

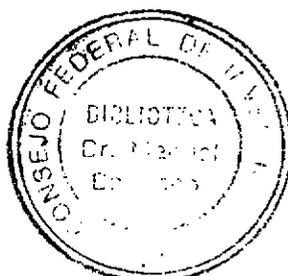
MFA-43

34583

# CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES PROVINCIA DE MISIONES

**ESTUDIO: RELEVAMIENTO FORESTAL DE LA PROVINCIA DE MISIONES  
PRIMERA ETAPA MONTES IMPLANTADOS**

**INFORME PARCIAL**



**ING. FTAL. RAMON ALEJANDRO FRIEDL**

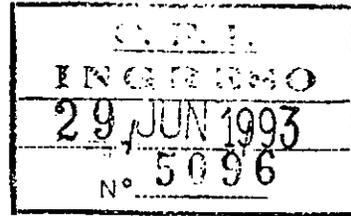
**COORDINADOR POR CFI: ING. FTAL. JORGE BALDONI**

0/H1225  
F29  
I

**ELDORADO - JUNIO DE 1993**

Eldorado, 25 de junio de 1993.-

Señor  
Secretario General  
Consejo Federal de Inversiones  
Ing. Juan José CIACERA  
S / D  
-----



De mi consideración

Según lo establecido en ANEXO IV-Cronograma del contrato de obra correspondiente al expediente 2382, relacionado al "Relevamiento Forestal de la Provincia de Misiones. Primera Etapa Montes Implantados", envío a Ud. el correspondiente INFORME PARCIAL.

Asimismo comunico a Ud. que oportunamente y luego de aprobado el mismo, enviaré a Ud. la factura correspondiente, según lo establecido en el plan de pagos propuesto a la firma de contrato.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para saludar a Ud. muy Atte.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'RAE'.

Ing. Ramón Alejandro Friedl  
2 de abril 150  
3380 Eldorado  
Misiones

## INDICE

	Página
1.- DEFINICION DEL RESPONSABLE DEL INVENTARIO.....	1
2.- MANUAL DE PLANEAMIENTO Y DE ORGANIZACION Y REALIZACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.....	6
2.1.- Manual de trabajo de campo del equipo de relevamiento satelital.....	6
2.2.- Manual de trabajo de campo de los equipos del Inventario Propiamente Dicho.....	7
2.2.1.- Definición de la localización de las parcelas a medir.....	7
2.2.2.- Manual de localización, instalación y medición de las parcelas permanentes.....	8
2.2.2.1.- Localización de las plantaciones donde se deben medir las parcelas.....	8
2.2.2.2.- Localización de la parcela dentro de la plantación.....	8
2.2.2.3.- Registro de datos ambientales.....	11
2.2.2.4.- Instalación de parcelas permanentes.....	11
2.2.2.5.- Medición de ccordenadas, diámetros y alturas de los árboles de la parcela.....	12
2.2.2.6.- Definición del diámetro de referencia.....	12
2.2.2.7.- Donde medir el diámetro en diferentes situaciones? .....	12
2.2.2.8.- Cómo medir el diámetro ? .....	15
2.2.2.9.- Principales errores a evitar en la medición del diámetro.....	15
2.2.2.10.- Sistema de codificación.....	17
2.2.2.11.- Medición de la altura de los árboles.....	17
2.2.2.12.- Qué tipos de altura se pueden considerar ? ...	18
2.2.2.13.- Cómo se mide la altura ? .....	19
2.2.2.14.- Principales errores en la medición de alturas	22
2.2.2.15.- Cómo se determinarán los árboles cuyas alturas se va a medir ? .....	24
2.2.3.- Manual de localización, instalación y medición de las parcelas temporarias.....	25
2.2.4.- Manual para la localización, apeo, desrame, medición y corte de discos en árboles para construcción de tablas de volúmenes y clasificación de sitios.....	25
2.2.4.1.- Determinación de los árboles a apear.....	25
2.2.4.2.- Apeo, desrame, trozado y medición de los árboles	26
2.2.4.3.- Corte de discos para análisis de tronco.....	26
2.2.4.4.- Transporte y tratamiento de los discos.....	26
2.2.4.5.- Secado y lijado de los discos.....	26
2.2.4.6.- Medición de los discos.....	27
2.2.5.- Lista de elementos para llevar.....	27
3.- REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE Y HARDWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DEL RELEVAMIENTO SATELITAL E INSTALACION DEL SISTEMA PROVINCIAL DE INFORMACION FORESTAL.....	28
3.1.- Requerimientos informáticos del Quinto Censo Forestal Provincial.....	28

	Página
3.2.- Requerimiento informáticos del relevamiento satelital.....	29
3.3.- Requerimientos informáticos del inventario propiamente dicho.....	29
3.4.- Requerimientos informáticos del sistema provincial de información forestal.....	30
3.5.- Requerimientos informáticos del área coordinación y administración.....	31
4.- DEFINICION DE LA METODOLOGIA DE ACTUALIZACION DE LA INFORMACION Y PERIODOS DE REMEDICION.....	31
Bibliografía Consultada.....	32

## 1.- DEFINICION DEL RESPONSABLE DEL INVENTARIO

La estructura organizativa que realizará el relevamiento forestal de la provincia, desarrollará sus actividades como una dependencia de la Dirección de Economía y Estadísticas dependiente de la Dirección General de Bosques en la Subsecretaría de Bosques y Forestación del Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de Misiones.

La figura 1, ilustra simultaneamente el organigrama, que incluye la estructura propuesta, así como la dependencia funcional entre los diversos roles a ser desempeñados en dicha organización. Por estructura a término se denomina aquí a una estructura temporaria que se disuelve una vez cumplidos sus objetivos y que se interrelaciona durante su funcionamiento con la estructura permanente del Ministerio.

Para decidir sobre la estructura organizativa que será responsable de la realización del relevamiento, se han analizado previamente 3 opciones, a saber:

- 1.- Estructura propia del Ministerio
- 2.- Convenio con la Universidad Nacional de Misiones
- 3.- Contrato de servicios de profesionales y/o consultoras privadas.

Luego de analizadas las tres opciones, se ha decidido proponer una combinación de la primera y la tercera opción.

La primera opción surge de considerar una costumbre en países desarrollados, que incluyen en sus administraciones forestales públicas, una dependencia responsable del inventario forestal en forma permanente, la cual se ocupa de mantener actualizada la información acerca del estado cuali-cuantitativo de los bosques de la jurisdicción forestal que les compete.

Se considera entonces que aún cuando se puedan derivar ciertas actividades a otras instituciones o a la actividad privada, la generación y la administración del sistema provincial de información forestal es responsabilidad ineludible del gobierno provincial.

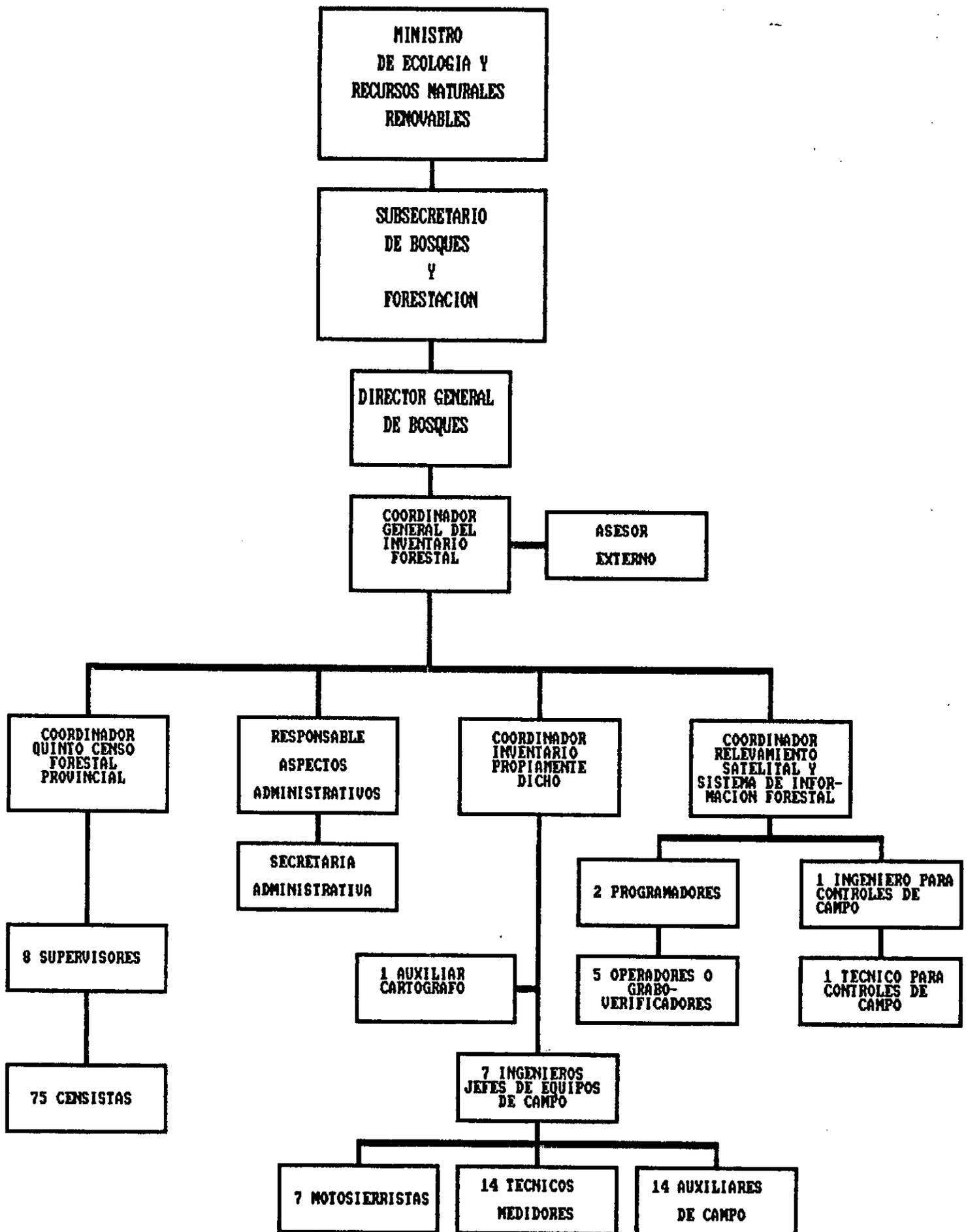
En nuestro país todos los esfuerzos en cuanto a censos o inventarios forestales provinciales o regionales, se han desarrollado en base a la conformación temporaria de grupos de trabajos que han sido disueltos al concluir los trabajos.

De esta manera no se realizaba luego la actualización de la información y esta perdía utilidad simultaneamente a la desactualización, además se dispersa toda una masa crítica y equipos de trabajo con experiencia que cuestan formar y organizar.

Por otro lado resulta muy oneroso mantener una estructura permanente de inventario, razón por la cual se propone aquí una estructura en parte temporaria en parte permanente.

En cuanto a la parte temporaria, es importantísimo indicar la necesidad de dar cumplimiento a toda la legislación vigente dentro de un marco legal perfectamente claro en las contrataciones de personal de diversa jerarquía y formación que sea necesario para la realización del relevamiento, se debe preveer el pago de los honorarios, sueldos, salarios, aguinaldos, viáticos, cobertura social, seguros de accidentes y de vida, sobre todo en el caso del personal de campo.

FIGURA 1.- ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL RELEVAMIENTO FORESTAL DE MISIONES



Para la realización de las tareas de inventario propiamente dicho a campo, se prevee contratar los servicios de 7 equipos de trabajo que se conformarán en cada uno de los estratos departamentales previstos, los cuales serán seleccionados por concursos públicos, en cuyos tribunales participarán como mínimo el Coordinador General del Inventario, el Coordinador del Inventario Propiamente Dicho y los jefes de Centros Operativos del Ministerio con jurisdicción en el área en cuestión.

En el cuadro 1 se presentan las formaciones deseadas y principales funciones inherentes a cada rol.

Cuadro 1.- Misiones, formaciones deseadas y funciones en la estructura organizativa responsable del relevamiento

Misión	Formación deseable	Principales Funciones
Coordinador General	Ingeniero Forestal con más de 5 años de graduado y antecedentes probados en inventarios forestales y administración de personal.	Administrar globalmente la marcha del programa. Gestionar financiamientos internos y externos. Controlar y supervisar la realización de las actividades programadas. Replantear el plan cuando resulte necesario. Reportar al Director sobre la marcha del programa. Constituirse en la persona de referencia del programa. Convocar y presidir reuniones del personal del programa.
Asesor Externo	Ingeniero Forestal preferentemente con estudios de post-gradado en el tema. Amplios conocimientos y experiencia en planeamiento de inventarios, dasonometría, estadística, computación, uso de imágenes satelitales, formulación de proyectos, uso de la información.	Formulación de proyectos para búsqueda de recursos Definir y asistir metodológicamente las diversas etapas Capacitar a personal en funciones de coordinación Evaluar marcha del programa Reportar al Coordinador General sobre consultas técnicas y operativas que surgieran
Coordinador Administrativo	Contador Público o Administrativo con experiencia en la administración pública. Idoneidad. Ejecutividad.	Administrar recursos financieros Compra de bienes y servicios Comercializar servicios Contratar y pagar remuneraciones al personal Informar al Coordinador General sobre situación contable Conocer sistemas de contabilidad Supervisar a la secretaria administrativa
Secretaria Administrativa	Perito Mercantil Mecanografa con experiencia en operación de PC, sistemas contables, planillas de cálculo y procesadores de texto.	Auxiliar al coordinador administrativo en lo concerniente a manejo de libros, sistema contable e informes a presentar.

Misión	Formación deseable	Principales Funciones
Coordinador del Relevamiento Satelital y del Sistema de Información Forestal Provincial	Analista de sistemas con experiencia en procesamiento digital de imágenes y sistemas de computación aplicados a la ingeniería forestal. Más de 5 años de antigüedad.	Realizar el relevamiento satelital de la provincia. Reportar e informar al Coordinador General. Controlar y supervisar actividades y resultados del programa en área específica. Orientar e instruir a programadores y operadores.
Programadores	Expertos en computación o programadores con conocimientos de programación en Dbase IV o compatibles.	Desarrollar sistema de procesamiento de datos del Censo Desarrollar sistema de procesamiento inventario forestal Desarrollar sistema de información forestal provincial Instruir a los operadores o grabo-verificadores Reportar al coordinador del relevamiento satelital
Operadores o Grabo-verificadores	Operadoras/es de computación con 2 años de experiencia.	Digitar, verificar, corregir los datos del censo forestal provincial y del inventario de campo. Auxiliar a los programadores en pruebas y ajustes de programas.
Ingeniero Verificador	Ingeniero Forestal o Título equivalente con experiencia en usos de imágenes satelitales y tipos de cobertura del suelo en Misiones.	Diseñar método de control de campo de imágenes preclaficadas. Informar a Coordinador del relevamiento satelital Capacitar y supervisar al técnico Levantar información sobre uso o cobertura actual Evaluar exactitud de clasificaciones
Técnico Verificador	Técnico agrónomo con especialización forestal. Amplio conocimiento de la provincia y capacidad de conducir vehículos caminos de tierra.	Levantar datos de cobertura a campo Informar al Ingeniero verificador Conducir y mantener vehículo específico
Coordinador del Censo Forestal Provincial	Experto en estadística con experiencia en censos forestales y administración de personal.	Administrar la realización del Censo Forestal Provincial Seleccionar y capacitar a los supervisores Controlar y supervisar trabajo de supervisores Informar al Coordinador General sobre marcha del Censo Tramitar y controlar el procesamiento de los datos Analizar resultados y redactar informe final.
Supervisores	Ingenieros Forestales o Título equivalente	Seleccionar y capacitar a los censistas Supervisar y controlar a los censistas Reportar al coordinador del censo Realizar toma de datos en empresas de su jurisdicción
Censistas	Título secundario	Realizar toma de datos del censo en cada municipio Reportar al supervisor correspondiente Informar y aclarar a productores Entregar certificados de cumplimentación

Misión	Formación deseable	Principales Funciones
Coordinador del Inventario propiamente dicho	Ingeniero Forestal con experiencia en inventarios forestales y conducción de equipos a campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planear inventario forestal a campo</li> <li>Definir localización y tipo de parcelas</li> <li>Implementar consursos de equipos de campo</li> <li>Instruir a los equipos de campo</li> <li>Supervisar y controlar trabajos de campo</li> <li>Informar al Coordinador General sobre marcha del programa</li> <li>Recepcionar y entregar planillas de datos</li> </ul>
Auxiliar Cartógrafo	Dibujante Técnico con experiencia y habilidad en dibujo croquis y mapas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dibujar mapas de localización de plantaciones</li> <li>Dibujar croquis internos de plantaciones con localización de parcelas</li> <li>Diseñar planillas para toma de datos</li> <li>Confeccionar mapa general de localización de parcelas temporarias y permanentes.</li> </ul>
Jefe de Equipo de campo	Ingeniero Forestal con experiencia en inventarios de plantaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducir un equipo de trabajos de campo</li> <li>- Controlar la precisión de las mediciones</li> <li>- Instruir a los otros miembros del equipo</li> <li>- Informar al Coordinador del inventario propiamente dicho</li> <li>- Entregar semanalmente informes y planillas levantadas</li> <li>- Decidir en circunstancias de trabajo no previstas</li> <li>- Registrar datos de campo</li> <li>- Indicar rumbos de acceso</li> </ul>
Técnicos Medidores	Técnicos forestales con conocimientos de Dasonometría y experiencia en mediciones de campo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir diámetros y alturas de los árboles en cada parcela</li> <li>Medir diámetros con y sin corteza y longitudes en los árboles apeados.</li> <li>Medir radios de discos cortados en árboles dominantes para realizar el análisis de troncos.</li> <li>Medir distancias de acceso</li> </ul>
Auxiliares Motosierristas	Motosierrista con formación o probada experiencia en apeo dirigido y trozado de árboles en diversas tipos de masas con conocimientos de normas de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apear, desramar y trozar los árboles seleccionados para construir las tablas de volúmenes</li> <li>Cortar discos de árboles dominantes</li> <li>Colaborar en tareas generales indicadas por el jefe de equipo</li> <li>Transportar motosierra y accesorios</li> </ul>
Auxiliares macheteros	Escuela Primaria, experiencia en trabajos de monte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar apertura de caminos de acceso a parcelas</li> <li>Delimitar e instalar parcelas permanentes</li> <li>Delimitar parcelas temporarias</li> <li>Limpiar parcelas de muestreo y senderos para medición de alturas</li> <li>Cooperar con motosierrista en desrame de los árboles apeados</li> <li>Auxiliar a medidores de rollos</li> <li>Transportar discos de madera para análisis de tronco</li> </ul>

## 2.- MANUAL DE PLANEAMIENTO Y DE ORGANIZACION Y REALIZACION DE TRABAJOS A CAMPO

En la figura 1 se propone la estructura de los equipos de trabajo de campo para las fases de Relevamiento Satelital y para la del Inventario Propiamente Dicho, así como las funciones principales que debería desempeñar cada integrante de tales equipos.

### 2.1.- Manual de trabajo de campo del equipo del relevamiento satelital

El levantamiento de datos a campo se realizará a efectos de identificar los tipos de usos o cobertura, constatar si se trata de algún tipo de uso supuesto y verificar si el tipo de uso o cobertura asignado en una clasificación semi-automática realizada previamente coincide con la realidad.

Este equipo tendrá base de operaciones en la sede central del Ministerio en la ciudad de Posadas.

El trabajo de campo de este equipo será preparado previamente en gabinete entre el Coordinador del Relevamiento Satelital y el Ingeniero y Técnico responsables del trabajo de campo.

Inicialmente sobre una fotografía color de monitor de una imagen actual de la provincia en escala de aproximadamente 1:50.000, se dispondrá una lámina de material transparente tipo acetato y ambas sobre un cartón firme del mismo tamaño, todo lo cual se sellará convenientemente.

De esta manera se obtendrá una imagen protegida y manual, sobre la cual se indicarán los puntos a relevar en el campo.

En cada una de las diversas coloraciones identificables en la fotografía de la imagen, se indicarán por lo menos 5 de aquellos puntos.

Para realizar el trabajo de campo, el equipo deberá disponer de una camioneta apta para todo terreno, mapas de rutas, catastrales y topográficos de cada municipio de la provincia donde realizarán sucesivamente sus actividades.

En base a los puntos a relevar, a la fotografía de la imagen y a los mapas disponibles, se diseñará también un recorrido tentativo, que objetive minimizar el recorrido total en cada salida y maximizar el número de puntos verificados.

Para la localización de los puntos en el terreno el equipo se valdrá del conocimiento previo de distancias, orientaciones, relieve, ríos o arroyos, rutas o caminos, coloraciones de usos ya conocidos, consulta a vecinos de la zona.

Una vez localizado en el campo el punto objetivo, se procederá al levantamiento de datos en una planilla previamente diseñada, la cual deberá constar como mínimo de espacio para registrar los siguientes:

- Número del punto
- Localización catastral
- Referencias cercanas
- Tipo de uso
- Breve descripción
- Responsable del levantamiento

Se aconseja asimismo a efectos de aumentar el rendimiento del trabajo de campo, registrar usos y coberturas que aparezcan a medida que se produce el desplazamiento sobre rutas y caminos. Los kilómetros recorridos, consumo de combustibles y lubricantes y mantenimientos o reparaciones imprevistas serán registrados en hoja de ruta y planilla de novedades del vehículo en forma diaria.

Al retornar a Posadas se entregará las planillas confeccionadas en cada salida serán entregadas al Coordinador del Relevamiento Satelital, quien registrará la entrega en libro habilitado al efecto.

## 2.2.- Manual de trabajo de campo de los equipos del Inventario Propiamente Dicho

Las bases de operación de cada equipo serán consideradas las respectivas capitales departamentales.

Las acciones de cada equipo de campo contemplan la realización de tres tipos de actividades:

- Medición e instalación de parcelas permanentes
- Medición de parcelas temporarias
- Apeo y medición de árboles

La confección de un manual pretende brindar al responsable de cada equipo de campo, las definiciones básicas para el desempeño de sus funciones durante la realización de los trabajos.

Establecer una definición explícita de la metodología a emplear en las diversas tareas, se realiza para que el desarrollo del programa no sea afectado al variar los integrantes de los equipos de trabajo. El seguimiento de las instrucciones del manual, permitirá:

- Facilitar la localización, instalación, medición y registro de los datos de las parcelas permanentes.
- Facilitar la localización, medición y registro de los datos de las parcelas temporarias.
- Facilitar la localización, apeo, trozado, medición y registro de los datos de los árboles.
- Asegurar una adecuada precisión de las mediciones, evitando cambios en la metodología que distorcionen los resultados.
- Asegurar la comparación de los resultados.
- Permitir la continuidad futura de los trabajos, que por su propia naturaleza es a largo plazo y por su costo no puede correr el riesgo de perderse por ausencia de los miembros de los equipos de trabajo de las primeras mediciones.

### 2.2.1.- Definición de la localización de las parcelas a medir

El planeamiento de los trabajos de campo se realizará en dependencias de la Delegación Eldorado del Ministerio de Ecología a designar y estará a cargo del Coordinador del Inventario Propiamente Dicho con la colaboración del auxiliar cartógrafo.

La experiencia indica que no se deben escatimar esfuerzos en la preparación de las tareas de campo, empleando para ello todos los

elementos disponibles.

El planeamiento previo evita muchas pérdidas de tiempo, discusiones y permite mayor rendimiento en el trabajo de campo, permitiendo emplear al máximo el tiempo libre de lluvias.

La tarea de planeamiento del inventario comenzará para cada estrato departamental, una vez que se dispongan de las informaciones del Quinto Censo Forestal Provincial y de los resultados finales del relevamiento satelital, todo lo cual constituirá junto a planos catastrales, de caminos y fotografías aéreas de zonas donde se disponen, el material base para el planeamiento.

Se preparará inicialmente cuadros resúmenes de distribución de las superficies forestadas por estrato departamental, por especies y por edades.

Inicialmente se distribuirán 2.000 parcelas en un diseño de muestreo al azar estratificado con asignación proporcional al tamaño de los estratos, asegurando por otro lado un mínimo de 5 parcelas por estrato.

Se confeccionará para cada parcela, un plano de localización de la plantación, un croquis de localización de la parcela dentro de la plantación y planillas para el registro de los datos indicando el tipo de parcela: temporaria o permanente.

#### 2.2.2.- Manual de Localización, instalación y medición de las parcelas permanentes

Un principio básico en este tipo de parcela, dentro de límites razonables se antepone la calidad del trabajo a la cantidad.

El principio orientador respecto a las parcelas permanentes a campo, es que las mismas deberían cubrir en la medida de lo posible, todas las especies, todas las edades, todos los sitios y todas las densidades existentes en la zona.

Se seleccionarán de acuerdo a estos conceptos aproximadamente 1.000 parcelas a efectos de ser consideradas como permanentes y manteniendo por lo menos 2 por estrato.

##### 2.2.2.1.- Localización de las plantaciones donde se debe medir la parcela

La localización de las plantaciones se hará utilizando el plano de localización previamente confeccionado por el grupo de planeamiento, en el mismo constarán las direcciones y distancias a recorrer en cada caso, desde la base de operación de cada equipo hasta una esquina de la plantación, a partir del cual comienza la etapa siguiente, en este lugar se dejará adecuadamente estacionado y cerrado el vehículo de trabajo.

El tiempo de localización de las plantaciones que se registrará en cada planilla, se iniciará al comenzar las actividades diarias o al arrancar el vehículo luego de culminar la parcela anterior.

##### 2.2.2.2.- Localización de la parcela dentro de la plantación

Desde el punto anterior, comenzará el desplazamiento del equipo e instrumental utilizando el croquis de localización de la parcela dentro de la plantación, previamente confeccionado por el sector de planeamiento.

Utilizando brújulas y cintas de 30 m de longitud se determinará el rumbo y la distancia sobre el borde de la plantación hasta el punto de acceso a la parcela.

En esta etapa será necesario la apertura de picadas (camino precarios en la maleza) para facilitar el desplazamiento del equipo, esta tarea es realizada por los auxiliares macheteros, previa dirección indicada por el jefe del equipo.

Mientras los auxiliares medidores miden la distancia y realizan las correspondientes correcciones de las distancias de acuerdo a las pendientes medidas con el hipsómetro según el cuadro 2.

Cuadro 2.- Tabla de corrección de distancias según pendientes

Pendiente aproximada		Coseno	Semidiagonal parcela 0,05 ha	Distancia proyectada sobre la horizontal (metros)					
Grados	%			10	15	20	25	30	50
				Distancia en pendiente (metros)					
6	10	0,994	15,90	10,0	15,1	20,1	25,2	30,2	50,3
7		0,992	15,94	10,0	15,2	20,2	25,2	30,3	50,5
8		0,990	15,97	10,1	15,2	20,2	25,2	30,3	50,5
9	15	0,988	16,00	10,1	15,2	20,2	25,3	30,4	50,6
10		0,985	16,05	10,2	15,2	20,3	25,4	30,5	50,8
11	20	0,982	16,11	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	50,9
12		0,978	16,16	10,2	15,3	20,4	25,6	30,7	51,1
13		0,974	16,22	10,3	15,4	20,5	25,7	30,8	51,4
14	25	0,970	16,30	10,3	15,5	20,6	25,8	30,9	51,6
15		0,966	16,36	10,4	15,5	20,7	25,9	31,0	51,8
16		0,961	16,44	10,4	15,6	20,8	26,0	31,3	52,1
17	30	0,956	16,54	10,5	15,7	20,9	26,2	31,4	52,3
18		0,951	16,62	10,5	15,8	21,0	26,3	31,5	52,5
19	35	0,946	16,73	10,6	15,9	21,1	26,4	31,7	52,8
20		0,940	16,82	10,6	16,0	21,3	26,6	31,9	53,2
21		0,934	16,93	10,7	16,1	21,4	26,8	32,1	53,6
22	40	0,927	17,06	10,8	16,2	21,5	26,9	32,3	53,8
23		0,920	17,17	10,9	16,3	21,7	27,2	32,6	54,4
24	45	0,913	17,31	11,0	16,4	21,9	27,4	32,9	54,8
25		0,906	17,44	11,0	16,6	22,1	27,6	33,1	55,2
26		0,899	17,60	11,1	16,7	22,2	27,8	33,3	55,6
27	50	0,891	17,74	11,2	16,8	22,4	28,0	33,6	56,0
28		0,883	17,91	11,3	17,0	22,6	28,3	33,9	56,6
29	55	0,875	18,07	11,4	17,1	22,8	28,6	34,3	57,1
30		0,866	18,26	11,5	17,3	23,1	28,9	34,6	57,8
31	60	0,857	18,44	11,6	17,4	23,2	29,0	34,8	58,0
32		0,848	18,64	11,8	17,7	23,6	29,5	35,4	59,0
33	65	0,839	18,85	11,9	17,9	23,8	29,8	35,7	59,5
34		0,828	19,07	12,1	18,1	24,2	30,2	36,2	60,4
35	70	0,819	19,30	12,2	18,3	24,4	30,5	36,6	61,0
36		0,809	19,54	12,4	18,5	24,7	30,9	37,0	61,8
37	75	0,799	19,79	12,5	18,8	25,0	31,2	37,5	62,5
38		0,788	20,06	12,7	19,0	25,4	31,7	38,1	63,4
39	80	0,778	20,35	12,8	19,3	25,7	32,1	38,6	64,2
40		0,765	20,63	13,0	19,6	26,1	32,6	39,2	65,2
45	100	0,707	22,32	14,1	21,2	28,2	35,3	42,4	70,6
50	120	0,642	24,63	15,6	23,4	31,2	39,0	46,7	77,9
55	140	0,573	27,59	17,4	26,2	34,9	43,6	52,4	87,2
60	170	0,500	31,62	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	100,0

$$\text{Distancia en pendiente} = \frac{\text{Distancia horizontal}}{\text{Coseno ángulo pendiente}}$$

Ubicado el punto de acceso a la parcela, se lo identificará con una estaca de madera dura de 2 m de longitud y 2 pulgadas cuadradas de sección, clavada 50 cm en el suelo, con una chapa metálica sujeta en la parte superior, especificando lo siguiente:

- Nombre del programa
- Código/s de la especie/es
- Año de plantación
- Número de la parcela
- Rumbo de acceso en grados
- Distancia a la parcela en m

La distribución de esta información en la chapa se realizará de la siguiente manera:

Programa Inventario Forestal Provincial	Parcela 156	Araucaria 1984
Rumbo 196		Distancia 130 m

La inscripción de la chapa debe realizarse previamente en gabinete, exceptuando la parte numérica de rumbos y longitudes, que deben ser realizadas en el campo debido a que tales valores pueden sufrir leves reajustes a campo.

Una vez establecido el rumbo de acceso a la parcela, el cual debe ser preferiblemente perpendicular al camino, se determinan los dos árboles más próximos al acceso del rumbo, uno a cada lado los cuales serán marcados con pintura con un signo + a 1,70 m de altura, a efectos de facilitar la localización de la parcela para control o futuras mediciones.

La estaca de acceso se debe ubicar entre ambos árboles, registrándose en la planilla la distancia a cada uno de ellos.

Conocido el rumbo en grados respecto al norte en el sentido horario y la distancia hasta el centro de la parcela, se indica el mismo en la planilla de localización y se comienza con la apertura de la picada de acceso, jalonando el recorrido para facilitar el alineamiento y el trabajo de los auxiliares macheteros.

El establecimiento del centro de la parcela, se realizará midiendo sobre la picada anteriormente citada, la distancia previamente definida en gabinete.

Una vez que el equipo arribe al punto predeterminado se evaluará la factibilidad de instalar la parcela en dicho lugar, evaluando si la misma no cae sobre otro camino o en una zona de fallas excesivas, y decidiendo un tamaño de parcela que asegure un mínimo de 20 árboles mensurables dentro de la misma.

Si el lugar planificado no resulta satisfactorio, se vuelve o avanza unos 30 m del punto citado, evaluado nuevamente si se dan las condiciones para instalar la parcela, registrando la distancia a la estaca de acceso en planilla.

Una vez decidida la posición del centro de la parcela culmina el tiempo de localización de la parcela que se registrará en la planilla, iniciándose la instalación de la misma.

### 2.2.2.3.- Registro de datos ambientales

En este momento el jefe de equipo determinará y registrará las siguientes variables de interés ambiental:

- pendiente en %
- exposición
- tipo de suelo
- presencia de regeneración natural
- presencia de vegetación arbustiva
- presencia de árboles nativos

Los daños que presenten los árboles de la parcela y sus posibles causas quedarán registrados junto a los datos de cada árbol según un sistema de codificación que se describe en 2.2.2.10.

### 2.2.2.4.- Instalación de las parcelas permanentes

La instalación de la parcela comenzará clavando en el centro de la parcela una estaca similar a la empleada en el acceso a la misma, pintada en el extremo superior y provista de una chapa metálica con la siguiente información:

- Nombre del programa
- Número de la parcela

De acuerdo al siguiente esquema:

Programa Inventario Forestal Provincial
Parcela 156

La instalación continúa con la limpieza de un círculo de radio previamente definido por el jefe del equipo según el tamaño de la parcela, a cargo de los auxiliares macheteros.

En casos de trabajar en terrenos con pendientes se considerarán radios superiores de acuerdo a la pendiente, de manera que la proyección horizontal de la parcela alcance la superficie objetivada, de acuerdo al cuadro 3.

Cuadro 3.- Radios de parcelas según pendiente

Pendiente aprox.		Tamaño de las parcelas (m <sup>2</sup> )							
Grados	%	100	200	250	400	500	600	800	1.000
		Radio (m)							
0 - 9	0 - 15	5,64	7,98	8,92	11,28	12,62	13,82	15,96	17,84
10 - 15	20	5,79	8,19	9,15	11,58	12,95	14,18	16,38	18,31
16 - 20	30	5,93	8,39	9,38	11,86	13,27	14,53	16,78	18,76
21 - 25	40	6,13	8,67	9,69	12,25	13,71	15,01	17,33	19,38
26 - 30	50	6,39	9,04	10,10	12,78	14,29	15,65	18,08	20,21
31 - 35	70	6,72	9,52	10,64	13,45	15,05	16,48	19,03	21,27
36 - 40	80	7,16	10,13	11,32	14,31	16,02	17,54	20,25	22,64
41 - 45	100	7,71	10,91	12,20	15,42	17,26	18,90	21,82	24,39

Los técnicos medidores procederán a enumerar los árboles de la parcela en el sentido horario a partir del norte y de dentro hacia afuera, usando a tal efecto tizas para numeración transitoria y chapitas de aluminio previamente enumeradas las cuales son colocadas 1,30 m sobre el suelo en la cara interna en dirección al centro de la parcela, para numeración permanente.

También se verificará en esta etapa la situación de los árboles de bordura, incluyendo dentro de las parcelas aquellos cuyo centro cae dentro de la misma y excluyendo los demás. En los casos de duda la decisión la tomará el jefe del equipo.

Una vez realizado el giro de 360°, habiéndose enumerado todos los árboles internos y decidido la situación de los árboles de bordura culmina la instalación de la parcela y se registra en la planilla el tiempo de dicha tarea.

#### 2.2.2.5.- Medición de coordenadas, diámetros y alturas de los árboles de la parcela

El levantamiento de datos para el mapeo y la medición de los árboles de la parcela se realizará en forma simultanea.

Para el mapeo se trabajará de acuerdo al uso de coordenadas polares indicando los ángulos con respecto al norte en el sentido horario y las distancias desde al centro de cada árbol de la parcela.

Registrando inicialmente para cada árbol el número, las coordenadas ángulo y distancia, el diámetro y los códigos correspondientes.

La medición de distancias y ángulos estará a cargo de los 3 auxiliares, la medición de diámetros a cargo de uno de técnicos medidores, la definición de los códigos a cargo del otro técnico medidor y el registro de los datos a cargo del jefe del equipo. La medición de los diámetros se realizará con forcípulas graduadas en mm, en una dirección perpendicular al radio y apoyando la regla graduada sobre el centro de la chapita con el número del árbol.

#### 2.2.2.6.- Definición del diámetro de referencia

Entre todos los diámetros que pueden medirse, el diámetro de referencia juegan un papel destacado.

En árboles en pie, este diámetro se mide:

- A 1,30 m del suelo para árboles sin aletones o con raíces aéreas de menos de 1 m de altura. El diámetro de referencia se le denomina tradicionalmente diámetro a la altura del pecho. Es recomendable evitar esa denominación ambigua y tener en cuenta que la altura de medición no depende de la altura del operador.

- A 30 cm sobre el final de los aletones o de las raíces aéreas, si son mayores de 1 m. Cuando la altura del suelo no es igual a 1,3 m debe indicarse.

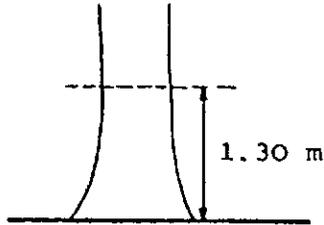
#### 2.2.2.7.- Dónde medir el diámetro en diferentes situaciones ?

La figura 2 describe algunos casos que ocurren en la práctica para la definición del diámetro de referencia.

Figura 2.- Medición del diámetro de referencia

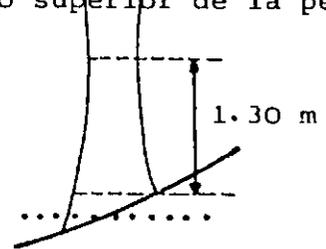
Terreno plano

Arboles verticales sin aletones o con aletones menores de 1 m o con raíces aéreas menores de 1 m



Terreno inclinado

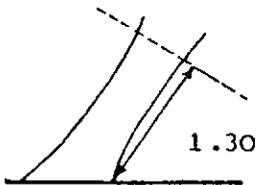
Arbol vertical  
Como norma, la base del árbol es el nivel marcado ...  
Por razones prácticas la medición se toma a 1.3 m por el lado superior de la pendiente



Arboles inclinados

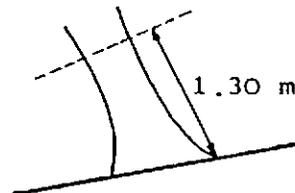
La distancia 1.3 debe medirse paralela al árbol, no vertical. La sección de medición debe ser perpendicular al eje del árbol, no horizontal

Terreno plano



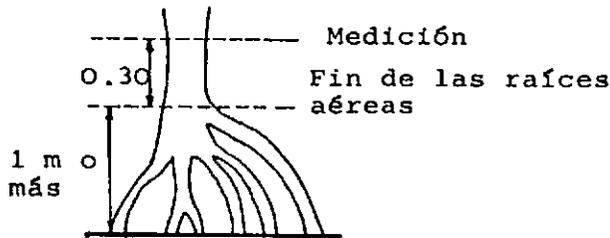
1.3 m medido en el lado hacia donde se inclina el árbol

Terreno inclinado



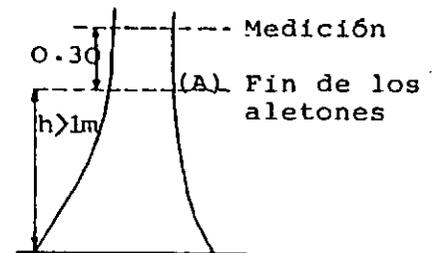
1.3 m medido por la parte superior de la pendiente

Arboles con raíces aéreas mayores de 1 m



Arboles con aletones mayores de 1 m

Para una buena estimación del nivel (A), observar el árbol desde lejos



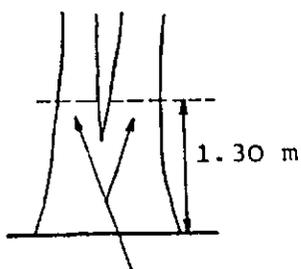
En general, h es menor de 6 m

DIAMETRO DE REFERENCIA (continuación...)

Arboles bifurcados

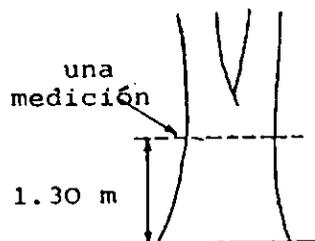
Inicio de la bifurcación

Debajo de 1.3 m



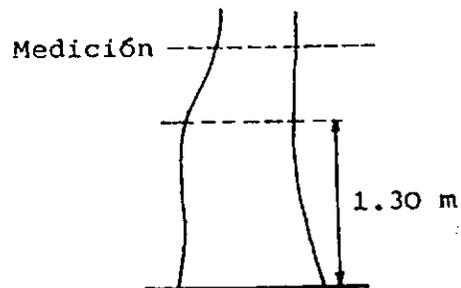
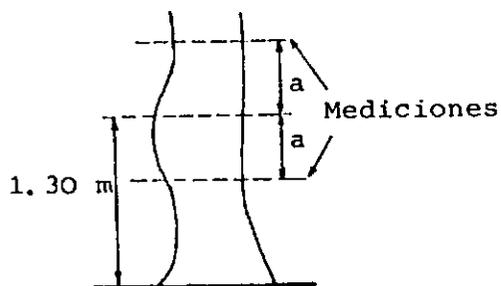
Dos mediciones  
Se considera como  
dos árboles

Arriba de 1.3 m



Anomalías a 1.3 m (nudos, abultamientos, deformaciones...)

Las mediciones tienen que hacerse fuera de la parte deformada.  
Si es posible, hacer 2 mediciones a igual distancia del nivel 1.3 m y tomar el promedio.  
A veces sólo será posible hacer una medición



Fuente: Caillez (1980)

### 2.2.2.8.- Cómo medir el diámetro ?

El diámetro de los árboles se considera la variable más fácil de medir ya que se mide directamente utilizando para ello, forcípulas o calibres forestales graduados en mm.

Las forcípulas son usadas generalmente para medir diámetros menores a 65 cm y construídas de aluminio, hierro o madera, presentando las características de peso, dureza y resistencia a la interperie inherente al material. Las características desables de una forcípula son:

- Material duro y liviano
- A prueba de la interperie
- de fácil limpieza
- de fácil lectura y operación

Una forcípula simple, consta de una regla graduada, un brazo fijo y un brazo móvil que se puede desplazar sobre la regla.

En la construcción de una forcípula se debe observar los siguientes requisitos técnicos:

- La regla graduada debe ser perfectamente y escuadrada con el brazo fijo.
- El brazo móvil, en su movimiento debe permanecer siempre paralelo al brazo fijo, o sea perpendicular a la regla graduada.
- Los dos brazos y la regla deben estar siempre en un mismo plano, o sea la regla debe ser bien recta y no experimentar torsión alguna por el esfuerzo con las manos que se pueda producir por efecto de la misma forcípula o por descuido del operador.

Según Cailliez al medir el diámetro con una forcípula común se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones de uso:

- Prefiera las forcípulas metálicas a las de madera, por su mayor estabilidad climática y facilidad de limpieza.
- Sostengala horizontalmente al medir.
- No presione los brazos en exceso contra el árbol, sobre todo en las especies de corteza blanda.
- Tome al menos una medición, sin elegir la dirección y para lograr una mayor precisión hacer una segunda medición perpendicular a la primera y tomar el promedio geométrico.
- Efectue las mediciones con la máxima precisión permitida por la graduación (En general al cm más cercano, si es posible al mm).

### 2.2.2.9.- Principales errores a evitar en la medición en la del diámetro

Cuando se usa la forcípula o cualquier otro instrumento para medir el diámetro, se pueden cometer errores sistemáticos por defecto del instrumento o por inhabilidad del observador.

La principal fuente de error en la medición de los diámetros es la falta de paralelismo entre los brazos de la forcípula, común en forcípulas hechas de madera o metálicas desgastadas. Este

error solamente puede ser corregido si se hace una corrección o ajuste del brazo móvil, que es el que se desgasta y desajusta.

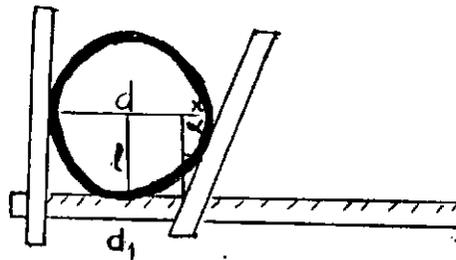
La figura 3 describe la medición del diámetro con una forcípula desajustada y permite observar la magnitud del error cometido. Considerando el diámetro real del árbol como  $d$  y  $d_1$  el diámetro registrado en la forcípula, se nota que la diferencia entre los dos se expresa por  $l \cdot \text{tg } \alpha$ , de acuerdo a la demostración siguiente:

$$\text{tg } \alpha = \frac{x}{l} \implies x = l \cdot \text{tg } \alpha$$

$$d = d_1 + x = d_1 + l \cdot \text{tg } \alpha$$

$$l \cdot \text{tg } \alpha = d - d_1$$

Figura 3.- Error en la medición del diámetro por forcípula desajustada



expresando el error en porcentaje, tenemos:

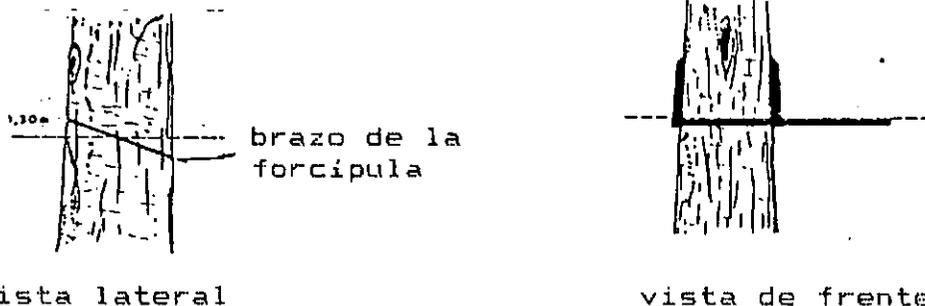
$$p = \frac{d - d_1}{d} \cdot 100 = \frac{l \cdot \text{tg } \alpha}{d} \cdot 100$$

Según Loetsch et al., los principales errores en la medición de los diámetros son debidos (a) a la inclinación de la forcípula y (b) por no respetar la altura de medición correcta.

La inclinación de la forcípula puede ocurrir en dos planos:

a1.- La regla graduada de la forcípula contacta con el árbol en el punto correcto a 1,30 m, pero los brazos de la forcípula están desviados de la horizontal, de acuerdo a la figura 4.

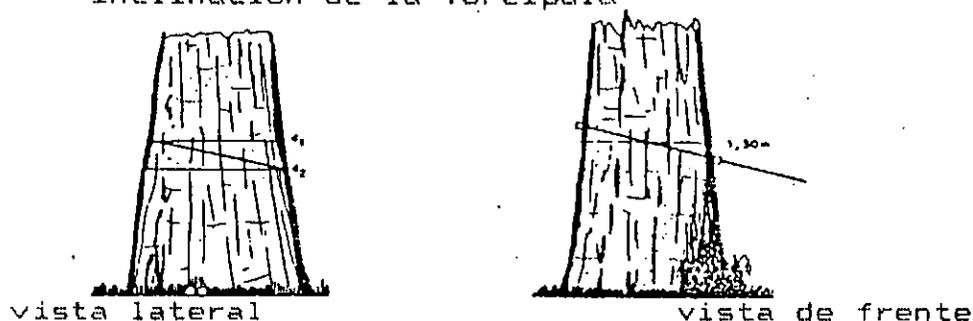
Figura 4.- Medición incorrecta del diámetro debido a la inclinación de la forcípula



Fuente: Finger (1992)

a2.- La regla graduada esta apoyada en el punto correcto a 1,30 m, sin embargo esta inclinada, de manera que un brazo de la forcípula este abajo y otro arriba de los 1,30 m, la figura 5 ilustra esta situación.

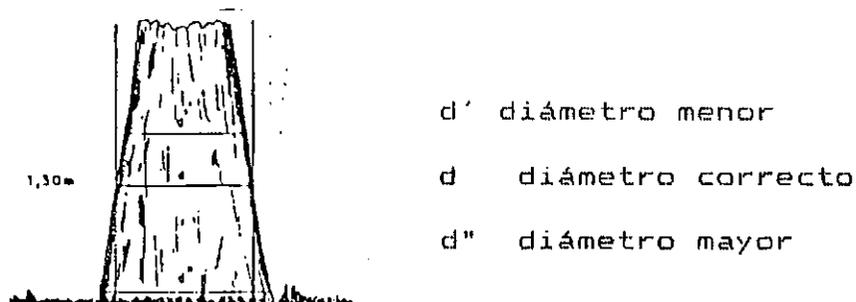
Figura 5.- Medición incorrecta del diámetro debido a la inclinación de la forcípula



Fuente: Finger (1992)

b.- El error causado por no respetar la altura de medición a 1,30 m, generalmente es provocado por la fatiga del operador de la forcípula y es más común que ocurra al final de la jornada de trabajo. La figura 6 ilustra esta situación.

Figura 6.- Errores en la medición del diámetro por altura incorrecta



Fuente: Finger (1992)

#### 2.2.2.10.- Sistema de codificación

El sistema de codificación para los árboles a adoptarse, tendrá tres códigos, el primero correspondiente al estado sanitario, el segundo a la forma del fuste y el tercero estará reservado a situaciones no previstas, quedando la creación a cargo del jefe del equipo, registrando su significado en observaciones. Los códigos previstos para estado sanitario y forma del fuste se presentan en los cuadros 4 y 5.

#### 2.2.2.11.- Medición de la altura de árboles

Así como el diámetro, la altura es otra característica importante del árbol, que puede determinarse por medición directa, indirecta o estimación.

Cuadro 4.- Códigos de estado sanitario

Códigos	Estado Sanitario
S	Sano
E	Enfermo
M	Muerto en pié
F	Putrefacto
C	Caído por el viento
D	Descopado (falta ápice)
d	Descopado parcial
Q	Quemado

Cuadro 5.- Códigos de forma del fuste

Códigos	Forma del fuste
R	Recto
T	Tortuoso
I	Inclinado
B	Bifurcado a más de 1,30 m
b	Bifurcado a menos de 1,30 m

La medida de la altura del árbol sirve para determinar el volumen y los incrementos en altura y volumen. Además la altura media de los árboles dominantes es una medida bastante usada como indicadora de la capacidad productiva de los sitios.

2.2.2.12.- Qué tipos de altura se pueden considerar ?

Los siguientes son los tipos más comunes:

- La altura total es la distancia en línea recta entre la base y el ápice del árbol.
- Altura de fuste es la distancia desde el nivel del suelo hasta la base de la copa.
- Altura o longitud de la copa es la diferencia entre la altura total y la altura de fuste.

- Altura comercial es la distancia a lo largo del eje del árbol, entre el nivel del suelo y la porción superior aprovechable del tronco. Esta porción superior esta determinada por una bifurcación, gajos de gran tamaño, tortuosidad, forma irregular, defectos o por un diámetro mínimo utilizable.

El diámetro mínimo utilizable varía de acuerdo al uso de la madera, de las condiciones de mercado y con el tipo de equipos que se dispone en la industria.

- Altura de tocón es la distancia entre la superficie del suelo y la parte superior de la porción del fuste dejada en el campo después del corte del árbol.

- También suelen usarse en este sentido, los siguientes conceptos:
- Longitud comercial es la distancia a lo largo del eje del árbol entre el extremo superior del tocón y el extremo de la última porción aprovechable.
  - Longitud de defectos es la suma de las longitudes de las porciones que no pueden ser usadas debido a defectos.
  - Longitud comercial líquida es igual a la diferencia entre la longitud comercial y la longitud de defectos.
  - Longitud de la copa es la diferencia entre la altura total y la altura de fuste o bien la longitud a lo largo del eje del fuste entre el punto de incursión y el extremo superior de la copa.

### 2.2.2.13.- Cómo se mide la altura ?

Las mediciones de la altura son más laboriosas y delicadas que las mediciones de diámetro. A veces incluso muy difíciles de realizar por falta de visibilidad.

En los casos de los árboles bifurcados, se considera una sola altura total si la bifurcación se produce arriba de 1,30 m y se consideran varias alturas si la bifurcación se produce abajo de 1,30 m.

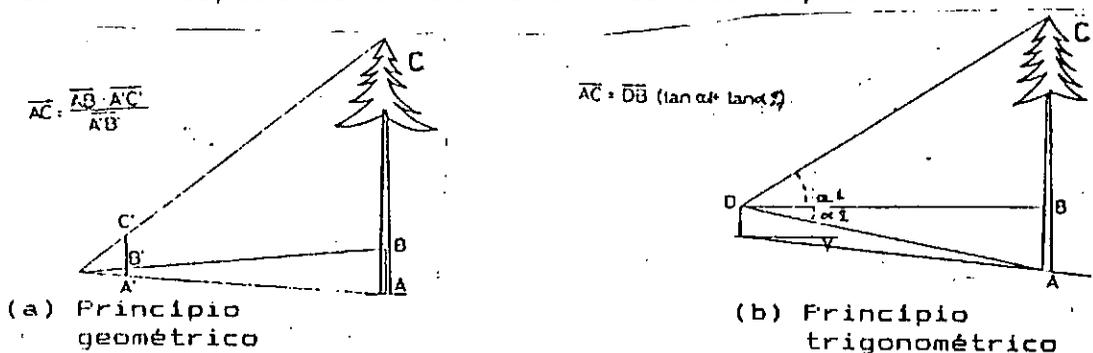
La altura de los árboles se puede medir de forma directa empleando varas telescópicas en árboles de hasta 10 m, en forma indirecta empleando instrumentos específicos llamados hipsómetros o pueden ser estimadas a través de relaciones hipsométricas; siendo más comunes en el inventario las dos últimas situaciones.

Los hipsómetros (hipso= altura, metro = medidor) deben reunir los siguientes requisitos:

- fácil y rápida manipulación
- gran precisión
- bajo costo
- larga duración

Los hipsómetros pueden ser construidos a partir de principios geométricos y trigonométricos, los cuales son ilustrados en la figura 8.

Figura 8.- Principios de construcción de los hipsómetros



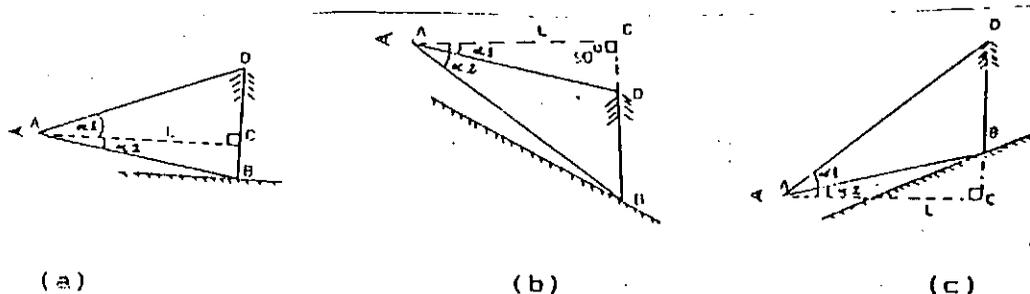
Fuente: Friedl (1988)

Los hipsómetros basados en principios trigonométricos son relativamente los más usados, costosos y exactos.

Cuando se mide la altura con estos instrumentos es necesario realizar dos lecturas, una observando el ápice del árbol (L1) y otra

la base del mismo (L2), desde una distancia horizontal conocida. En lo que se refiere a la posición relativa del observador con respecto al árbol pueden ocurrir en la práctica los tres casos ilustrados en la figura 9.

Figura 9.- Posiciones relativas del observador y el árbol en las mediciones con hipsómetros



Fuente: Friedl (1988)

En el caso (a), el nivel del ojo del observador está en una posición intermedia entre la base y el ápice del árbol, en el caso (b) el nivel del ojo del observador se encuentra arriba de del ápice del árbol mientras que en el caso (c) el nivel del ojo del observador se encuentra abajo de la base del árbol.

Siendo L la distancia horizontal del observador al árbol, según la figura 9 se verifica que:

$$\text{tang}(\alpha_1) = \frac{CD}{L} \implies CD = L \cdot \text{tang}(\alpha_1)$$

y

$$\text{tang}(\alpha_2) = \frac{BC}{L} \implies BC = L \cdot \text{tang}(\alpha_2)$$

Haciendo  $h = BD$ , tenemos respectivamente:

$$(a) \quad h = BD = CD + BC = L \cdot \text{tang}(\alpha_1) + L \cdot \text{tang}(\alpha_2)$$

$$(b) \quad h = BD = BC - CD = L \cdot \text{tang}(\alpha_2) - L \cdot \text{tang}(\alpha_1)$$

$$(c) \quad h = BD = CD - BC = L \cdot \text{tang}(\alpha_1) - L \cdot \text{tang}(\alpha_2)$$

Observando la figura 9 se nota que son posibles lecturas con ángulos positivos, negativos o ambos, de manera que se plantean las siguientes reglas prácticas.

caso	lectura superior	lectura inferior	altura h
(a)	+	-	$L_1 + L_2$
(b)	-	-	$L_2 - L_1$
(c)	+	+	$L_1 - L_2$

Aún dentro de este tipo de instrumentos debemos diferenciar entre los hipsómetros que están contruidos para valores de L fijos de manera que las lecturas se hacen directamente en metros, los más conocidos podemos son la pistola Haga, el Blume Leiss, el hipsómetro Suunto ilustrados en la figura 10.

Los cuales tienen la ventaja de permitir la lectura directa de la altura y la desventaja de exigir trabajar desde distancias fijas, desde las cuales resulta a veces difícil observar la base y el ápice del árbol.

Mientras que los clinómetros que son instrumentos para medir pendientes en porcentaje, de manera que se debe calcular posteriormente la altura a través de la siguiente fórmula:

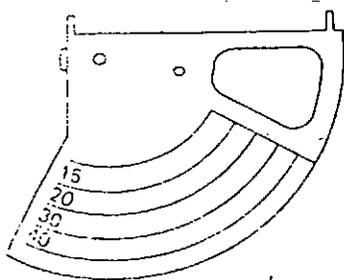
$$h = L/100 \cdot (L_1 \pm L_2)$$

Los más conocidos son el clinómetro Suunto y el nivel Abney; también ilustrados en la figura 10, presentan la deventaja de no permitir la lectura directa de la altura y la ventaja de que es el observador quien puede elegir a su criterio la distancia al árbol, la cual debe por supuesto ser medida y registrada, conjuntamente a las lecturas de pendientes para un cálculo posterior de la altura.

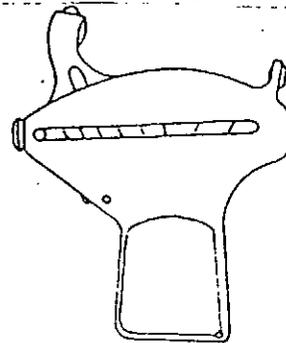
Para medir la altura de un árbol, luego de haberlo seleccionado se debe hacer una estimación ocular de su altura, observar una dirección desde la cual se podría observar con facilidad su base y su ápice.

Para determinar la distancia desde donde se hace la medición, se recomienda que la misma sea como mínimo igual a la altura del árbol.

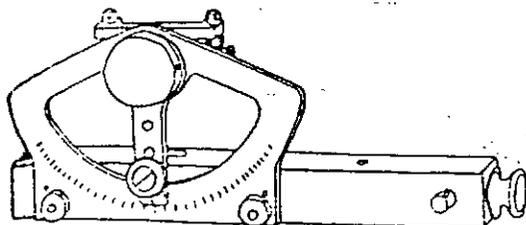
Figura 10.- Hipsómetros y clinómetros trigonométricos



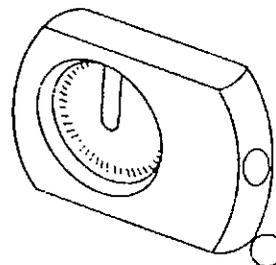
Blume-Leiss



Pistola Haga



Nivel de Abney



Suunto

Una vez que el observador se encuentra en la dirección y a la distancia apropiada, efectúa ambas lecturas con el instrumento y determina la altura por suma y diferencia de las mismas, según los casos descritos.

Es importante tener en cuenta que en mediciones indirectas de las alturas no es posible obtener resultados exactos, sea por la naturaleza de los instrumentos, por las condiciones de las plantaciones o incluso por efecto del viento, que hacen difícil observar los árboles con nitidez a partir de un mismo punto.

Los hipsómetros permiten mediciones con errores de 1 a 2 %, otros autores hablan de errores entre 0,30 y 0,60 m, en las mejores condiciones de trabajo.

#### 2.2.2.14.- Principales errores en la medición de alturas

En la medición de las alturas ocurren tres tipos de errores, difíciles de separar en la práctica debido a que sus causas actúan simultáneamente:

- a.- Errores relacionados al objeto a ser medido
- b.- Errores causados por la inclinación del árbol
- c.- Errores causados por la forma de la copa
- d.- Errores relacionados con el instrumento, con el observador

##### a.- Errores relacionados al objeto a ser medido

La altura solo puede ser bien definida si se observa desde un mismo punto, el ápice y la base del árbol.

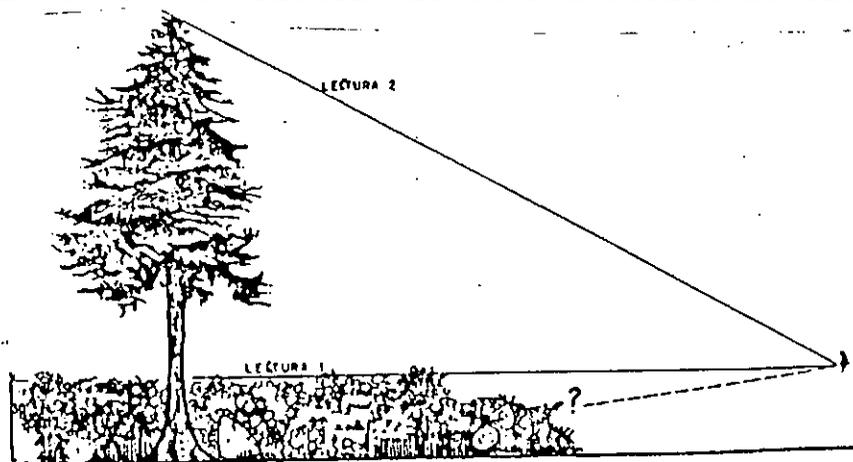
En las latifoliadas debido a la convexidad de su copa, las alturas son generalmente sobreestimadas.

Muchas incertezas en la medición son causadas por la densidad de la plantación, pues la misma dificulta muchas veces la visión del punto de medición.

El sotobosque puede provocar la disminución de la luminosidad dificultando también la visión de la base del árbol.

En estos casos se puede usar el artificio de observar el árbol a una altura conocida, por ejemplo 1,30 m y después sumar dicho valor a la altura medida.

Figura 11.- Error en la medición de altura debido al sotobosque



Fuente: Finger (1992)

## b.- Errores causados por la inclinación del árbol

En los casos en que el árbol esta siendo medido inclinado en la dirección del observador o en sentido contrario, su altura será sobreestimada y subestimada respectivamente.

Una de las maneras de determinar la altura de un árbol inclinado es medir el ángulo de inclinación  $\phi$  y multiplicar la altura medida por la secante del ángulo, de acuerdo a la figura 12.

Para minimizar el error en la altura debido a la inclinación del árbol, efectuando la medición de modo que la línea de observación sea perpendicular al plano vertical que contiene al árbol, de manera que el árbol aparezca inclinado a la izquierda o la derecha del observador.

Figura 12.- Corrección de la altura de los árboles inclinados



Fuente: Finger (1992)

donde:

$$\sec \phi = \frac{h}{B} \implies h = B (\sec \phi) = B \sqrt{\frac{(\text{tag } \phi \%)^2}{100} + 1}$$

## c.- Errores causados por la forma de la copa

En general las latifoliadas dificultan la determinación del punto extremo superior del árbol, provocando sobreestimaciones de la altura.

En la figura 13, se verifica que debido a la forma de la copa, ocurre una sobreestimación de la altura cuando el observador está en la posición A, se nota también que a medida que el observador se aleja del árbol este error va disminuyendo ya que logra una mejor visión del punto correcto para la medición de la altura, hasta llegar a la posición B, donde medirá correctamente.

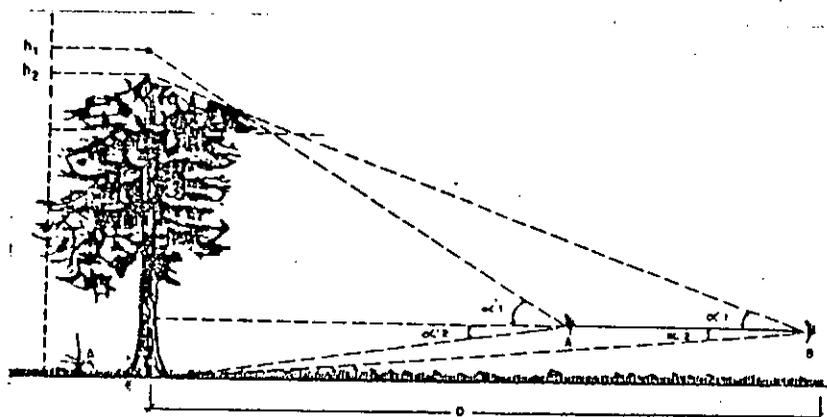
## d.- Errores relacionados con el instrumento, con el observador

Estos comprenden todos los errores causados por el mal funcionamiento de los instrumentos. Por ejemplo, en el Blume Leiss puede ocurrir que con el uso prolongado, se gasta en el punto de inserción del péndulo y este queda descentrado, y en consecuencia raspa en las escalas, dejando de tener libre movimiento.

Los errores relacionados al observador son aquellos ocasionados por la consideración de un punto incorrecto en la medición donde ocurre una mala visualización de la copa o de la base del árbol,

por la falta de firmeza en las manos o por un deficiente entrenamiento del operador, etc.

Figura 13.- Errores causados por la forma de la copa



Fuente: Finger (1992)

2.2.2.15.- Cómo se determinarán los árboles cuyas alturas se va a medir ?

Las alturas se medirán posteriormente a la culminación de la medición de los diámetros de todos los árboles de la parcela. Inicialmente se indicarán en la planilla los árboles cuyas alturas serán medidas.

Para ello se indicarán primero tantos árboles dominantes como el entero más próximo del tamaño de la parcela en  $m^2$  dividido 100, esta manera de trabajar es coherente con la definición de árboles dominantes como aquellos 100 de mayor diámetro por hectárea. Luego se dividirá el rango de los diámetros, diferencia entre el mayor y el menor valor en diez clases, buscando con luego 1 árbol en cada una de las 9 inferiores, suponiendo que en la décima ya se ha medido varios árboles considerados como dominantes.

Dichos 9 árboles serán ubicados por su diámetro, señalados en la planilla y luego localizados y medidos uno a uno en la parcela a través del número escrito con tiza.

La medición de la altura la realizarán los dos técnicos medidores, ubicándose uno en la base del árbol para sostener la cinta y el otro a una distancia un poco mayor a la altura estimada del árbol desde donde efectuará ambas lecturas, el jefe de equipo registrará dichas alturas en las columnas y de acuerdo al número del árbol correspondiente.

Concluida esta operación, concluye el tiempo de medición de la parcela, el cual se registra en la planilla.

Posteriormente el equipo debe proceder a la localización, apeo, trozado y medición de tres árboles en las inmediaciones a la parcela.

Terminada esta tarea, se retorna al punto de acceso a la parcela donde se graba en la chapa metálica el rumbo en grados y la distancia hasta el centro de la parcela y se retorna al vehículo, cargando todo el equipamiento de campo y registrando el tiempo total de trabajo de la parcela.

Comenzando al arrancar el vehículo el tiempo correspondiente a una nueva parcela.

### 2.2.3.- Manual de Localización, instalación y medición de las parcelas temporarias

En el caso de las parcelas temporarias se procederá de la misma manera que en las parcelas permanentes, excepto en los siguientes aspectos:

- No se colocará una estaca de acceso a la parcela, ni se pintarán los dos árboles más cercanos
- No se colocará estaca fija en el centro de la parcela.
- No se enumerarán los árboles con chapitas, sino solamente con tiza.
- No se realizará la determinación de coordenadas polares de los árboles respecto al centro de la parcela

### 2.2.4.- Manual para la localización, apeo, desrame, medición y corte de discos en árboles para construcción de tablas de volúmenes y clasificación de sitio

#### 2.2.4.1.- Determinación de los árboles a apear

Trabajando en cada género botánico por separado y en cada uno de los 7 estratos departamentales o de grupo de departamentos, inicialmente se considerarán los estratos de mayor y menor edad respectivamente.

En las parcelas correspondientes a cada uno de los estratos citados, luego de concluir la medición de cada parcela, se seleccionarán 3 árboles que respondan a las siguientes dimensiones:

- 1.- promedio de diámetros de árboles dominantes
- 2.- diámetro medio aritmético
- 3.- promedio de diámetros de árboles dominados o sea,

$$d < \bar{d} - 2s$$

donde:

$d$  = diámetro de referencia

$\bar{d}$  = diámetro medio aritmético

$s$  = desvío estandar de los diámetros de la parcela

Luego de definidas esas dimensiones se tratará de hallar árboles lo más próximos de esas dimensiones en las inmediaciones de la parcela.

Dichos árboles permitirán definir el espacio muestral bidimensional altura-diámetro, propio de cada especie y estrato departamental.

Posteriormente se trabajará aproximadamente de la misma manera en el resto de las edades, dirigiendo el muestreo cuando necesario a efectos de cubrir en la medida de lo posible, todo el espacio muestral con igual cantidad de árboles, esto asegura luego igual precisión de las funciones de volúmenes ajustadas en todas las clases de tamaño.

La muestra mínima por especie será de 60 árboles uniformemente distribuidos.

#### 2.2.4.2.- Apeo, desrame, trozado y medición de los árboles

Previa limpieza de la base del árbol seleccionado por parte de los auxiliares macheteros, se marcará en el árbol en pie, la altura de referencia 1,3 m.

El auxiliar motosierrista procederá entonces aplicando técnicas de apeo dirigido a derribar el árbol, manteniendo siempre todas las normas de seguridad en dicha operación y dejando un tocón de solamente 10 cm. de altura.

Una vez apeado el árbol, los 3 auxiliares en conjunto procederán al desrame del árbol.

Una vez concluida esa labor los técnicos medidores procederán a medir con cinta la longitud total del fuste apeado, la que sumada a la altura del tocón constituye la medición directa de la altura del árbol.

Posteriormente marcarán el fuste con tiza a las alturas de 0,3; 0,7; 1,3; 2 metros y luego de 2 en 2 metros hasta el ápice del árbol.

En dichas marcas se trozará luego el fuste con motosierra y se medirán con forcípulas los diámetros con y sin corteza en el extremo inferior de cada sección en planillas previamente diseñadas, registrándose dichos valores en mm.

#### 2.2.4.3.- Corte de discos para análisis de tronco

En los árboles dominantes de cada parcela, se cortará cuidadosamente en la parte inferior de cada una de las secciones obtenidas por trozado del fuste, un disco transversal de 5 cm de espesor, los cuales serán enumerados con crayón en la cara superior.

#### 2.2.4.4.- Transporte y tratamiento de los discos

Después de efectuado el corte, los discos serán transportados inmediatamente hasta el lugar donde se encuentra el vehículo por los auxiliares macheteros y técnicos e medición, en bolsas de arpillera bien ventiladas, mediante un carrito de dos ruedas construido al efecto.

Una demora en el transporte puede ocasionar daños considerables a los discos, debido al ataque de hongos, facilitado por la humedad existente en los propios discos.

Al regresar del campo cada día, se tratarán los discos con un baño antifúngico, en un producto no tóxico previamente preparado en tambor de 200 litros metálico o plástico.

#### 2.2.4.5.- Secado y lijado de los discos

Después del baño antifúngico, los discos deben ser dispuestos convenientemente separados, verticalmente con la corteza en contacto con el piso, en un galpón bien ventilado y a la sombra, de manera que el frente y el dorso no estén en contacto con otra superficie ni aún con otro disco.

En esa posición se mantiene hasta que se encuentren bien secos,

si los discos tienen humedad excesiva esta afectará el lijado al impregnar la lija con resina y otras sustancia y si están demasiado secos se rajan al ser lijados. El lijado se realiza para facilitar la identificación de los anillos y las correspondientes mediciones.

#### 2.2.4.6.- Medición de los discos

Después que los discos hayan sido preparados, se procede a marcar sobre cada uno de ellos los radios sobre los cuales se efectuarán las mediciones de los crecimientos pasados.

Se marcarán 4 radios perpendiculares entre sí, para la localización de los cuales, se determinará inicialmente el radio mayor a partir del anillo más externo, girando luego 45 ° a partir de ese punto se marcarán los 4 radios perpendiculares.

Sobre dichos radios se identificarán inicialmente los anillos, midiendo luego las distancias de cada anillo al centro de la médula desde afuera hacia adentro, en cada uno de los 4 radios, registrando los datos en mm.

Los datos serán registrados en formularios pro-forma diseñados al efecto.

La medición de los discos estará a cargo de los técnicos medidores, ayudados y supervisados por el jefe del equipo de campo.

Los discos serán entregados conjuntamente a las planillas de datos al Coordinador del Inventario Propiamente dicho, quien las depositará en lugar seguro y seco hasta que se haya realizado la grabación y verificación de los datos.

#### 2.2.5.- Lista de elementos a llevar al campo

La lista del cuadro 6, se explicita a los efectos de facilitar el control de los elementos antes de partir y al regresar de cada salida diaria para mantenerlos y que el equipo de trabajo cuente con lo necesario para realizar las tareas de campo.

#### Cuadro 6.- Lista de elementos a llevar al campo

- 1 anotador
- planillas para registro de datos de parcelas y árboles
- portaminas, gomas y minas de repuesto
- escalímetro
- transportador
- brújula
- hipsómetro (Pistola Haga)
- Cinta de 30 m
- 2 forcípulas
- tizas y crayones
- chapitas para enumerar árboles en parcelas permanentes
- 2 machetes
- 1 mazo de 3 kg para clavar estacas en el suelo
- 1 martillo chico
- clavos de una pulgada
- estacas de madera
- chapas metálicas grabadas
- pintura sintética blanca

pincel  
tinner  
camara fotografica  
1 motosierra  
bidón de combustible  
lima de afilado  
cadenas y piñones de repuesto  
juego de llaves de la motosierra  
bolsas de arpillera para transportar discos  
1 carrito para transporte de discos

Se debe contemplar la necesidad de dotar a los equipos de bidones o termos para agua, repelentes en crema contra insectos, botiquines para primeros auxilios y suero antiofidico.

### 3.- REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE Y HARDWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DEL RELEVAMIENTO E INSTALACION DEL SISTEMA PROVINCIAL DE INFORMACION FORESTAL

Los requerimientos informáticos serán presentados de acuerdo a las distintas áreas en que se ha dividido el trabajo, a saber:

- Quinto Censo Forestal Provincial
- Relevamiento satelital
- Inventario propiamente dicho
- Sistema provincial de información forestal
- Area administrativa

#### 3.1.- Requerimientos informáticos del Quinto Censo Forestal Provincial

En el procesamiento de los datos del censo, se emplearán 2 máquinas existentes en el centro de cómputos del Ministerio de Ecología, pero a efectos del procesamiento de las aproximadamente 50.000 planillas de datos que se van a producir, es necesario comprar 3 equipos de computación con las siguientes características técnicas:

3 equipos de computación AT 386 - 4 MB de memoria RAM  
Teclado expandido  
Monitor monocromático fosforo blanco  
2 Disqueteras 1,2 MB y 1,44 MB  
Disco rígido de 80 MB  
Impresora de 132 columnas  
Insumos informáticos

En cuanto a software es necesario el desarrollo del sistema de procesamiento de datos del censo, o sea un conjunto de programas que permita el grabado, la edición, corrección, altas y bajas de registros, así como el cálculo, la presentación en pantalla, impresión y grabación de diversos cuadros y gráficos de resultados del censo por municipio, departamentos y totales para toda la provincial.

Los registros de los archivos corresponderán a los lotes catas-

trales los cuales serán identificados tanto por codificación catastral propia de la Dirección de Catastro como por codificación censal propio de la Dirección de Estadísticas y Censo de la Provincia.

### 3.2.- Requerimientos informáticos del relevamiento satelital

#### Equipamientos

- 1 Computadora - AT-486 60 Mhz con 4 Mb de Memoria RAM
  - 64 MB Memoria Cache
  - Monitor Color Super VGA
  - Coprocesador Matemático
  - Disquetera de 1,2 y 1,44 MB
  - Disco rígido de 720 MB
  - Teclado extendido
  - Tarjeta gráfica VGA de 1024 x 768 256 colores
  - Lectora de Cintas de imágenes satelitales Compatibles (CCT)
  - Impresora a chorro de tinta

#### Insumos

- 4 Imágenes satelitales LANDSAT TM (escenas completas) en formato 8 mm
- 40 Imágenes SPOT formato 8 mm
- Papeles para impresión de imágenes procesadas en la impresora a chorro de tinta
- Insumos de computación (cintas para back-up de imágenes, disquetes, cintas de impresora matricial, papelería)

#### Software

- 1 Sistema para procesamiento de imágenes satelitales
- 1 Sistema de información geográfica
- 1 sistema gestor de bases de datos

#### Servicios

Scanerización y vectorización de cartografía catastral actualizada, mapas topográficos, red caminera, red hidrográfica de toda la provincia

### 3.3.- Requerimientos informáticos del inventario propiamente dicho

Como equipamientos se emplearán los mismos tres equipos comprados para el procesamiento de los datos del censo que ya habrán sido utilizados.

En cuanto a requerimientos de software, será necesaria la compra de un paquete estadístico, para el procesamiento de diversas regresiones en la construcción de tablas de volúmenes, curvas de índice de sitios y funciones de producción.

Será necesario desarrollar un programa de análisis de troncos, para la grabación, verificación, corrección y procesamiento de los datos de los discos de madera.

Asimismo se deberá desarrollar un sistema de inventario forestal que permita grabar, editar, corregir, imprimir, procesar datos y resultados del inventario forestal. Suministrando resultados tabulares y gráficos por unidad de superficie, a nivel estrato departamental y totales de toda la provincia por genero y edad.

### 3.4.- Requerimientos informáticos del sistema provincial de información forestal

En cuanto a equipamiento se prevee la instalación de una red de computación con estructura en forma de estrella que tenga un server central en la sede del Ministerio en Posadas y nodos en cada una de los 8 centros operativos en el interior.

Interconectados directamente a través de línea telefónica vía placas modem-fax o indirectamente a través de disquetes.

O sea los requerimientos son para actuar como server en la sede del Ministerio en Posadas:

1. Computadora AT-486 60 Mhz con 4 Mb de Memoria RAM  
64 MB Memoria Cache  
Monitor Color Super VGA  
Coprocesador Matemático  
Disquetera de 1,2 y 1,44 MB  
Disco rígido de 720 MB  
Teclado extendido  
Impresora de 132 columnas  
Placa Modem-Fax

y 8 nodos en los centros operativos del interior de la provincia:

3 equipos de computación AT 386 - 4 MB de memoria RAM  
Teclado expandido  
Monitor monocromático fosforo blanco  
2 Disqueteras 1,2 MB y 1,44 MB  
Disco rígido de 80 MB  
Impresora de 132 columnas  
Placa Modem-Fax

#### Software

El funcionamiento de la red propuesta requiere la compra de software de red tipo que permite la interconexión de equipos a distancia y que debe incluir los programas que permitan la comunicación a distancia a través de la línea telefónica vía placa modem-fax.

El desarrollo del sistema provincial de información forestal, requiere de cuatro subsistemas.

Uno complementación de bases de superficie y existencias que deberá permitir asociar además la información por unidad de superficie obtenida en el inventario con las superficies forestadas obtenidas a través del censo y del relevamiento satelital.

Otro de actualización periódica de superficies y existencias de acuerdo a información registrada en los centros operativos.  
Otro de pronóstico de la producción a largo plazo que funcione en base a las superficies actuales por clase de edad, las tablas de producción provinciales y regímenes de manejo preestablecidos.  
Por último uno de consulta y transferencia de información a distancia que permita la interconexión permanente entre los centros operativos y la central en Posadas.

### 3.5.- Área coordinación y administración

Para uso específico de toda el área de coordinación general, asesoría externa y coordinaciones se prevee la compra de 1 máquina con las siguientes características:

- 1 equipo de computación AT 386 - 4 MB de memoria RAM
- Teclado expandido
- Monitor monocromático fosforo blanco
- 2 Disqueteras 1,2 MB y 1,44 MB
- Disco rígido de 80 MB
- Impresora de 132 columnas
- Placa Modem-Fax

El software específico para esta área consiste en un sistema contable y otro de gestión de proyectos.

Además se requerirán paquetes generales como un procesador de texto y una planilla de cálculo.

### 4.- DEFINICION DE LA METODOLOGIA DE ACTUALIZACION DE LA INFORMACION Y PERIODOS DE REMEDICION

En virtud de los costos globales de la obtención de la información, se propone el funcionamiento permanente del sistema de información forestal provincial y los siguientes plazos de realización de las etapas:

- Censos e inventario propiamente dicho cada 5 años
- Relevamiento satelital cada 2 años y medio
- Actualización anual de superficies y existencias
- Pronóstico anual de la producción a largo plazo

El censo, el inventario propiamente dicho y el relevamiento satelital se realizarán en principio con una metodología similar a la propuesta, excepto todos los ajustes que a partir de la experiencia acumulada se pueda incorporar oportunamente, a efectos de lograr mayor precisión a menor costo.

La actuación anual de superficies se realizará sumando la superficie de nuevas plantaciones a partir de información de los sistemas nacional y provincial de incentivo a las forestaciones, informaciones sobre plantaciones propias de las mayores empresas y solicitudes de rozados para efectuar nuevas plantaciones disponible en los centros regionales del Ministerio.

La cantidad de plantas vendidas por los viveros forestales de la provincia es otra vía indirecta de conocer la superficie forestada anualmente.

Las disminuciones de superficies debidas a talas rasas se obtendrán a partir de registros del Ministerio de Ecología.

La actualización anual de existencias o volúmenes se realizará sumando los crecimientos anuales según especie, edad etc. obtenidas de las tablas de producción y restando los volúmenes correspondientes a raleos de cuyas intensidades se disponen en centros operativos del Ministerio.

Los registros de producción industrial servirá como vía indirecta para controlar dicha información.

Una vez actualizados los datos de superficies y existencias se procederá a realizar una nueva prognosis a largo plazo utilizando las tablas de producción provinciales por especie, según regímenes de manejo preestablecidos.

#### Bibliografía Consultada

Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Estudio FAO: Montes 22/2. Roma. 119 pag. + apéndices.

Avila, R. E.; Del Valle, P.; Reboratti, H. J. B. 1984. Determinación del tamaño óptimo de unidades de muestreo en forestaciones de *Eucalyptus grandis* y *Pinus elliottii*. En: III Jornadas Técnicas sobre bosques implantados (silvicultura). Actas. Tomo I. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. pag. 416-423.

Caillez, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del crecimiento. Vol. 1 Estimación del volumen. Roma. Estudio FAO: Montes 22/1. 92 pag.

Clutter, J. L.; Fortson, J. C.; Pienaar, L. V.; Brister, G. H.; Bailey, R. L. 1983. Timber Management: A quantitative Approach. New York. John Wiley & Sons. 333 pag.

Finger, C. A. G. 1992. Fundamentos de Biometría Forestal. CEPEF-FATEC Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 269 pag.

Freese, F. 1969. Muestreo Forestal Elemental. 1ra Edición en español. Boletín de Agricultura 232. Mexico-Buenos Aires. Centro de Ayuda Técnica (AID). 95 pag.

Friedl, R. A. 1988. Dasometría, I Parte. Eldorado. Secretaría de Impresiones, C.E.F.E "A. Roth". Serie Didáctica Nº 1. 120 pag.

Friedl, R. A.; Maiocco, D. C.; Grance, L. A.; Costas, R. A.; Palavecino, J. A. 1991. Instalación de parcelas permanentes en plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. VI Jornadas Técnicas Inventarios - Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Actas. Eldorado. 9 - 12 mayo de 1991. pag. 119 - 133.

Friedl, R. A.; Costas, R. A.; Maiocco, D. C.; Grance, L. A.; Palavecino, J. A. 1991. Construcción de tablas de volúmenes estándares para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. VI Jornadas Técnicas Inventarios - Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Actas. Eldorado. 9 - 12 mayo de 1991. pag. 57 - 68.

Friedl, R. A. 1993. Estudio: Relevamiento Forestal de la Provin-

cia de Misiones Primera Etapa Montes Implantados. Informe de Avance. Consejo Federal de Inversiones. 31 pag.

Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF). 1987. Inventário Florestal das Florestas Nacionais. Manual de Campo. Curitiba. 15 pag.

Hush, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. 1982. Forest Mensuration. 3ra. ed. New York. The Ronald Press. 402 pag.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado do Paraná, Sociedade Latinoamericana de Especialistas en Sensoriamento Remoto, Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, 10-14 mayo de 1993. Anais. 4 tomos.

Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. 1991. VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Actas. 377 pag.

Kohl, M.; Pelz, D. R. 1991. Forest Inventories in Europe with Special Reference to Statistical Methods. Birmensdorf. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. 239 pag.

Loetsch, F. & Haller, K. E. 1973. Forest Inventory. Vol. I. 2da. edición. Munchen-Bern-Wien. 436 pag.

Mariot, V.; Ruiz, J. J.; Gotz, I. 1982. Determinación del tamaño de unidad de muestreo en inventarios forestales en bosques implantados. En: Primeras Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Actas. pag. 209-214.

New Zealand Forest Service 1979. Mensuration for management planning of exotics forest plantations. FRI Symposium Nº 20. Rotoroua. 530 pag.

Pelz, D. R.; Cunia, T. 1985. National Forest Inventory in Europe. Freiburg. Univertat Freiburg. 328 pag.

Peters, R. N. ; Mireya Jobet, J.; Sergio Aguilera, A. 1985. Compendio de tablas auxiliares para el manejo de plantaciones de pino insigne. Santiago de Chile. INFOR-CORFO. Manual Nº14. 140 pag.

Pita Carpenter, P. 1971. El inventario en la ordenación de montes. Madrid. Ministerio de Agricultura de España. 225 pag.

Prodan, M. 1965. Holzmesselehre. Frankfurt. Sauerlanders. 644 pag.

Viola, J.; Friedl, R. A. 1991. Estudio del tamaño de parcela en inventarios forestales. En: VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Actas. pag. 1 - 12.