

0  
H1225  
T18  
II

37989

1

**CONVENIO:  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES/  
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO/  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL  
ESTERO- FCF- INSIMA**

**PROYECTO "INVENTARIO FORESTAL DE LA  
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO"  
PRIMERA ETAPA/ DEPARTAMENTOS COPO Y  
ALBERDI**

**INFORME PARCIAL - 08 DE MAYO DE 1992 -**



0/H1225  
T18  
II

**INFORME PARCIAL - 08 DE MAYO DE 1992 -**

El presente Informe Parcial de tareas correspondientes al proyecto Inventario Forestal Provincial, describe los trabajos desarrollados hasta el presente por las diferentes unidades de trabajo del Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques - INSIMA/ FCF - responsables de la ejecución.

**Estas tareas se sub-dividen según las tareas y materias siguientes:**

- 1) Entrenamiento de los Grupos de Campo (Dasometría y Percepción Remota)
- 2) Desarrollo de los archivos de firmas espectrales (Percepción Remota)
- 3) Determinación de la ubicación de bloques (o tractos) de muestreo para la totalidad del área cubierta por las escenas (COPOL Y ALBERDI) y establecimiento de catálogo de distribución de los mismos en ventanas de imagen o sub-escenas, elaboración del mapa de ubicación de los muestreos (Percepción Remota)
- 4) Organización y supervisión de las tareas de campo (Dirección del proyecto, Dasometría y Percepción Remota)
- 5) Establecimiento de un Programa de Inventario Forestal para el procesamiento de los datos de campo - (Laboratorio de Estadística y Dasometría)

A continuación se detallan las actividades de cada punto mencionado.

**Responsables para las actividades según materias:**

Dirección: Dr. Ing. Forestal M. Thren e Ing. Raúl H. Zerda  
Percepción Remota, Fotogrametría y Fotointerpretación: Ing. Forestal R. Zerda y Dr. Ing. Forestal M. Thren  
Dasometría: Dr. Ing. Forestal M. Thren  
Estadística: Ing. Forestal Celia Gaillard de Benítez

Grupos de campo: Dirección Ing. Forestal Daniel Hernández e Ing. Forestal Fernando Perlo

## **1) Entrenamiento de los grupos de campo**

### **1.1 Mediciones dasométricas**

El objetivo principal de esta fase fué el brindar los conocimientos básicos del trabajo de campo para el desarrollo de las actividades previstas en el Inventario.

Dentro de estas se incluyen mediciones y determinaciones de dimensión, calidad y sanidad de árboles en pié, de la regeneración natural e influencias antrópicas o de ganado del sitio/ambiente. Se realizaron prácticas de Dasometría, mediciones de DAP, alturas (clinómetros y caña telescópica), uso de la brújula y cintas revisándose aspectos sobre la metodología de trabajo, coordinación de los movimientos y equipos a llevar al campo, esto apoyado en las indicaciones del manual de campo (Thren, 1992), ver adjunto, y de clases teóricas.

### **1.2 Aplicación de los informaciones de Percepción Remota**

Como segundo grupo de actividades están las referidas a la ubicación de las unidades de muestreo con una precisión adecuada a las herramientas disponibles para esto, datos satelitarios LANDSAT TM, como cartografía más reciente, lo que suple el inconveniente de la falta de actualización cartográfica, complementada con cartas del IGM.

En el área de Percepción Remota aplicada al trabajo específico, se desarrollaron inicialmente clases teóricas, apoyadas en publicaciones de la FCF-INSIMA (Zerda, 1992) y material obtenido en el Lab. de Percepción Remota como ser impresiones diversas de imágenes TM de 1991 y también escenas MSS de 1985 (ex-CNIE) y su comparación con fotografías aéreas, se revisaron temas básicos de percepción remota y cartografía.

### **1.3 Infraestructura disponible, Ubicación de los Muestreos**

Se trabajó teniendo como centro de operaciones las instalaciones que la Dirección General de Bosques tiene a su cargo en el departamento COPO en el ex-IFIA. La zona es de óptima ubicación y gran conocimiento de la mayoría de los integrantes de los Grupos de Campo.

El entrenamiento se completó con salidas a campo para completar los objetivos perseguidos por este, aquí se identificaron tipos de diferentes de coberturas vegetales, infraestructura. Importante fué la identificación de picadas que permiten acceso a numerosos puntos de muestreo y no están presentes en la cartografía existente (IGM, 1:250.000). Áreas de antiguos incendios y pastizales-arbustales fueron especialmente revisadas debido a su gran contraste tonal, constituyendo por ello puntos de referencia importantes para el movimiento en el campo.

Se definió la metodología a seguir para ubicar puntos de interés sobre las fotografías de monitor (de imágenes mejoradas), mediciones de distancias y rumbos sobre estas, planeación de los desplazamientos en el campo.

Todas estas tareas los Grupos deben realizar en el día anterior a cada toma de datos y eventualmente en el terreno mismo, ya que las situaciones previstas en las imágenes deben ser siempre consideradas como "probables", definiéndose su situación real en el terreno.

El entrenamiento abarcó finalmente la fase de mayor coordinación, las mediciones y observaciones en una unidad de muestreo, la primera del presente proyecto.

Aquí, se establecieron las funciones para cada integrante de grupo, se indicaron aspectos prácticos de las diferentes mediciones y observaciones a realizar, como una revisión in-situ de lo visto en teoría y práctica anterior.

## **2) Desarrollo de los archivo de firmas espectrales**

### **2.1 Tareas realizadas**

De acuerdo a los reconocimientos de campo efectuados con anterioridad, se realizó la etapa de entrenamiento del sistema, para una clasificación supervisada.

De esta manera la etapa de campo es fundamental y a la vez esta se definió según análisis visual previo de ventanas de imagen, ampliadas en monitor color de alta resolución y fotografías aéreas de algunos sectores con acceso seguro, de acuerdo a los principios de la fotointerpretación y al conocimiento de campo.

La localización de las áreas de entrenamiento en la imagen, se realiza sobre tales ventanas de imagen, porciones de la escana total, en un formato ampliado con el fin de ubicar con mejor detalle las clases observadas y definidas en el reconocimiento y levantamiento fotográfico de terreno, tal proceso es interactivo y se trabajó de esta manera en el monitor.

Así se facilitó el reconocimiento visual en pantalla, ubicándose las clases y definiéndolas con polígonos que el programa ERDAS permite delinear en monitor.

El punto en que se dió mayor énfasis es en tal ubicación, ya que todas las clases espectrales definidas que constituyen cada una de las informaciones de clases, deben ser adecuadamente representadas en el conjunto estadístico del entrenamiento, para constituir el archivo de firmas.

Las coordenadas de los polígonos, sirven de tal manera para extraer los números digitales de los pixels localizados dentro de los mismos y son la base de la extracción de firmas del archivo de imagen.

## **2.2 Tareas a realizar**

Para la definición final de tal archivo, resta la última revisión de terreno de una parte SO-O de la zona de estudio, situada sobre el área de influencia del Río Salado y abarcando formaciones de vinales y bañados, y bosques con mayor aparición de algarrobos (negros y blancos) en diferentes condiciones, lo que es importante definir.

Tal salida, se ha coordinado realizar en conjunto con los profesionales del CFI Ingenieros Tolone y Wabo, entre los días 18 al 22 de mayo.

## **3) Ubicación de los Bloques/ Establecimiento de un Catálogo de Distribución y Ubicación de estos**

El objetivo de este trabajo es a los fines de organización y optimización de las tareas de Laboratorio y planificación de los trabajos de campo, para la ubicación de los bloques (tractos) según coordenadas topográficas y/o de imagen, ya que estas se utilizan en diferentes programas y tareas.

Se han localizado según la grilla prevista, 118 bloques (tractos) cubriendo los Deptos. COPO y ALBERDI (en área cubierta por las escenas), con lo que se adelantan trabajos para la segunda etapa del proyecto. Aquí cabe mencionar que en una primera ubicación según el criterio estricto de posicionamiento de los bloques (puntos de cruce de grilla 10 x 10 km.) solo se hubieran encontrado unos 30 bloques en total, para los dos departamentos.

El criterio seguido para salvar esta circunstancia, fué el de adoptar "puntos flotantes", marcado en la imagen por una cruz, dentro de un radio de 500 metros (y 1.000 metros en la zona de la Reserva de COPO, por una total falta de accesibilidad). Esto en una dirección, siendo N, E, S u O, siempre en solo una de estas.

En el catálogo de ubicaciones, quedan perfectamente definidas las coordenadas finales (en coordenadas topográficas y del archivo de imagen).

Otra de las razones para la adaptación del criterio inicial, la constituye el excesivo aprovechamiento del bosque en los últimos años, a diferencia de lo acurrido en los años 70, durante la realización del Proyecto NOA II, además la gran cantidad de "puestos" que provocan una profunda alteración de la cobertura forestal (sobre-explotación con variación en densidad, sobre-pastoreo), en áreas de su influencia.

También, varios puntos cayeron sobre caminos o muy cerca de estos, también sobre algunas nuevas picadas de prospección petrolera y vías de aprovechamiento.

Una vez definidos los criterios a seguir, se estableció un orden de selección en función de:

# 1) Presencia de BOSQUE

2) ACCESIBILIDAD al bloque, con distancia promedio de 500 mts y máxima de 1.500 mts. de desplazamiento en la Reserva, Dpto. Copo,

3) TIPO DE BOSQUE identificable, en unidades mayores al bloque en unidades (para evitar parcelas límite)

El disponer de las imágenes georeferenciadas, permite conocer perfectamente las coordenadas para cada punto de la misma (pixel). A través de programas que permiten efectuar mediciones en monitor y también mostrar las coordenadas de cada pixel, es posible ubicar el centro y la posición de cada unidad de muestreo.

Esto permite la atribución del muestreo a un estrato de bosque y además mediciones de distancias y con ello el planeamiento de desplazamientos de los Grupos de Campo, desde el campamento hasta el bloque. Son importantes las mediciones que se indican respecto de puntos de referencia identificables en el terreno (cambios de cobertura vegetal destacables, cruces de caminos y picadas, curvas de caminos, represas, paleocausas etc.).

Todas estas mediciones se documentan sobre las ampliaciones de las fotografías de monitor, en papel "waterproof", formato 20 \* 30 cm, con escala promedio indicada, en algunos casos van acompañadas de croquis indicativos en su parte posterior, para un mejor desplazamiento.

La información para el desplazamiento se complementa con impresiones en colores, de ventanas de imagen (o sub-imagen) de un área mayor que cubre la localización de varios bloques y los principales accesos (escala 1/100.000). Se han complementado estas impresiones con fotografías de monitor, en razón de la mejor resolución de estas últimas.

## 4) Organización y supervisión de las tareas de campo

Se entregaron a cargo de los dos Ing. Forestales los equipos de medición, en estado impecable, estacas de hierro y madera durable (Quebracho colorado), mochilas, bidones para agua potable y botiquines de primeros auxilios con sueros.

Las tareas de campo empezaron el día 7 de Abril de 1992 con 2 grupos de inventario. Cada grupo se forma por 1 Ing. Forestal, 2 Paratécnicos, un chófer y tres obreros.

La participación de chóferes (no previsto en el presupuesto) era necesario por razones legales, aclaradas antes de la primera salida de los grupos al entrenamiento por el Director de la Dirección General de Bosques, por lo cual los viáticos suplementarios para los chóferes serán reintegrados a los fondos del Proyecto en forma directa por la Provincia.

Como estaba previsto dentro del presupuesto, los grupos salen al campo en ciclos de dos semanas. El día Lunes antes de cada salida es previsto para el intercambio de informaciones, reparaciones de vehículos la entrega de los datos de campo y la rendición de cuentas realizado por los directores de grupo.

El día Viernes al fin del ciclo es previsto para la vuelta del campo.

El intercambio de información entre los grupos dentro de los semanas de trabajo se realiza a través de la comunicación con los guardabosques del lugar, por radio, teléfono o correo de colectivos (Manso, San Cristobal).

Los grupos de campo informan a la Dirección del Proyecto sobre imprevistos que no corresponden a la planificación y que provocan un retraso notable de las tareas. Deben igualmente conseguir constancias policiales para los días de lluvia.

Después de dos ciclos de viaje al campo, se realizaron hasta el día 30 de Abril la toma de datos de 15 bloques completos, menos de lo previsto en la planificación del proyecto.

La diferencia entre la planificación y la realización de las tareas de campo (= toma de datos de un bloque por día, sin días de ida y vuelta de campo) es debido a:

- 4 días de lluvia excepcionales (ver Información complementaria, punto 4))
- la falta de disponibilidad o el nofuncionamiento de vehículos entregados por la Provincia dentro de días documentados por la Dirección del Proyecto (ver Información complementaria punto 5: Nota a Sra Pres. de la Asoc. Cooperadora de la FCF del 13 de Abril de 1992)
- el retraso de la toma de datos por el sotobosque muy denso de los bosques explotados.
- Falta de cobertura de un cargo suplementario para el Laboratorio de Percepción Remota, pedido el 27 de Sept. de 1991, aprobado el 23 de Diciembre de 1991, llamado el 24 de Marzo de 1992 y ahora en tramitación.

Hay que mencionar la buena disponibilidad de los integrantes de los grupos de campo y la responsabilidad en la toma de datos. Las planillas de campo son elaboradas con exactitud y no tienen deficiencias.

Se supone, que sin factores perturbadores suplementarios, se pueden realizar las tareas de campo (30 bloques) hasta el fin de la tercera semana de Mayo.

#### 4) Establecimiento de un Programa de Inventario Forestal para el procesamiento de los datos de campo

Han sido establecidos y probados los programas IF1.PRG y IF2.PRG para procesamiento de datos correspondientes a las planillas de campo Nº 1 (desde 7 cm de DAP) y las planillas de campo Nº 2 (DAP menor de 7 cm o sea Regeneración).

El programa IF1, en lenguaje FOXPRO 2, está instalado en los dos equipos del gabinete de procesamiento de datos del INSIMA (IBM AT y compatible IBM). A pesar que la validación del mismo se ha realizado mediante la comparación de sus resultados con los provenientes del procesamiento manual del bloque de prueba "La María", será controlado durante el transcurso del trabajo en aquellas especies que aparezcan por primera vez. A partir del día 4 de Mayo se comienza con la carga de datos.

El programa IF2 deberá ser modificado y estará disponible a partir del día viernes 8 de Mayo.

#### Descripción del programa IF1

El programa IF1 servirá para el cálculo de parámetros descriptivos de la masa, a partir de los datos de las planillas de campo Nº 1.

#### Variables de entrada

Las variables de entrada son

- bloque
- parcela
- estrato

(estas tres variables sirven para la identificación y descripción del bloque)

- número de fuste
- especie
- ángulo y - distancia (para determinar exactamente la posición de cada fuste)
- rectitud de fuste
- ramas principales
- estado sanitario

Estas cuatro últimas variables servirán para calificar los fustes en dos calidades: 1 y 2, de tal forma que los de calidad 2 serían los extraídos si se practicara un tratamiento silvícola.

- DAP (d):

Diámetro con corteza a la altura del pecho en cm. Se mide en todos los fustes, es conveniente recordar que la clase diamétrica I estará integrada por los árboles con diámetros desde 7 hasta menos de 20 cm y que la clase diamétrica II por aquellos fustes de 20 cm más de DAP. También debe recordarse que los individuos de clase I se miden en parcelas de 100 m<sup>2</sup> mientras los de mayores dimensiones en parcelas de 1000 m<sup>2</sup> lo cual, debe ser considerado al llevar los resultados a la hectárea.

- altura de fuste en m (hf):  
en todos los fustes

- altura total en m (ht):  
sólo en algunos fustes

- indicador de fustes medidos (i):  
sirve para evitar que los bi- tri- o multifurcados medidos sean considerados más de una vez en el cálculo de la densidad.



- altura de bifurcación en m (hb):  
para el cálculo de volúmenes de fuste en multifurcados.

- tipo de bifurcación (tb): para tener una descripción exacta de los individuos y por ende de la parcela y de este modo facilitar su ubicación y reconocimiento en caso de un control, o de un segundo Inventario 10 o más años después (recordar que estas parcelas tendrán el carácter de permanentes).

### Curvas de Alturas

Una vez ingresados los datos correspondientes a un bloque, debe efectuarse el ajuste a curvas de altura lo cual se hará con el programa HOMU, proporcionado por el Prof. Dr. AkÇA de Göttingen/RFA. En el programa IFI se contempla la adaptación de los archivos de entrada para que sean aceptados por el programa HOMU, en el cual se utilizan los siguientes 6 modelos:

1) **Parábola de 2º grado:**

$$ht = a + b*d + c*d^2$$

2) **Ecuación de PRODAN:**

$$ht = 1,3 + d^2/(a + b*d + c*d^2)$$

3) **Ecuación de PETERSON**

$$ht = 1,3 + (d/(a + b*d))^3$$

4) **Ecuación de KORSUN:**

$$ht = EXP(a + b*\ln(d) + c*(\ln(d))^2)$$

5) **Ecuación logarítmica o de ecuación de HENRIKSEN:**

$$ht = a + b*\ln(d)$$

6) **Ecuación de FREESE:**

$$ht = EXP(a + b*\ln(d) + c*d)$$

Por las características de las curvas y de las formas de la relación ht-d en nuestras especies, se prevee la utilización solo de los modelos 3 y 5 ya que los mismos no presentan riesgo de aparición de máximos o mínimos como los otros. Sin embargo, la ecuación de PETERSON puede presentar puntos de discontinuidad en el rango y ambos, valores negativos de ht para d pequeños.

Por esta razón será controlada cada una de las curvas obtenidas por ajuste y en caso de presentarse inconvenientes se buscará otro modelo apropiado.

Las curvas de altura por especie constituyen un importante elemento descriptivo del vuelo y al mismo tiempo permiten "localizar" tablas de volumen comercial de doble entrada ya como se describió las alturas totales no son medidas en todos los árboles.

El programa ERGO, enviado también desde Göttingen, no pudo ser aprovechado porque no se adaptaba a las características de los datos: Especies diferentes, parcelas de diferentes tamaños según las dimensiones del DAP y existencia de multifúrcados.

### Cálculo de volúmenes individuales

#### a) Volúmenes de fuste

Los volúmenes de fuste se calcularán solo para las especies de importancia maderable (real o posible).

Para la estimación de volúmenes de fuste se utilizan las tablas de volumen de fuste del Inventario NOA II, las que figuran en la pag. 11 de la publicación titulada "Cubicación de árboles en el Inventario Forestal del Noroeste argentino" y que proporcionan volúmenes de fuste sin corteza.

En el caso de bifurcados se utilizará otro procedimiento, en el cual se calculará el volumen por arriba de la bifurcación y que consiste en estimar el diámetro ( $d'm$ ) de la mitad del fuste arriba de la bifurcación y cubicarlo mediante la sencilla fórmula de HUBER.

Con Datos proporcionados por el Ing. L. ARMAND, docente de nuestra Facultad, se encontraron funciones que relacionan el diámetro sin corteza en la mitad del fuste ( $dm$ ) con DAP y  $hf$ .

La estimación de  $dm$  se hace entonces con ayuda de la recta que pasa por los puntos  $P1$  ( $d1,3 = DAP$ ) y  $P2$  ( $dm, hf/2$ ):

$$d'm = d + ((dm - d) / (hf/2 - 1,3)) * (hf/2 + hb/2 - 1,3)$$

y luego el volumen de fuste:

$$vf \text{ en } m^3 = \pi/4 * (d'm/100)^2 * (hf - hb).$$

Las funciones de  $dm = f(d, hf)$  son las siguientes:

$$dm = 0,36501 + 0,92266*d - 0,61166*hf$$

para las especies 1, 2 y 3,

$$dm = -0,2531 + 0,91038*d - 0,57593*hf$$

para la especie 4

$$dm = -0,32888 + 0,95125*d - 0,54907*hf$$

para las otras especies.

#### b) Volúmenes comerciales (en $m^3$ con corteza).

Los volúmenes comerciales serán estimados con tablas de volumen comercial (fuste + ramas hasta 7cm de DAP) de doble entrada:  $d$  y  $ht$ , ésta última de la curva de alturas. Las tablas a utilizarse fueron construidas para este inventario en base de datos proporcionados por el Ing. L. ARMAND. Se trata de tablas provisionarias ya que las definitivas serán construidas en base a apeos de árboles a efectuar en la segunda etapa de este inventario.

No se utilizan en esta oportunidad las tablas del Inventario NOA II ya que las mismas tienen por entrada a  $d$  y a la altura comercial lo cual no será medida en este inventario.

Las funciones son las siguientes:

1) Para la especie 4 (Quebracho blanco):

$$vc = \text{EXP}(-10,97631+1,11062*\ln(d^2*ht))$$

2) Para las especies 1,2 y 3 (Quebracho col., del cerro y mestizo)

$$vc = \text{EXP}(-10,81559+1,08804*\ln(d^2*ht))$$

3) Para Mistol:

$$vc = \text{EXP}(-10,78979+1,07129*\ln(d^2*ht))$$

4) Para Itín:

$$vc = \text{EXP}(-10,74748+1,11412*\ln(d^2*ht))$$

5) Para Guayacán:

$$vc = \text{EXP}(-11,39444+1,13469*\ln(d^2*ht))$$

6) Para Algarrobos y todas las otras especies no mencionadas todavía:

$$vc = \text{EXP}(-10,97166+1,09157*\ln(d^2*ht))$$

Cálculo de parámetros dasométricos:

Una vez efectuados los cálculos referidos a los individuos, se efectúan los correspondientes a la masa y que corresponden a las siguientes variables:

dens: densidad en número de pies por há

dg: diámetro medio en cm (media cuadrática)

hg: altura de la curva correspondiente a dg en m

AB: area basal en m<sup>3</sup> por há

vcha: Volúmen comercial con corteza en m<sup>3</sup> por há

vfha: Volúmen de fuste sin corteza en m<sup>3</sup> por há (solo en las especies importantes)

Salidas

El procesamiento imprime por bloque una tabla con las variables arriba mencionadas por especie (individualmente; especies importantes y todas las especies); clase diamétrica y clase de calidad.

Para el cálculo de totales (Clase I + clase II) o por grupos de especies, las variables referidas al área (dens, AB, vcha y vfha) son sumadas, mientras que dg se obtiene como una media cuadrática ponderada por las densidades de las dg intervinientes, hg se obtiene entonces de la curva correspondiente.

Para posterior procesamiento (medias y desviaciones estandard por estrato) se graban los valores de las tablas en un archivo de salida.

El Programa IF1 también prevee la actualización del archivo de entrada con los volúmenes individuales calculados (comerciales y fuste).

firmado  
(Ing. Celia Gaillard de Benítez)

Nota: Se adjuntan algunas impresiones de pantallas de IF1, de archivo de entrada del bloque prueba "La María" y de salida de programa HOMU de ajuste a curvas de altura:

---

**En función de responsabilidad para el proyecto total**

Santiago del Estero, el 8 de Mayo de 1992



(Dr. Ing. Forestal M. Thren)  
Director del Proyecto

**Nota: Se adjunta Información complementaria siguiente:**

- 1) Manual de trabajo de campo, Segunda Edición
- 2) Mapa de ubicación de unidades de muestreo
- 3) Amplificación de fotos de la pantalla
- 4) Impresiones de pantalla y de archivos de los programas IF1 y HOMU
- 5) Constancias policiales sobre días de lluvia
- 6) Copia de la carta del 13 de Abril de 1992 a la Sra Presidente de la Asoc. Coop.