Estudio, la especie más dominante es *Pinus oocarpa*, mientras que las demás especies representan un porcentaje sumamente bajo. *Pinus oocarpa*, al igual que las demás especies de *Pinus*, se caracteriza por su facilidad de regeneración natural, y por esta razón, la regeneración natural es preferida como el método de regeneración, siendo difundido en el Area del Estudio, aunque ha habido una temporada en que se llevó a cabo un programa de plantación de esta especie en pequeña escala.

Por la localización y el medio ambiente de esta Area, la regeneración natural es más favorable que la artificial, por su bajo costo. En estas circunstancias, la tarea para el futuro es elevar aún más el nivel técnico de la regeneración natural.

A continuación se describe sobre el estudio de regeneración de *Pinus oocarpa* que se llevó a cabo en El Limoncillo.

① Metodología

a) Los árboles a considerar en el estudio, superficie y distribución de parcelas son las siguientes:

(a) Plantas de menos de 1 año (en adelante se denomina como plántula): Se establecieron cuatro parcelas de 5 m × 5 m en torno a los árboles semilleros. Estas parcelas fueron divididas, a su vez, en 25 subparcelas de 1 m². (Figura IV-2-2)

(b) Plántulas y brinzales (en el área quemada): se estableció una parcela de 30 m × 30 m, teniendo en cuenta las ubicaciones de árboles semilleros. Esta parcela fue dividida en 36 subparcelas de 25 m² (5 m × 5 m). (Véase la Figura IV-2-3)

(c) Plántulas y brinzales (en el área sin quema): se estableció una parcela en los mismos términos descritos en la sección (b) anterior. (Figura IV-2-4)

b) Datos recolectados

Número de plantas (todas las plántulas y brinzales)

Altura (excluyendo las plántulas)

Edad (todas las plántulas y brinzales)

Superficie cubierta por las copas (excluyendo las plántulas)

Distribución de las plántulas y brinzales

Ubicación de los árboles semilleros

c) Condiciones topográficas

Las ilustraciones de los numerales (a), (b) y (c) fueron indicadas en los márgenes de las Figuras IV-2-2, IV-2-3 y IV-2-4, respectivamente.

② Resultados del Estudio

a) Plántulas de menos de 1 año

En el Cuadro IV-2-13 y en la Figura IV-2-2 se presenta el estado de regeneración de las plántulas. En términos generales, el promedio es de 11.5 plantas por parcela de 25 m², representando un bajo grado de regeneración. Esto se traduce en 4,600 plantas/ha. Tomando en cuenta la pérdida posterior de las plantas, los valores obtenidos en el estudio son insuficientes. Por otra parte, el factor de aparición, que constituye el índice de distribución de las plantas regeneradas, fue muy bajo, mostrando un valor de 38% en las cuatro parcelas, frente al 70% que es el parámetro comúnmente establecido para aprobar la finalización de regeneración.

Esta baja incidencia tanto en número como en factor de aparición de las plantas regeneradas frente a los parámetros comunes, se debe a que este año(1995) se ha caracterizado por la baja producción de semillas, lo que se tradujo en que extraordinariamente poco número de semillas cayeron al suelo, y la calidad tampoco no era favorable. Según las entrevistas realizadas, en los años ordinarios, el número de plantas regeneradas y el factor de aparición de las mismas superan a los aprobables tanto del número como del factor de aparición de las plantas regeneradas.

Sin embargo, esta situación se traduce en que aún Pino que es considerado comúnmente como especie de fácil regeneración, presenta también años excepcionales, y por lo tanto, se hace necesario observar siempre la situación de producción de semillas en el año anterior de planear y efectuar la regeneración natural.

Por otro lado, cabe recordar que en el estudio no se pudieron determinar las características que demuestran la correlación entre el árbol semillero y las plantas regeneradas; sino las plantas regeneradas crecen casi en forma homogénea alrededor del árbol semillero.

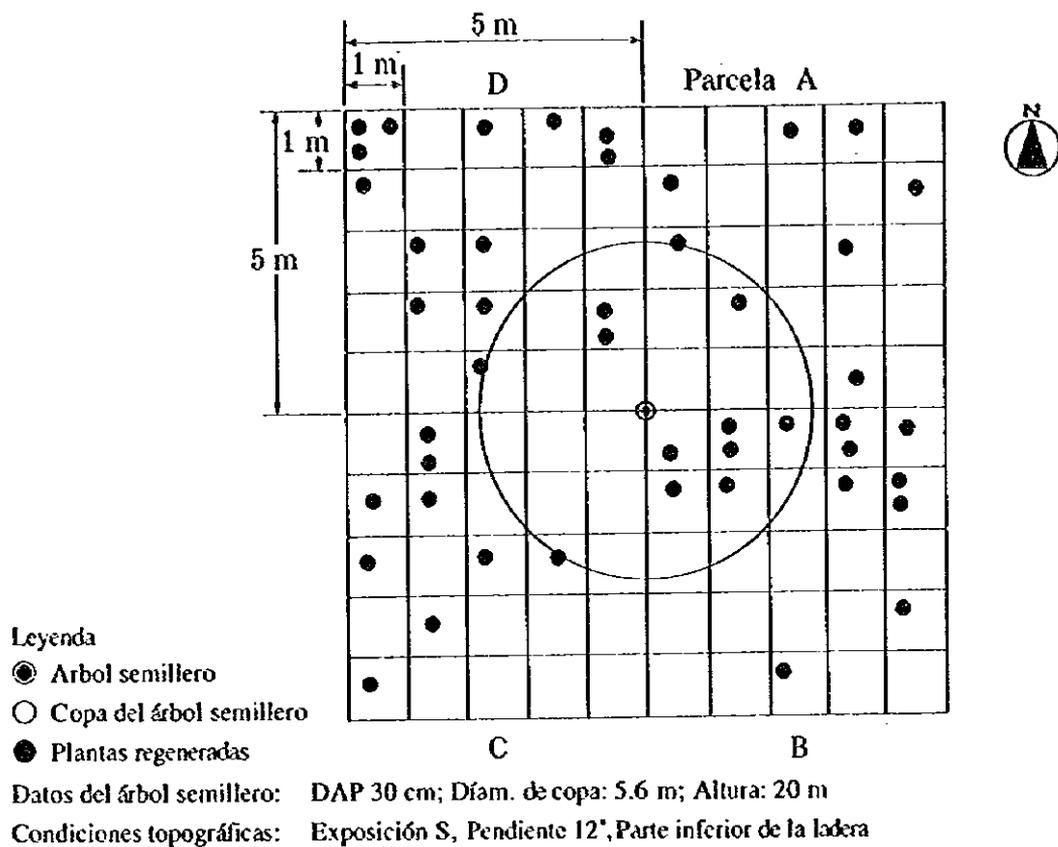


Figura IV-2-2 Distribución de las Plántulas Regeneradas de 1 Año de Edad en Torno al Arbol Semillero de *P. oocarpa*

Cuadro IV-2-13 Estado de las Plántulas Regeneradas de Menos de 1 Año de Edad en Torno a los Arboles Semilleros

Parcelas	Núm. de plantas / 25 m ²	Altura media (cm)	% de aparición
A	8	16.9	32
B	14	15.0	44
C	9	15.4	32
D	15	25.1	44
Promedio	11.5	18.7	38
Por ha	4,600	Fecha: julio de 1995	

Observación:

- 1) Factor de aparición:
(Núm. de parcelas de 1 m², donde se encontraron más de 1 planta regenerada / 25 parcelas) × 100.
- 2) Condiciones de sotobosque: áreas donde se efectuó la quema de la vegetación; crecen las especies herbáceas bajas que brotaron después de la temporada de lluvia (mayo), pero éstas no constituye un impedimento para el crecimiento de las plantas regeneradas.

b) Plántulas y árboles brinzales (áreas con quema)

En el Cuadro IV-2-14 y en la Figura IV-2-3, se indican las condiciones de la regeneración natural. En las áreas donde se efectuó la quema, la edad de las plantas más jóvenes es de 4 años, y la altura es de 2 m. Se ha observado que la quema de sotobosque ha impedido el rebrote o supervivencia de las nuevas plantas. Sin embargo, es alta la posibilidad de que estas áreas se conviertan en un futuro en nuevos bosques, aunque no existan más plantas regeneradas, puesto que actualmente se presenta un factor de aparición de estas plantas de 77.8%, y 1,200 árboles/ ha.

La vegetación de sotobosque se compone principalmente de Zacate (especie herbácea de Gramineae con alturas de 30 a 50 cm), mezclado con arbustos (de 70 a 110 cm de altura).

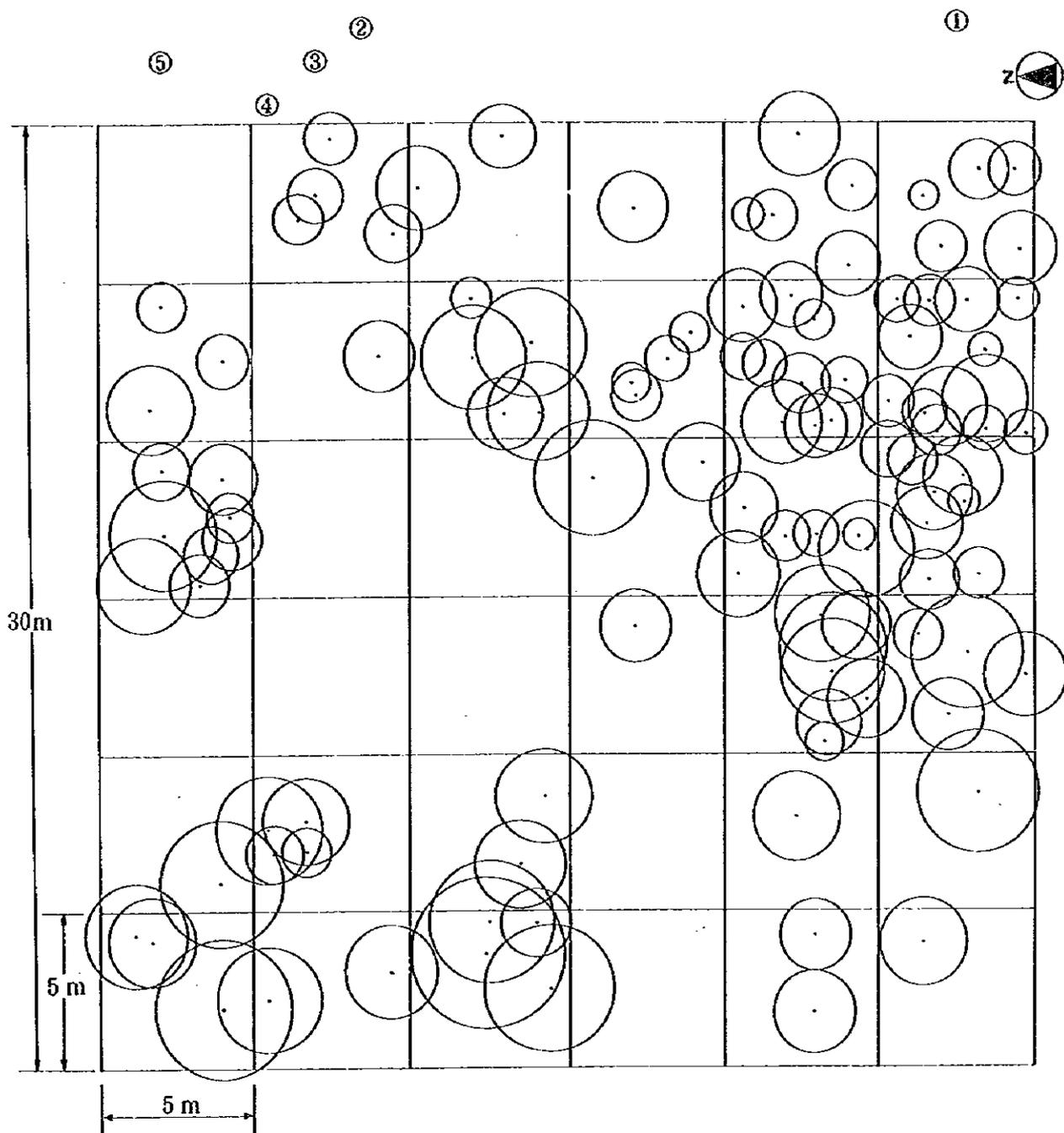
Cuadro IV-2-14 Situación de Regeneración Natural en las Areas Con y Sin Quema

Quema	Edades (años)	Edad media forestal (años)	Plantas/ha	Alturas (m)	Altura media (m)	Sup. de copas (m ² /ha)	% de aparición
Sí	4 - 22	12	1,200	2.0 - 8.5	4.6	5,560	77.8
No	1 - 10	3	3,700	0.2 - 4.0	1.0	1,380	100.0

Fecha: julio de 1995

Observaciones:

- 1) Dentro de los valores de la altura y la superficie de copas en las áreas sin quema, no están consideradas las plántulas de menos de 1 año.
- 2) En las áreas quemadas, crecen unos árboles que no fueron cortados en el corte anterior.
- 3) En ambas áreas, la productividad del suelo es baja, pero esta tendencia es más fuerte en el área sin quema.
- 4) El factor de aparición fue el porcentaje con respecto a las 36 parcelas de 5 m x 5 m = 25 m².



Leyenda

①~⑤: Ubicación de los árboles semilleros

⊙: Ubicación y superficie ocupada por las plantas regeneradas

Arboles semilleros:

Núm.	DAP (cm)	Diámetro de copa (m)	Altura (m)
①	49.2	7.3	18.5
②	26.5	5.4	12.0
③	18.4	3.0	11.5
④	23.2	4.7	13.0
⑤	24.0	5.6	12.5

Condiciones topográficas:

Exposición: - -

Pendiente: 0°

Topografía: parte plana de terreno convexo

Figura IV-2-3 Distribución de los Arboles Semilleros y las Plantas Regeneradas de *P. oocarpa* en el Area Quemada

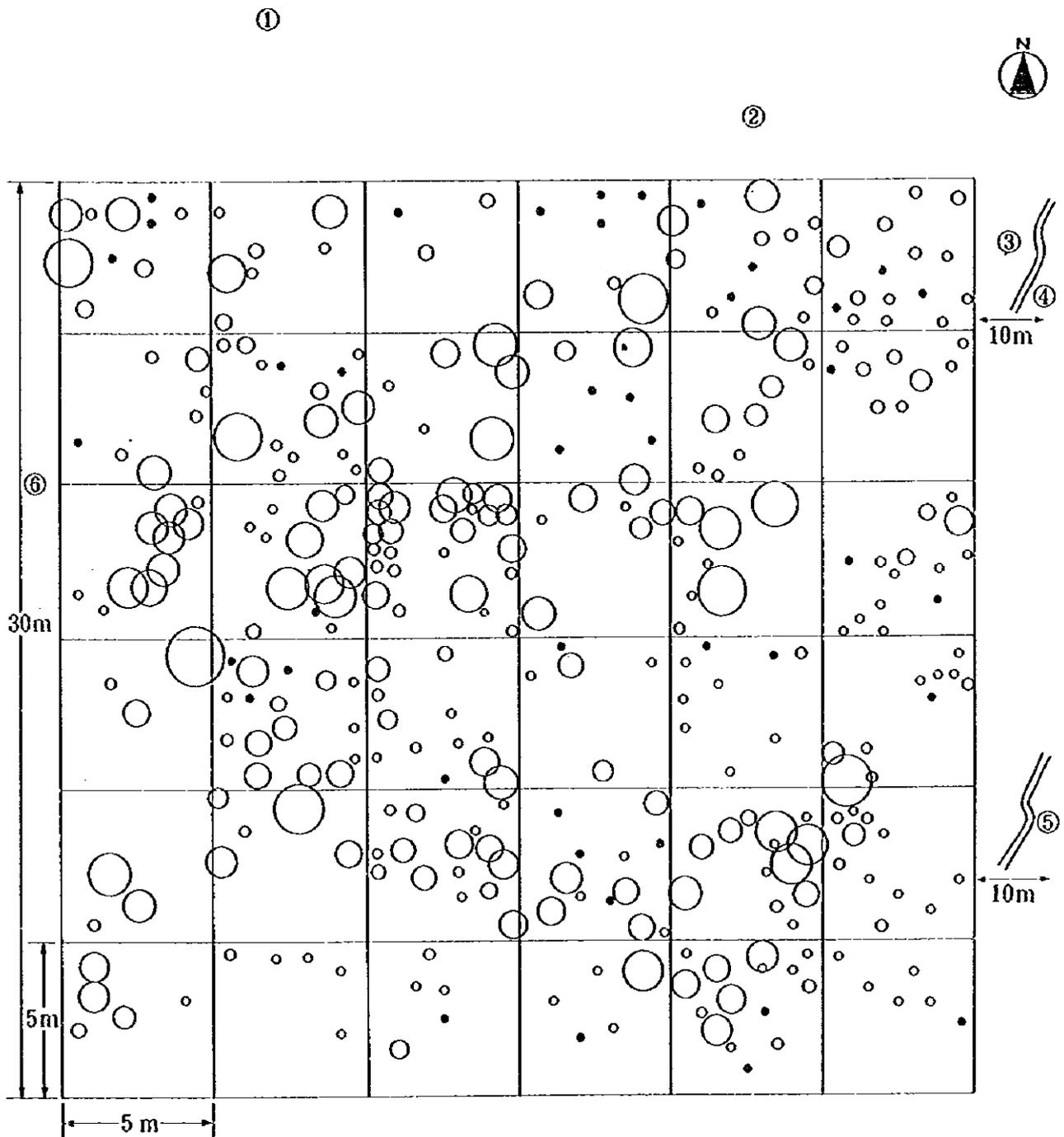
c) Plántulas y brinzales (área sin quema)

En el Cuadro IV-2-14 y en la Figura IV-2-4, se presentan las condiciones de la regeneración natural. En esta área, la productividad del suelo es baja, y por lo tanto, los árboles son más bajos que los que crecen en los bosques de alta productividad. Aunque existe esta problemática de crecimiento, se considera posible la regeneración de las plantas sucesoras, ya que existen 3,700 árboles/ha con un factor de aparición de 100.0% de las plantas regeneradas naturalmente. La reducida superficie de copas, a pesar de existir un buen número de árboles con alto factor de aparición, se debe no sólo a que los árboles son todavía jóvenes, sino también a la baja productividad del suelo, lo que impide el crecimiento de las ramas.

No es clara la correlación entre los árboles semilleros y la distribución de las plántulas y/o brinzales; sin embargo, tal como se puede observar en la Figura IV-2-4, cuando existen árboles semilleros circundantes, está asegurado suficiente número de semillas que caen al suelo.

Como se ha indicado aquí, las plantas sucesoras del área no quemada se componen de las regeneradas año tras año, y es por ello que *Pinus oocarpa* es considerada como una especie apta para la regeneración natural.

Esta área se diferencia del área quemada únicamente por la ausencia de Zacate. Los demás aspectos de la composición de especies son casi iguales, salvo que la altura y la densidad son relativamente bajas.



Leyenda

①~⑥: Ubicación de los árboles semilleros

○: Ubicación y superficie ocupada por las plantas regeneradas de más de 2 años de edad

●: Ubicación de las plantas regeneradas de menos de 1 año de edad

Arboles semilleros:

Núm.	DAP (cm)	Diámetro de copa (m)	Altura (m)	Condiciones topográficas:
①	31.0	6.0	20.0	Exposición: S
②	29.5	5.5	21.5	Pendiente: 20°
③	31.0	8.4	26.0	Topografía: Parte media de la ladera
④	27.2	6.3	22.0	
⑤	40.0	8.7	26.0	
⑥	27.0	6.4	25.5	

Figura IV-2-4 Distribución de los Arboles Semilleros y las Plantas Regeneradas de *P. ocarpa* en el Área No Quemada

(3) Estudio de Crecimiento

Se ejecutó el estudio de crecimiento a fin de estimar el volumen de crecimiento forestal.

① Metodología

a) Pino

(a) Selección de muestras

○ Análisis de troncos:

Se seleccionaron los árboles predominantes en las parcelas establecidas para el inventario de recursos forestales, y de ellos se seleccionó un árbol representativo para realizar el análisis de tronco. Sin embargo, cabe recordar que no se pudo seleccionar los árboles de gran diámetro por su carencia en todas las áreas.

○ Barreno sacamuestras:

Al igual que el análisis de troncos, se seleccionaron los árboles representativos entre los predominantes en las parcelas. Dado que los árboles de gran diámetro (más de 50 cm) fueron escasos, como se ha indicado anteriormente, se seleccionaron algunas muestras dentro del Area del Estudio.

(b) Número de muestras

Análisis de tronco: 34 árboles

Barreno sacamuestras: 110 árboles

(c) Método de medición

○ Análisis de troncos:

Se cortó el tronco a las alturas de 0.3 m y 1.3 m desde el nivel del suelo, y a partir de 1.3 m para arriba, con un intervalo de 2 m, y se contaron los anillos anuales y los diámetros de cada 5 años en las respectivas alturas.

○ Barreno sacamuestras:

Se aplicó el barreno a la altura del pecho, y se midió el crecimiento (en mm) de los últimos 5 años.

b) Roble

(a) Selección de muestras

Se seleccionaron los árboles de más de 10 cm de DAP, considerando que los tamaños de muestras no se repetiesen y tomando en cuenta los factores de localización y del medio ambiente.

(b) Número de muestras

45 árboles

(c) Método de medición

Se cortaron los árboles para medir el DAP y altura, así como para contar los anillos anuales a la altura del pecho. La aplicación del barrenosacamuestras a esta especie ha sido imposible, dado que la madera es muy dura y torcida.

② Resultados del Estudio

a) Pino

(a) Procedimiento del análisis

De los datos del crecimiento en diámetro en los últimos cinco años, obtenidos por el análisis de tronco y por la aplicación del barrenosacamuestras, se estimó el volumen de crecimiento en los próximos cinco y diez años según clase de DAP.

Como curvas de altura, con las que se estima la altura, utilizando el valor del diámetro, se adoptó la fórmula "Näslund" que se indica como lo siguiente:

$$H = \frac{D^2}{(a + b \times D)^2} \quad (H: \text{altura}, D = \text{DAP})$$

Esta fórmula se traduce también como $\frac{D}{\sqrt{H}} = a + b \times D$, y en base a los valores del DAP y altura, obtenidos durante el inventario de recurso forestal, se obtuvo la siguiente fórmula de regresión:

$$\text{Curva de alturas } H = \frac{D^2}{(1.8740 + 0.1508D)^2} \quad (\text{Figura IV-2-5})$$

Esta fórmula, en adelante será expresada simplemente como "H=h(D)".

El volumen que se obtiene al aplicar los valores de "D" y "H" a la tabla de volumen preparada por COHDEFOR, se expresa como V(D,H), lo que

significa también que el volumen se representa como $V=(D,h(D))$. Por lo tanto, aplicando el valor de DAP "D" se puede estimar el volumen de fuste "V"; cuyos resultados resumidos según categoría de DAP se presentan en el Cuadro IV-2-15.

A fin de predecir el crecimiento del DAP en los próximos 5 y 10 años, se define el crecimiento durante estos dos períodos como $dD=D_t+\Delta t-D_t$. De acuerdo con las informaciones obtenidas por el estudio, la fórmula de regresión de "dD" y "D" sería, $dD=-0.0215 \times D+2.8590$ (Figura IV-2-6). Con esta fórmula, se ha estimado el crecimiento en DAP.

De la curva de alturas, obtenida en el procedimiento anterior, se estima que la altura del árbol dentro de x años es: $H_{t+\Delta t}=h(D_t+\Delta t)=h(D+dD)$ (nota: Δt varía según los valores de 5 y 10 años después). Y el volumen es: $V_{t+5}=v(D+dD, h(D+dD))$. La tasa de crecimiento en los próximos 5 años, podría obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$\frac{V_{t+5} - V_t}{5 \times V_{t+5}} \times 100$$

(b) Proyección del crecimiento

Siguiendo los procedimientos descritos en la sección anterior, se calcularon el crecimiento en altura y volumen, así como la tasa de crecimiento de volumen, según las clases del DAP, cuyos resultados se indican en el Cuadro IV-2-15. El volumen de los recursos forestales del Area del Estudio para los próximos cinco y diez años se obtiene en base a estos valores y a los datos sobre el volumen del recurso forestal obtenidos por el inventario forestal.

b) Roble

(a) Procedimientos del análisis

Para estimar los valores de DAP y altura de cada año respectivo, se ejecutó el análisis de regresión a fin de obtener la relación entre edad y DAP, así como entre edad y altura (Figuras IV-2-7 y IV-2-8). Posteriormente, en base a dichos valores estimados, se calculó el volumen actual utilizando las fórmulas establecidas por COHDEFOR. El volumen estimado de crecimiento se obtuvo en base a los valores de DAP y altura después de cinco y diez años, aplicando a la misma fórmula mencionada (Cuadro IV-2-16). La tasa de crecimiento en volumen, por su lado, fue calculado mediante la misma expresión matemática descrita en la sección correspondiente a Pino.

(b) Proyección del crecimiento

Los valores de crecimiento en DAP, altura y volumen, así como la tasa de crecimiento en volumen obtenidos mediante los procedimientos mencionados en la sección anterior, se resumen en el Cuadro IV-2-16. El volumen de los recursos forestales del Area del Estudio de los próximos cinco y diez años se obtienen en base a estos valores y a los datos sobre el volumen del recurso forestal obtenido por el inventario forestal.

Cuadro IV-2-15 Crecimiento en DAP, Altura y Volumen, y Tasa de Crecimiento de Volumen, Según Clase de DAP en los Próximos 5 y 10 Años (de *P. oocarpa*)

Parámetros		DAP (cm)							
		10	20	30	40	50	60	70	80
Actual	Altura(m)	8.7	16.7	22.0	25.6	28.2	30.2	31.7	32.9
	Volumen (m ³)	0.015	0.179	0.452	1.021	1.810	2.826	4.062	5.523
Después de 5 años	Diámetro(cm)	12.6	22.4	32.2	42.0	51.8	61.6	71.4	81.1
	Altura(m)	11.1	18.2	22.9	26.2	28.6	30.4	31.9	33.1
	Volumen (m ³)	0.040	0.248	0.559	1.162	1.976	3.002	4.255	5.711
	Tasa de crecimiento de volumen (%)	12.5	5.6	3.8	2.4	1.7	1.2	0.9	0.7
Después de 10 años	Diámetro(cm)	15.2	24.8	34.4	44.0	53.5	63.1	72.7	82.2
	Altura(m)	13.3	19.5	23.7	26.7	29.0	30.7	32.1	33.2
	Volumen (m ³)	0.077	0.329	0.675	1.309	2.143	3.185	4.440	5.886
	Tasa de crecimiento de volumen (%)	9.6	4.9	3.4	2.2	1.6	1.1	0.8	0.6

Cuadro IV-2-16 Crecimiento en DAP, Altura y Volumen, y Tasa de Crecimiento de Volumen, Según Clase de DAP en los Próximos 5 y 10 Años (de Roble)

Parámetros		DAP (cm)			
		10	15	20	25
Actual	Altura(m)	7.2	10.1	13.8	17.8
	Volumen (m ³)	0.022	0.071	0.175	0.356
Después de 5 años	Diámetro(cm)	15.4	18.2	22.3	26.5
	Altura(m)	10.3	12.5	15.4	19.4
	Volumen (m ³)	0.077	0.131	0.244	0.438
	Tasa de crecimiento de volumen (%)	14.3	9.2	5.7	3.7
Después de 10 años	Diámetro(cm)	18.5	20.9	24.4	27.5
	Altura(m)	12.7	14.5	17.2	20.8
	Volumen (m ³)	0.138	0.201	0.328	0.506
	Tasa de crecimiento de volumen (%)	8.8	7.0	5.1	2.7

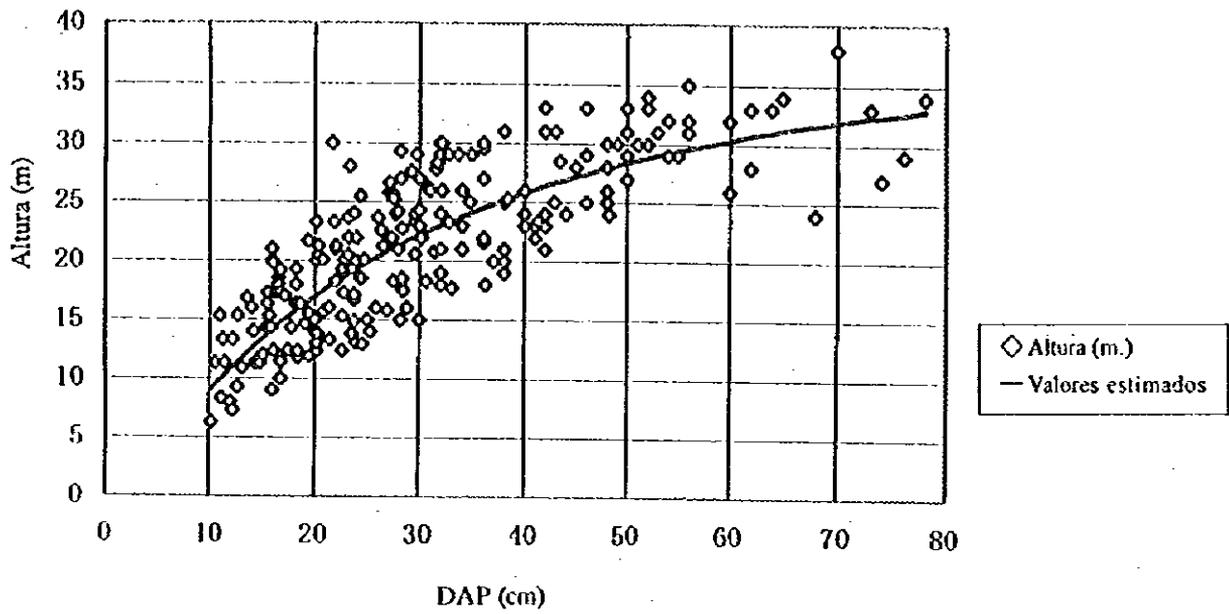


Figura IV-2-5 Curva de Altura (de *P. occarpa*)

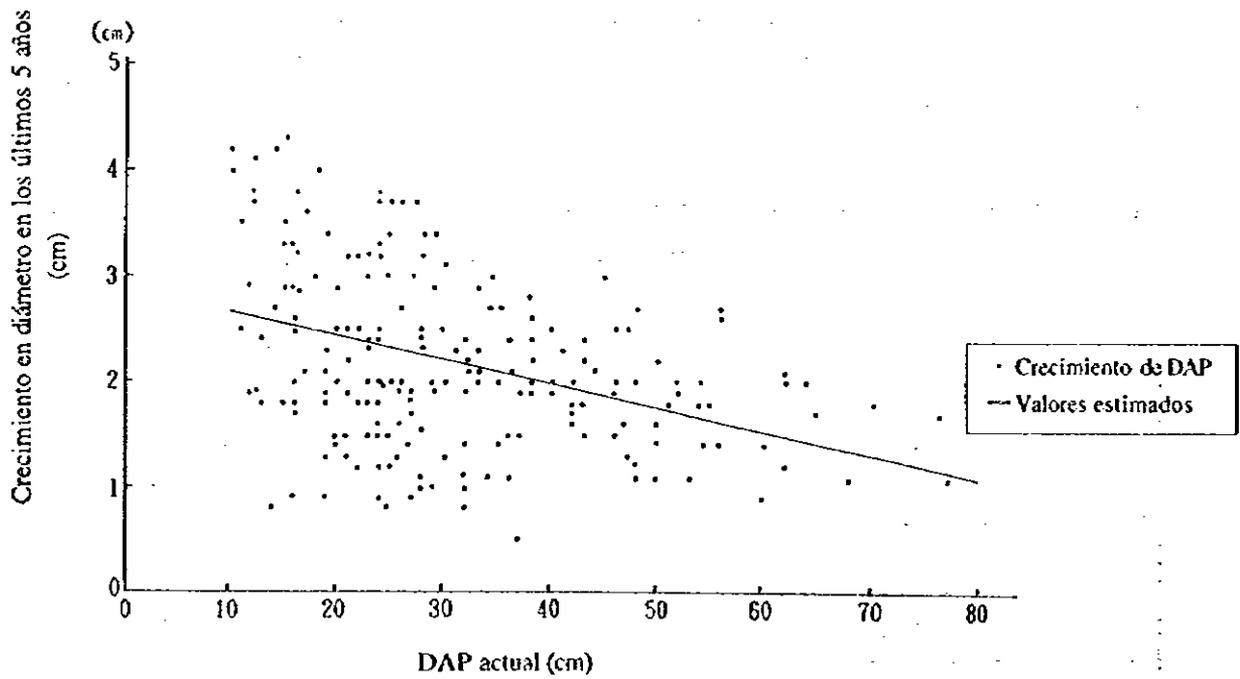


Figura IV-2-6 Estimación del Crecimiento en DAP durante 5 Años (de *P. occarpa*)

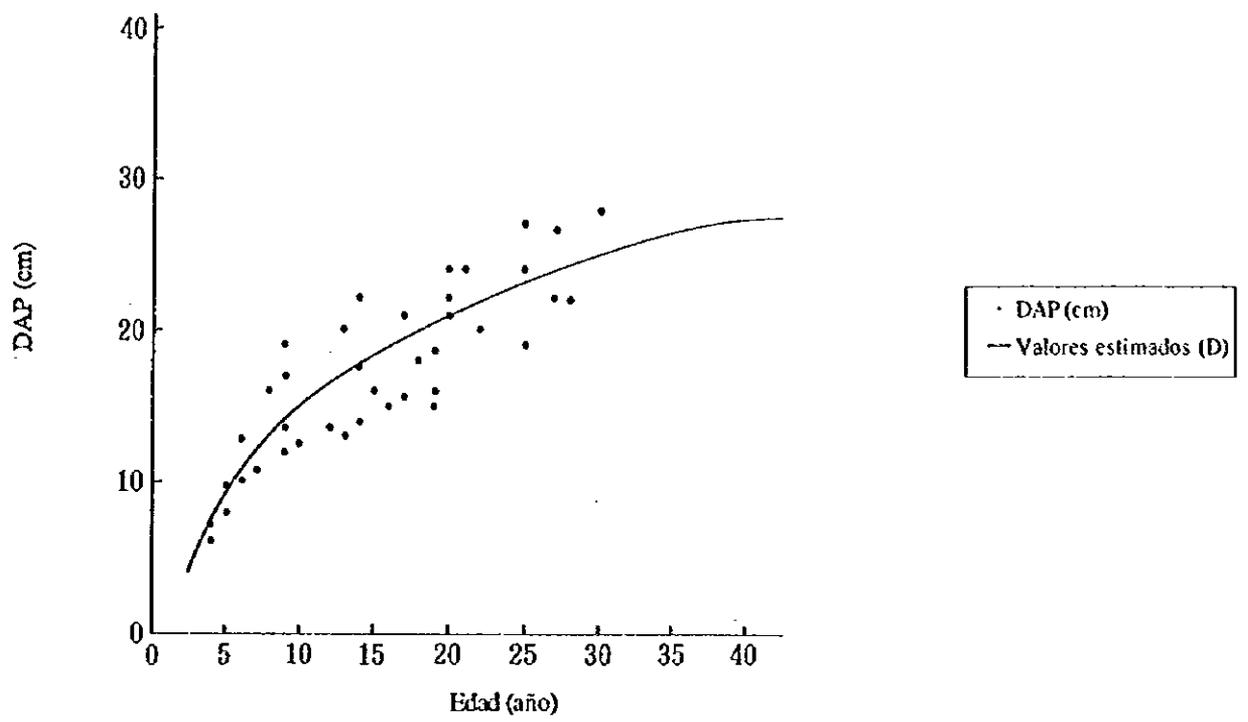


Figura IV-2-7 Estimación del DAP Según Edad (de Roble)

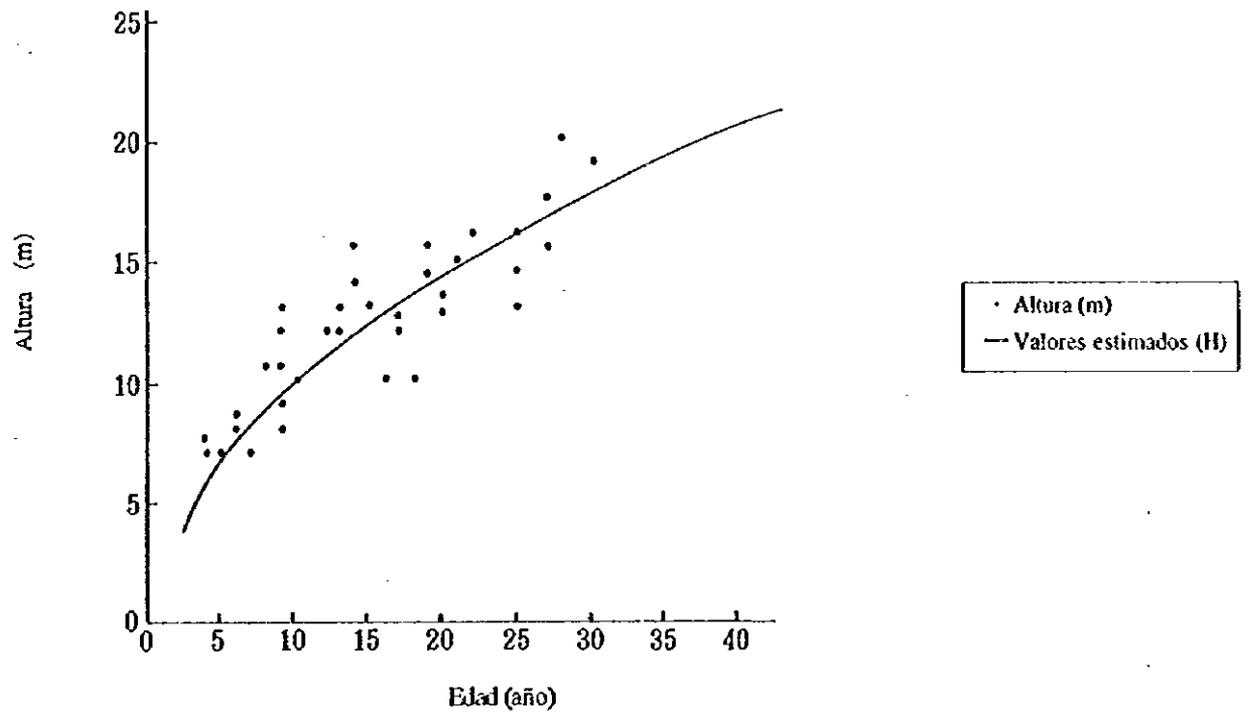


Figura IV-2-8 Estimación de la Altura Según Edad (de Roble)

③ Crecimiento

Se ha estimado el volumen de crecimiento de Pino y Quercus del Area Modelo, según especies y tipo de bosques (clase de altura), de la siguiente forma:

- 1) En base a los resultados del estudio de volumen de recursos forestales, se estimaron la superficie y el diámetro medio, según especie y tipo de bosque.
- 2) En base al volumen de crecimiento según especie estimado previamente, se ha calculado la tasa de crecimiento según clase diamétrica, especie y tipo de bosque.
- 3) Se ha estimado la tasa de crecimiento en volumen en base a los resultados obtenidos en los numerales 1) y 2) anteriores.
- 4) Los volúmenes de crecimiento fueron estimados para los períodos desde el presente hasta el quinto año, y desde el sexto año hasta el décimo año, en base a la tasa de crecimiento correspondiente y al volumen de la etapa anterior.
- 5) En el Cuadro IV-2-17, se indican los valores medios de diámetro y la tasa de crecimiento dentro de 5 años y del sexto año hasta el décimo año, según especie y tipo de bosque.

Asimismo, en el Cuadro IV-2-18, se indica el volumen estimado de Pino y Quercus del Area Modelo del momento actual, y 5 y 10 años después. En el Cuadro IV-2-19 se indica la tabla general de éstos.

Cuadro IV-2-17 Diámetros Medios según Tipo de Bosque, y la Tasa de Crecimiento para la Predicción de los Volúmenes de 5 y 10 Años Después

Especies Tipo de bosque (clase de altura)	Pino			Quercus		
	Diám. medio (cm)	Tasa de crecimiento en volumen(%)		Diám. medio (cm)	Tasa de crecimiento en volumen (%)	
		del mom. presente - 5 años desp.	De 6 años desp. - 10 años desp.		del mom. presente - 5 años desp.	de 6 años desp. - 10 años desp.
1	34	3.3	2.9	20	5.7	5.1
2	27	4.2	3.8	18	7.2	6.0
3	23	5.0	4.4	15	9.2	7.0
4	18	6.2	5.5	15	9.2	7.0

Nota) Tasa de crecimiento en volumen es anual.

Cuadro IV-2-18 Volumen de Pino y Quercus según Tipo de Bosque en el Area Modelo (actual y después de 5 y 10 años)

Tipo de Bosque	Bosques de Pino			Tipo de Bosque	Bosques Mixtos de Pino y Quercus			Bosques de Quercus							
	Superficie (ha)	Volumen (1000 m ³)			Superficie (ha)	Volumen de Pino (1000 m ³)	Volumen de Quercus (1000 m ³)		Tipo de Bosque	Volumen (1000 m ³)					
		Actual	Después de 5 años				Después de 10 años	Actual		Después de 5 años	Después de 10 años	Actual	Después de 5 años	Después de 10 años	
PA1	140	35.6	41.5	47.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	
PA2	670	102.9	124.5	148.2	70	5.5	6.7	8.0	2.7	3.7	4.8	0	0.0	0.0	
PA3	330	32.9	41.1	50.1	10	1.0	1.3	1.6	0.5	0.7	0.9	80	10.8	15.8	
PA4	20	0.9	1.2	1.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	5.6	8.2	
PB1	610	131.9	153.7	176.0	60	4.6	5.4	6.2	2.3	3.0	3.8	0	0.0	0.0	
PB2	2,320	306.7	371.1	441.6	240	15.7	19.0	22.6	7.8	10.6	13.8	0	0.0	0.0	
PB3	3,290	279.4	349.3	426.1	710	41.4	51.8	63.2	20.7	30.2	40.8	780	86.2	125.9	
PB4	130	5.2	6.8	8.7	460	21.3	27.9	35.6	10.6	15.5	20.9	920	43.1	62.9	
PC1	700	122.4	142.6	163.3	260	14.5	16.9	19.4	7.2	9.3	11.7	0	0.0	0.0	
PC2	2,200	235.6	285.1	339.3	500	23.8	28.8	34.3	11.9	16.2	21.1	0	0.0	0.0	
PC3	2,880	199.0	248.8	303.5	1,630	68.6	85.8	104.7	34.2	49.9	67.4	850	71.5	104.4	
PC4	310	10.7	14.0	17.9	890	30.3	39.7	50.6	15.1	22.0	29.7	0	0.0	0.0	
PD1	150	18.6	21.7	24.8	120	4.3	5.0	5.7	2.1	2.7	3.4	0	0.0	0.0	
PD2	520	40.1	48.5	57.7	180	5.3	6.4	7.6	2.6	3.5	4.6	0	0.0	0.0	
PD3	1,950	97.5	121.9	148.7	530	13.7	17.1	20.9	6.8	9.9	13.4	300	16.3	23.8	
PD4	930	22.3	29.2	37.2	770	15.9	20.8	26.5	7.9	11.5	15.5	480	11.1	16.2	
PE1	230	14.9	17.4	19.9	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	
PE2	490	19.0	23.0	27.4	70	0.7	0.8	1.0	0.4	0.5	0.7	0	0.0	0.0	
PE3	1,200	30.1	37.6	45.9	190	1.6	2.0	2.4	0.8	1.2	1.6	140	3.1	4.5	
PE4	510	6.1	8.0	10.2	130	0.9	1.2	1.5	0.5	0.7	0.9	260	2.6	3.8	
TOTAL	19,580	1,711.8	2,087.0	2,495.5	6,820	269.1	336.6	411.8	134.1	191.1	255.0	5,040	291.1	425.1	
															573.9

Nota) 1) La tasa de crecimiento es la que está indicada en el Cuadro IV-2-17.

2) Los diámetros medios según clase diamétrica se obtuvieron en base a los resultados del inventario forestal por cada tipo de bosque.

3) Los volúmenes por especie de los bosques mixtos de Pino y Quercus se calcularon en base a la proporción de mezcla de 66.7% (Pino) y 33.3% (Quercus).

Cuadro IV-2-19 Volumen Actual y los Estimados para 5 y 10 Años Después según Pino y Quercus en el Area Modelo (Total)

Tiempo	Rubros	Pino	Quercus
	Superficie (en miles de ha)	24.1	7.3
Actual	Volumen estimado (en miles de m ³)	1,981	425
	Volumen estimado por hectárea (en m ³)	82	58
Después de 5 años	Volumen estimado (en miles de m ³)	2,424	616
	Volumen estimado por hectárea (en m ³)	101	84
	Crecimiento estimado (en miles de m ³)	443	191
	Crecimiento estimado por hectárea (en m ³)	18	26
	Tasa de crecimiento en volumen (%)	4.5	9.0
	Después de 10 años	Volumen estimado (en miles de m ³)	2,907
	Volumen estimado por hectárea (en m ³)	121	114
	Crecimiento estimado (en miles de m ³)	483	213
	Crecimiento estimado por hectárea (en m ³)	20	30
	Tasa de crecimiento en volumen (%)	4.0	6.9

Tal como se puede observar en el Cuadro IV-2-19, el volumen de crecimiento se estima en un poco menos de 40 m³ por hectárea en diez años en el caso de Pino, lo cual es un nivel relativamente bajo para ser el bosque exclusivamente para la producción de madera. Sin embargo, al considerar la existencia de bosques de baja densidad que se están utilizando para el pastoreo, se puede decir que este nivel es relativamente razonable.