

M A G
P N U D
F A O

FO: DP/NIC/74/002
Documento de Trabajo No. 2

I N V E N T A R I O F O R E S T A L

Por

Michael J. D. Hancock
Experto F A O

Managua, Nicaragua
Abril de 1978

C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
- Mapa de Nicaragua mostrando la ubicación del área del Proyecto. .	i
- Mapa geográfico	ii
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DEL AREA	2
2.1 Delimitación del área	2
2.2 Topografía	2
2.3 Geología y suelos	3
2.4 Clima	3
2.5 Vegetación	3
2.6 Situación socioeconómica	4
2.7 Tenencia de la tierra	5
3. EL INVENTARIO	6
3.1 Diseño	6
3.2 Pre-Inventario	6
3.3 Procedimiento de muestreo	7
3.4 Trabajo de campo	9
3.4.1 Personal y equipo	10
3.4.2 Duración y factores de costo	10
3.4.3 Localización de las parcelas	10
3.4.4 Mediciones y observaciones en las parcelas	11
3.4.5 Verificaciones de campo	12
3.5 Cálculos de volumen	12
3.6 Incremento Corriente Anual (ICA)	14
4. FOTOINTERPRETACION	15
4.1 Método	15
4.2 Cálculos de área	16
5. RESULTADOS	18
5.1 Volúmenes e ICA	18
5.2 Límites de confianza para volumen total	19
5.3 Regeneración	21

	<u>Página</u>
5.4 Índice de sitio	22
5.5 Aprovechamiento	22
6. MAPEO	24
7. OBSERVACIONES	25
7.1 Metodología del inventario	25
7.2 El bosque de pino actual	25

Apéndices

I	Mapa: Area del Proyecto - Distribución de Pino por Especie
II	Datos Meteorológicos - Ocotlán, Año 1977
III	Especies Comunes Asociadas con Pino
IV	Mapa: Localización de Parcelas
V	Hoja de Campo
VI	Tablas: Correcciones para declive (2 hojas)
VII	Curvas: Altura Total en m/DAPsc en cm por cada estrato (4 hojas)
VIII	Tablas de volumen para cada estrato (9 hojas)
IX	Curva grueso de corteza/DAPcc en cm
X	Gráfica: % Volumen Total e Industrial por clases diamétricas (4 hojas)
XI	Curvas: Incremento anual en diámetro en %/DAPsc en cm (4 hojas)
XII	Lista de personal que participó en el inventario

2. DESCRIPCION DEL AREA

2.1 Delimitación del área

El reconocimiento inicial se hizo sobre el área recomendada por el Consultor N. Henning en el Documento de Trabajo No. 1 ("Sugerencias para el Inventario Forestal") del Proyecto, que fue delimitada de la siguiente manera: Por el Norte y el Poniente el área del Proyecto será delimitada por el límite internacional con la República de Honduras, en el Oriente por el Río Macarelí, Quebrada los Terreríos, Río Arenal de Yaulí, Quebrada la América, Río Murra, y el Río Jícaro hasta su confluencia con el Río Coco. Este límite natural formado por ríos y quebradas corresponde casi exactamente a $86^{\circ} 01'$ longitud Oeste; mas hacia el Este existen únicamente manchas aisladas de pino. En el Sur el límite está formado por el Río Coco o Río Segovia. La superficie de toda esta área asciende aproximadamente a 280,000 hectáreas.

Por razones prácticas fue necesario modificar esta área al realizar el trabajo de inventario. Hasta donde fue posible se incluyeron todas las superficies de pinares mayores de 5 ha. Fueron factores limitantes la carencia de cobertura de fotografía aérea en algunas partes, así como la falta de mapas topográficos 1:50,000 en las mismas o en otras áreas. La superficie final obtenida es de aproximadamente 213,600 ha. (Ver Apéndice I).

2.2 Topografía (Ver mapas después del Contenido)

El límite Norte del área del Proyecto lo constituye una cadena montañosa que alcanza hasta 1,800 metros sobre el nivel del mar. Su pendiente media es de un 70%. Al Sur de la carretera a Jalapa y Teotecacinte la topografía es más suave, ondulante, con alturas máximas de 850 m y pendientes generalmente menos pronunciadas. Entre estas tierras altas hay valles a 650 m, que son utilizados predominantemente para agricultura. Existe un buen número de arroyos que atraviezan las partes bajas en dirección Norte/Sur, es decir, hacia el Río Coco que constituye el límite Sur del área del Proyecto (Ver Mapa Geográfico después del CONTENIDO). Aún cuando estos arroyos mantienen cierto flujo de agua durante el año, aquél ha disminuido considerablemente en los últimos tiempos según opinan gentes de la Zona.

2.3 Geología y suelos

Los materiales de origen (roca madre) de los suelos de las principales áreas de pino en la cadena de montañas que limitan con Honduras, son graníticos, y metamórficos (esquisto primario) al sur de la carretera a Jalapa y -- Teotecacinte. Las tierras bajas están constituidas por materiales volcánicos Terciarios, predominantemente andesíticos, y son usadas en la actualidad, en su mayor parte, para agricultura.

Los suelos derivados de granito y esquisto son suelos de textura gruesa (arenosos y con grava) y ácidos, es decir, no aptos para agricultura pero si para bosque de pino. En la mayor parte del área el suelo es delgado, parcialmente como consecuencia natural de las fuertes pendientes, pero también debido a la erosión que ha seguido a los frecuentes incendios y la desforestación. La principal clase de erosión ha sido la laminar, poco notoria, pero la erosión por cárcavas es muy notoria en las partes montañosas. La acelerada escorrentía de las laderas desnudas limita considerablemente la filtración y retención del agua, lo que a su vez significa un brusco descenso en los niveles de agua de los arroyos y de la humedad del suelo en general.

2.4 Clima

La precipitación pluvial en la Región varía entre los 800 a los 1,200 mm por año. Hay una temporada seca bien definida (Diciembre a mediados de Mayo) durante la cual la precipitación es tan sólo aproximadamente un 5% del total anual. Las temperaturas durante dicha temporada alcanzan hasta 35° C con una media de alrededor de 25° C, la humedad relativa baja de 40% y los vientos, principalmente del Este, son en promedio de 12 km por hora. Este es el período más crítico para los pinares, tanto fisiológicamente como por las condiciones que favorecen los incendios forestales. Sin embargo, hay considerable variación de un año a otro y también localmente debido a diferencia en altitud (Ver Apéndice II).

2.5 Vegetación

Las áreas cubiertas de bosque de pino es incumbencia del inventario. En Nueva Segovia se encuentran las tres especies de pino que hay en Nicaragua. El principal factor en su distribución es generalmente la altitud: El Pinus

pseudostrobus sobre los 1,200 metros, el oocarpa entre los 800 y 1,200 m y el caribaea abajo de los 800 m. Sin embargo, cerca de los límites por elevación, a menudo se encuentran las dos especies mezcladas, y en el caso de oocarpa y caribaea parece que hay algo de cruzamiento. De estas tres especies de pino, el oocarpa es el más común, no sólo debido a la altitud sino también a su tolerancia a condiciones difíciles y preferencia por suelos con buen drenaje.- (Ver Apéndice I).

El piso dominante o cubierta superior en estos bosques es puro pino, -- ocasionalmente asociado con liquidambar (Liquidambar styraciflua) en las partes altas, o bien pino/roble.

En asociación con el bosque de pino hay varios arbustos. El piso inferior consiste de pastos, helechos y otras plantas herbáceas propias de las condiciones de suelo previamente descritas. Los pinos mismos tienen a veces epifitas (especialmente Tillandsia spp.) y muérdago.

Los aspectos de recolección e identificación de la vegetación asociada a los pinares de la Región, recibieron un poco más de la atención usual en este tipo de inventario. Ello se debió a que el Ing. Steve Tomlin, voluntario del Cuerpo de Paz, al ser transferido al Proyecto, continuó dicho trabajo simultáneamente con sus nuevas actividades. En el Apéndice III se da una lista de estas especies, cuya identificación fue hecha por el botánico y voluntario del Cuerpo de Paz, David Niell, asignado al Herbario de la Universidad Centroamericana (UCA) - Managua.

En los pinares de altura más húmedos y en los bosques de ribera hay comunidades de frondosas.

Para mayores detalles sobre el tópicó en Nueva Segovia, se sugiere consultar "The Upland Pine Forests of Nicaragua, a Study in Cultural Plant Geography" (Los Bosques de Pino de Altura de Nicaragua, un Estudio sobre Geografía Cultural de Plantas) por el Prof. William M. Denevan, University of California Press, 72 pages, 1961.

2.6 Situación socioeconómica

La mayor población de la Región es Ocotal, con 17,000 habitantes, que viven principalmente de la industria maderera. Ello ha significado, durante la última década, afluencia de gente de otras zonas del país. Hay unos 14 aserríos en la Zona, con producción diaria de 90,000 pies superficiales

para instalaciones con sierras banda hasta 10,000 pies para aserraderos circulares.

La producción total anual actual (1977) de madera aserrada de pino de la Región de Nueva Segovia se estima en 70,000,000 de pies superficiales.

La población total de Nueva Segovia se calcula en 80,000, de los cuales alrededor del 42% viven en poblados.

Además de la industria maderera, en la Región son también económicamente importantes el cultivo del café, del tabaco, la ganadería y la agricultura en general. El pastoreo de ganado, con frecuencia en grandes fincas, y la agricultura de subsistencia, constituyen la causa principal de los incendios forestales en la Zona. La tradición y prestigio que conlleva la ganadería, así como la situación de la tenencia de la tierra, indican que habrá que considerar al ganado vacuno en cualquier plan de ordenación que se prepare para la Región.

2.7 Tenencia de la tierra

Se puede considerar que dentro del área del Proyecto, prácticamente no hay terrenos nacionales. Una buena parte es comunal (perteneciente a Municipios), y el resto son terrenos particulares ---con frecuencia en fincas - de gran tamaño. A menudo el verdadero derecho de propiedad y la demarcación de los predios son dudosos, lo que podría acarrear problemas en la formulación del plan de ordenación forestal. Sin embargo, la mayor parte de los terrenos han sido explotados o sus pinos comerciales comprados a los supuestos dueños por las compañías madereras para su corta próximamente.

3. EL INVENTARIO

3.1 Diseño

Se decidió usar un sistema de muestreo estratificado al azar con la meta de un error estándar aceptable de 15% a un 90% de probabilidad. La razón principal para esta decisión fue la necesidad de poder tener una estimación con razonable exactitud, en el menor tiempo posible. Para ello se contó con un juego de 513 fotografías aéreas (escala aproximada de 1:20,000) tomadas en Enero de 1977 por el Instituto Geográfico Nacional, con cobertura de la mayor parte del área del Proyecto; también con mapas 1:50,000. Las parcelas de muestreo elegidas fueron circulares de 1,000 m², es decir, de 1/10 de ha.

Inicialmente se decidió trabajar con los siguientes estratos o densidades:

- PI 4 - 50 árboles por hectárea
- PII 51 - 100 árboles por hectárea
- PIII 101 ó más árboles por hectárea
- Mi Bosque mezclado pino/frondosas (principalmente roble) dentro de los siguientes límites: Menos de un 25% de pino = frondosas, -- entre 25 y 75% de pino = Mixto, y más de un 75% de pino = Bosque puro de pino.

3.2 Pre-Inventario

Con el objeto de verificar la estratificación mencionada en el punto anterior, así como para obtener una estimación de volumen y la desviación estándar por estrato, se hizo un pre-inventario. El procedimiento seguido fue: Seleccionar al azar 50 fotografías aéreas de lote de 513 cubriendo la Zona, y en las cuales se marcó un rectángulo central de 12 por 15 cm correspondiendo esta dimensión mayor a la línea de vuelo. Las 50 fotografías se interpretaron extensivamente en su correspondiente rectángulo según el criterio establecido, encontrándose que sólo 30 tenían pino. Utilizando estas fotografías se levantaron parcelas circulares de 1/10 ha en los diferentes estratos. Con base en ello la media aritmética del volumen de la

muestra para cada estrato (\bar{y}) se encontró

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

y la desviación estándar S se encontró usando la fórmula

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

3.3

Procedimiento de muestreo

Debido al poco tiempo disponible fue evidente desde un principio que no sería posible hacer un mapa estratificado de los pinares de la Región ni aún la fotointerpretación detallada para ello, antes del muestreo de campo. Se estimó correctamente que el trabajo de campo (levantamiento de las parcelas de muestreo) y la fotointerpretación requerirían tres meses cada uno, lo que se hizo simultáneamente para poder cumplir con el programa trazado. Con anterioridad se marcó el área útil de aquellas fotografías con bosque de pino, descartándose temporalmente el resto. (Ver Sección 4 sobre fotointerpretación).

Con el fin de calcular el tamaño de la muestra requerida, fue necesario obtener una rápida estimación de la superficie correspondiente a cada estrato. Esto se hizo interpretando en las fotografías seleccionadas (con bosque de pino) un círculo de aproximadamente cinco hectáreas alrededor del punto principal, clasificándolo dentro de uno de los estratos o sin pino. El número de fotografías en cada estrato o sin pino, se calculó como un porcentaje del total de fotografías utilizadas. Estos porcentajes se aplicaron entonces al total del área útil de las fotografías usadas, obteniendo así una superficie para cada estrato.

En esta forma se dispuso de suficiente información para hacer una estimación preliminar del tamaño y distribución de la muestra para el inventario principal. Ello se hizo según el proceso descrito en la pág. 101 del -

Volumen 1 (1973) "Forest Inventory" por Loetch y Haller, que aplica la siguiente fórmula

$$n = \frac{t^2 \sum_{j=1}^M P_j S_j^2}{\left(E \right) + \frac{t^2 \sum_{j=1}^M P_j S_j^2}{N}}$$

donde n = Número total de parcelas requeridas

t = Valor de probabilidad, 90% = 1.645

P_j = Area proporcional del estrato j

S_j = Desviación estándar del volumen por hectárea en el estrato j

N = Superficie total en ha de los estratos

E = El error estándar aceptable (15%) expresado en volumen (m³/ha)

La asignación óptima para el número total de parcelas para los diferentes estratos se determinó mediante la fórmula

$$n_j = \frac{P_j S_j}{\sum_{j=1}^M P_j S_j} \times n$$

donde n_j = Número de parcelas deseado en el estrato j

A medida que se realizaba el inventario, se hicieron nuevos cálculos - que indicaron la necesidad de un mayor número de parcelas, ya que la variación dentro de los estratos resultó mayor que la estimada en el pre-inventario. Una vez que la variancia se volvió más constante, el tamaño y distribución óptimos de la muestra fueron más evidentes según el resultado final que aparece al final de esta Sección.

A continuación se interpretaron extensivamente (en los diferentes estratos) las fotografías con pinares y su área útil marcada, para permitir la ubicación al azar de las parcelas de muestreo. Esto se hizo simplemente -- dándole las fotografías al azar a uno de los miembros del equipo de inventario para que a ciegas perforase con un alfiler los puntos correspondientes a las parcelas. Al caer un punto fuera de bosque de pino, se repetía la --

operación, siendo a veces necesario hacia el final de la localización, hacerlo varias veces para completar la correcta distribución por estrato. Las perforaciones se marcaron al reverso de las fotografías con un círculo. Cada parcela se localizó entonces en el mapa topográfico 1:50,000, con numeración progresiva a partir de la línea de vuelo más al Norte y en dirección Oeste a Este sobre cada línea. El número correspondiente a las parcelas se anotó atrás de las fotografías, así como la distancia y el rumbo magnético a un cierto punto de referencia. Con frecuencia, una vez sobre el terreno, se cambió por un punto de referencia más adecuado, calculando en la fotografía el nuevo rumbo y distancia.

Al avanzar en la fotointerpretación extensiva se notó que había considerable superficie con 15 o menos de 15 pinos por hectárea, pero obviamente apta para bosque con dicho género. En tales condiciones, se decidió incluirlas en la fotointerpretación. El volumen de pino en estas áreas es relativamente insignificante, siendo el mayor valor de los árboles que lo integran, el poder servir como árboles padres bajo un sistema de protección. Sin embargo, se optó por muestrear también dichas áreas con el objeto de hacer verificaciones de campo en la fotointerpretación y tener una idea del volumen. Estas parcelas fueron adicionales a las obtenidas en los cálculos precedentes y los resultados no se incluyen en la estadística del inventario. No obstante, ello conformó otro estrato que lógicamente debería ser PI, por lo que se hicieron los siguientes cambios en la nomenclatura:

<u>Estrato</u>	<u>Arboles/ha</u>	<u>Núm. de Parcelas Muestreadas</u>
PI	4 - 15	63
PII	16 - 50	168
PIII	51 - 100	188
PIV	101 o más	99
Mi	Como antes	99
		---617---

Véase distribución de las parcelas en el mapa correspondiente: Apéndice IV.

3.4

Trabajo de Campo

Véase Hoja de Campo: Apéndice V.

3.4.1 Personal y equipo

El trabajo de campo fue realizado por tres cuadrillas integradas por -- un técnico y dos obreros. A cada grupo se le asignó un vehículo y el si-- guiente equipo: bolsa de lona, tabla sujeta-papeles, tablas para corrección de distancia por pendiente y de radios en las parcelas (Ver Apéndice VI), - hojas de campo, transportador, escalímetro, estereoscopio de bolsillo, pro-- tector plástico para fotografías aéreas, brújula "Suunto" 360°, cinta métri-- ca de 30 m, cordel de nylon con nudos cada 50 m y los adicionales para cada 10% de pendiente hasta 100%, cinta plástica para señalar, forcípula de -- aluminio de 80 cm, medidor de corteza ---sistema métrico, clinómetro "Suunto, hipsómetro "Suunto", taladro de incremento, crayón para madera, machete y - cantimplora.

3.4.2 Duración y factores de costo

Después de un período de capacitación, el trabajo de campo comenzó el 26 de Junio y terminó el 30 de Septiembre de 1977. Se necesitaron 630 - - días/hombre, 210 para los técnicos y 420 para los obreros, sin incluir su-- pervisión y verificaciones de campo. Cada cuadrilla hizo un promedio de - tres parcelas diarias. Los vehículos recorrieron un total aproximado de - 9,300 km. De los 630 días/hombre de trabajo, 220 fueron pasados fuera de - Ocotlán.

3.4.3 Localización de las parcelas

Cada jefe de cuadrilla seleccionó las fotografías (por pares para -- visión estereoscópica) correspondientes a las parcelas para su programa - de trabajo. A continuación hizo su ruta utilizando el mapa topográfico - escala 1:50,000.

Al llegar la cuadrilla al Punto de Referencia (P.R.) éste se marcó - P.R. con crayón para madera y cinta plástica. El rumbo y la distancia -- (corregida según la pendiente) del P.R. a la parcela, se midieron sobre - el terreno y anotaron en la Hoja de Campo.

Ya en la parcela, el árbol más próximo a su centro se descortezó con

machete en una faja vertical aproximadamente a la altura del pecho. En el "espejo" se escribió verticalmente el rumbo y la distancia en metros de dicho árbol al centro de la parcela, siempre usando cinco dígitos: tres para la dirección y dos para la distancia. Así por ejemplo:

0 indica que el centro de la parcela está a 84° (azimut) y 7
8
4 metros del árbol marcado. Tal información se registró en
0 la hoja de campo bajo Código.
7

A éste árbol también se le amarró cinta plástica. Tal señalización se hizo principalmente para poder hacer las correspondientes verificaciones de campo y observaciones en el futuro.

3.4.4 Mediciones y observaciones en las parcelas

Al entrar al área donde se encuentra la parcela se observó a qué estrato correspondía dicha área, anotándolo bajo el rubro Campo. Desde el centro de la parcela se midió la pendiente con clinómetro así como el radio correspondiente a 1/10 de hectárea. Dentro del círculo se midió el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP = 130 cm) con forcípula y el espesor de la corteza -- con medidor de presión, de todos los pinos con un DAP sin corteza (sc) mayor de 10 cm. Se registró también la especie. Las mediciones del DAP se hicieron siempre en la parte superior de la pendiente y con la forcípula -- en dirección del radio de la parcela.

Se contaron todos los pinos con DAPsc menor de 10 cm y con altura mayor de 2 metros, y el resultado se anotó en el casillero correspondiente a Regeneración Establecida.

Se decidió que los árboles tipo (pino) fueran el segundo, el doceavo, el 22avo., etc. dentro de la parcela y comenzando por el Norte en el sentido de giro de las manecillas del reloj. Sus DAP con corteza (cc) y sc se volvieron a anotar bajo Arbol Tipo, así como también su altura total medida con hipsómetro "Suunto". Mediante el taladro de Pressler en cada uno de los árboles tipo se midió el largo en milímetros (tarugo) del crecimiento en diámetro durante los últimos 20 años. Además del árbol tipo y en ocasiones utilizando el mismo, se registró la edad y altura del pino con mayor -- espacio con la idea de que ello, juntamente con la vegetación del piso --

inferior (vegetación de superficie), pudieran servir como un indicador de Índice de Sitio.

La regeneración menor de 2 m de altura se contó en un círculo de 200 m² teniendo como centro el mismo de la parcela. También se hicieron observaciones generales sobre época de explotación, árboles muertos, signos de enfermedad, etc. Se tomaron algunas muestras botánicas de la vegetación para su posterior identificación y envío al Herbario de la UCA, Managua.

3.4.5 Verificaciones de campo

Durante e inmediatamente después del levantamiento de las parcelas, se hicieron al azar verificaciones de campo para constatar la exactitud de las mediciones/observaciones y establecer el éxito que se podría esperar en su reubicación. Lamentablemente estas verificaciones de campo sólo alcanzaron un 2% de las parcelas debido a situación inestable en la Región a partir de Octubre. Sin embargo, cabe destacar aquí, que fue posible localizar con -- éxito un 90% de las parcelas.

3.5 Cálculos de volumen

Por considerarlas como las más adecuadas para la Región, para los -- cálculos de volumen se usaron las "Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala" por R. Peters, Documento de Trabajo No. 17 del Proyecto PNUD/FAO/GUA/72/006, 1977. En la publicación figuran las tres especies de pino (oocarpa, caribaea y pseudostrobus) que hay en Nueva Segovia, pero debido a las existencias tan pequeñas de Pinus pseudostrobus, sus volúmenes - se obtuvieron usando las tablas del oocarpa. Estas tablas son de doble entrada: DAPsc en categorías de 2 en 2 cm, y altura total a intervalos de 3 m.

Con las mediciones de los árboles tipo se hicieron curvas de altura/DAP para cada estrato (Ver Apéndice VII). De éstas se prepararon tablas de altura en metros para cada cm de DAPsc. Con esta información y mediante las siguientes fórmulas, dadas como aquellas de las cuales se derivaron las tablas de volumen en referencia, se hicieron las tablas revisadas para adecuarlas a las necesidades de nuestro inventario (Ver Apéndice VIII):

Pinus oocarpa (y pseudostrobus)

Volumen total sc en m³ = 0.026828 + 0.0000287 (D²H)

Volumen sc en m³ hasta
un índice de utiliza-
ción fijo de 20 cm = 0.127675 + 0.0000285 (D²H)

Pinus caribaea

Volumen total sc en m³ = 0.068473 + 0.0000309 (D²H)

Volumen sc en m³ hasta
un índice de utiliza-
ción fijo de 20 cm = 0.155008 + 0.0000314 (D²H)

También se hicieron curvas para grueso de corteza en centímetros en relación al DAP_{cc} en cm para Pinus oocarpa y P. caribaea, mas no para Pinus pseudostrobus por carecer de suficientes datos. (Ver Apéndice IX).

Mediante las tablas revisadas se calcularon los siguientes volúmenes en cada Hoja de Campo. Para obtener los volúmenes promedio por hectárea para cada estrato, se sumaron los de un mismo estrato y se dividieron entre el área muestreada. Los volúmenes para el Estrato I se calcularon solamente para categorías diamétricas de 5 en 5 cm y usando las alturas obtenidas para el Estrato II:

- (a) Volumen de Troza. El volumen en metros cúbicos sin corteza y sin deducción por defectos, de aquellos pinos con DAP igual o mayor de 40 cm -- medidos con corteza hasta un diámetro en la punta de 20 cm sin corteza. Este es el volumen que actualmente se utiliza.
- (b) Volumen Industrial. El volumen en metros cúbicos sin corteza, de aquellos pinos con DAP mayor de 20 cm sin corteza y hasta un diámetro en la punta de 20 cm sin corteza. Se le puede considerar como el volumen de madera potencialmente utilizable, sin descuento por defectos o pérdidas debidas al aprovechamiento estándar o por métodos de saca y manufactura.
- (c) Volumen Total. El volumen en metros cúbicos sin corteza, de todos los pinos con DAP igual o mayor de 10 cm y sin descuento por defectos. A este volumen se le suele denominar también Volumen de Fuste.

Los porcentajes del volumen total e industrial en relación a las clases diamétricas de cada estrato se calcularon con intervalo de 5 cm. (Ver -

Apéndice X).

3.6 Incremento Corriente Anual (ICA)

En base a las mediciones de campo se hizo una curva de edad/diámetro, pero tal como se había anticipado, nó resultó confiable. En tales condiciones se decidió calcular el ICA de cada estrato en la siguiente forma:

El DAP del árbol promedio en cada estrato se determinó usando la siguiente fórmula

$$\text{DAP prom.} = \frac{\sum (\text{DAP prom. de clase diam.} \times \% \text{Vol. Total Clase Diam.})}{100}$$

La altura correspondiente a este DAP se tomó de la tabla pertinente, y el volumen total del árbol con esas dimensiones se calculó en igual forma que anteriormente. De igual manera se calculó el volumen de los árboles con dimensiones correspondientes a los límites de clase diamétrica menor y mayor del árbol promedio.

El ICA diamétrico en centímetros para cada clase diamétrica y estrato, se calculó en base a las mediciones de los árboles tipo. Véase el Apéndice XI para curvas que muestran el por ciento de incremento en DAP contra el DAPsc en cm para cada estrato. Este incremento anual en diámetro dividido entre el intervalo (5 cm) de la clase diamétrica correspondiente, da el número de años que necesitó el árbol para crecer del límite menor al límite mayor en esa clase diamétrica en particular.

El por ciento de ICA relacionado a volumen se calculó entonces para cada estrato usando la siguiente fórmula:

$$\text{ICA\%} = \frac{(V_2 - V_1) \div N}{\bar{V}} \times 100$$

donde V_1 = Volumen total del árbol que representa el límite menor de la clase diamétrica.

V_2 = Volumen total del árbol que representa el límite mayor de la clase diamétrica.

\bar{V} = Volumen total del árbol promedio.

N = Número de años que toma a un árbol para crecer del límite menor al límite mayor en la clase diamétrica.