

Uso de Fotografías de Radar y Convencionales en la elaboración de Mapas para el Plan de Manejo de un Bosque Tropical.

R. de Milde ⁽¹⁾

Resumen

La elaboración de un Plan de Manejo para un bosque tropical supone disponer de mapas adecuados para todas las actividades involucradas.

En el área del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt, que tiene una extensión de 650 000 hectáreas, se desarrolló una técnica en dos fases para la elaboración de los mapas: la estratificación y el mapeo en base de mosaicos de radar, produciendo mapas de toda el área en la escala 1: 125 000; y la estratificación y el mapeo en base de fotografías convencionales, produciendo mapas de unidades de manejo seleccionadas en la escala 1:40 000.

Los mapas finales, resultando de las dos fases, dan toda la información necesaria para la elaboración del Plan de Manejo en lo que concierne a la selección de las áreas adecuadas para agricultura, agrosilvicultura o plantaciones, extracción y protección; y, al diseño del plan vial de extracción.

Summary

The elaboration of a Management Plan for a tropical forest depends on the availability of suitable maps for all the activities involved.

For the National Forest Alexander von Humboldt, of approximately 650 000 hectares, a two-stage method was used for the construction of the maps: stratification and mapping based on radar mosaics, producing maps of the total area at a scale of 1:125 000; and stratification and mapping based on conventional aerial photographs, producing maps of selected management units at a scale of 1:40 000.

The final maps, resulting from the two stages, give all the necessary information for the elaboration of the Management Plan with regard to the selection of areas suitable for agriculture, agrosilviculture or plantations, extraction and protection, and to the design of the road-layout

PREFACIO

Uno de los objetivos del proyecto FAO-PER/71/551: "Demostración de Manejo y Utilización Integral de Bosques Tropicales", es la elaboración del Plan de Manejo para el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt.

Un Plan de Manejo para un bosque tropical, y probablemente para cualquier otro tipo de bosque, no considera solamente las actividades típicamente forestales sino también otras actividades de interés que están íntimamente relacionadas como: la agricultura existente, la agrosilvicultura, los estudios de densidad y distribución de la población, el diseño de planes para carreteras, que deben tener en

¹ Asesor de Inventarios Forestales

cuenta no sólo la explotación forestal sino también la ubicación de las futuras plantaciones y los centros de agricultura futura.

Por estas razones las actividades planificadas ejecutadas en el área piloto del proyecto, son actividades preparativas para la compilación de este Plan de Manejo: entrenamiento en varias disciplinas y estudios de la metodología y técnicas más apropiadas para ser usadas en los tipos de bosque que se encuentran en el área.

Sin embargo, la elaboración de un Plan de Manejo supone la disponibilidad de mapas adecuados para todas las actividades involucradas en extracción, transporte, manejo y silvicultura, y, en lo que se refiere al área del Bosque Von Humboldt, no hay mapas topográficos ni mapas planimétricos, por lo menos no en escalas indispensables para estos tipos de trabajo.

Por lo tanto fue necesario establecer una metodología para la producción de mapas que se adaptan a los requisitos de todas las disciplinas involucradas en la elaboración del Plan de Manejo.

El siguiente texto describe la metodología desarrollada por la Unidad de Inventario del Proyecto, después de un estudio de los requisitos de las Unidades de Extracción y Transporte y de Silvicultura y Manejo, que consideró dos tipos de mapas finales:

1. Mapas en la escala 1: 125 000, elaborados en base a fotografías radar, para la planificación general de toda el área del Bosque Von Humboldt.
2. Mapas en la escala de 1: 40 000, producidos en base a fotografías convencionales, para la planificación detallada de unidades de manejo de tamaño restringido dentro del área total.

I. INTRODUCCION

1. El Bosque Nacional Alexander Von Humboldt.

Factores que influyen la toma de fotografías aéreas y la fotointerpretación: topografía y precipitación.

Topografía:

Hay muy poca información disponible sobre las elevaciones topográficas en el Bosque Nacional Von Humboldt. La que existe se refiere sólo a las estaciones meteorológicas a lo largo de la carretera Lima-Pucallpa. (Ver Figura 1). Pucallpa, en el Río Ucayali tiene una elevación de 200 m.s.n.m, San Jorge en el borde Este y aproximadamente 55 Km de Pucallpa tiene una altura de 340 m.s.n.m. y plantaciones Yurac, 40 Km al Oeste del límite del Bosque, 420 m.s.n.m. Así, el terreno asciende gradualmente, alrededor de 220 m en 200 km en esta región. Se estima que las colinas más altas en el Bosque Von Humboldt no pasan los 500 - 600 m.s.n.m.

Precipitación

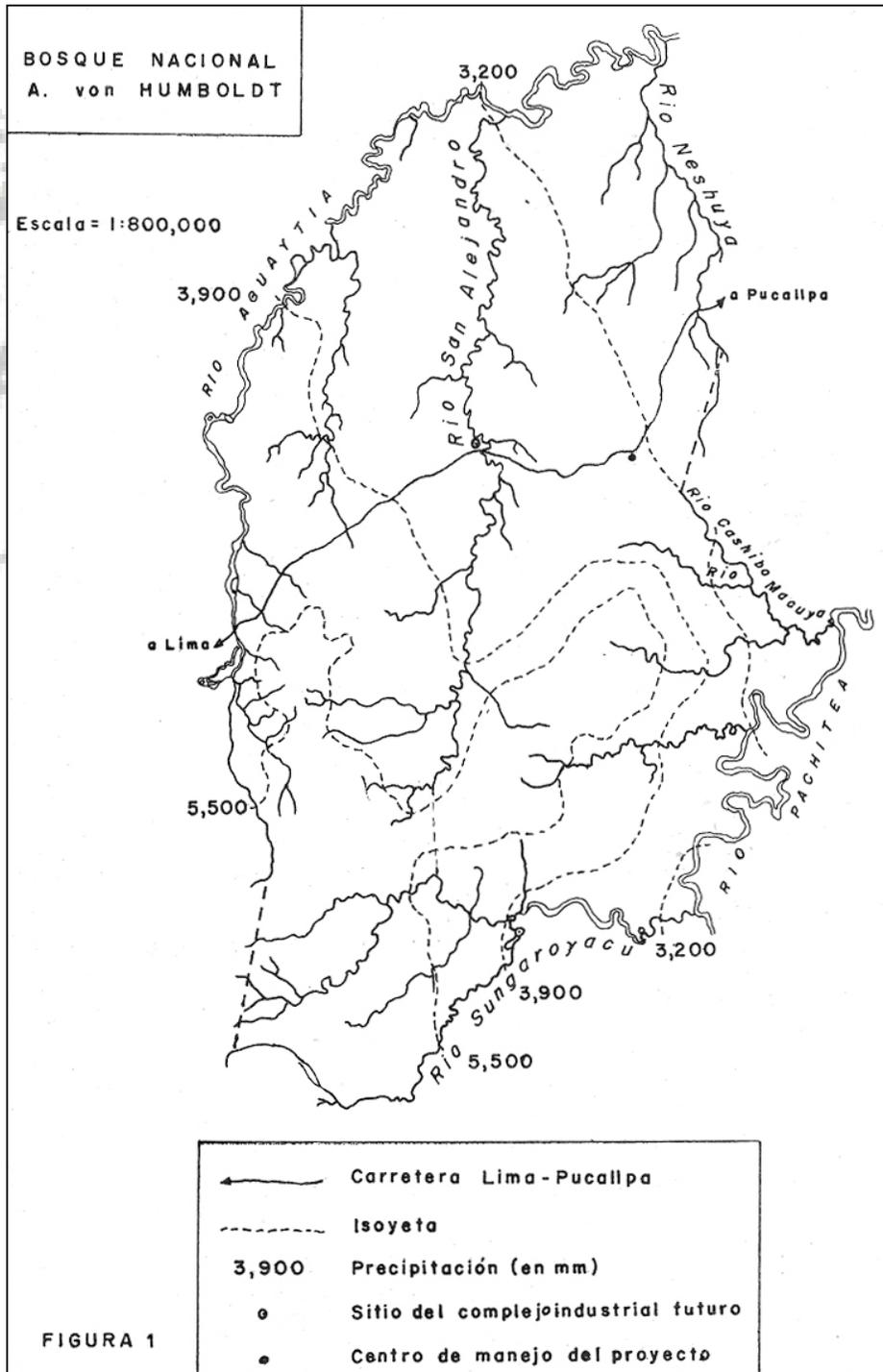
El área de Von Humboldt recibe una gran precipitación (Figura 1), sin períodos de sequía bien definidos y absolutos. Son bien conocidos los problemas de la toma de fotografías aéreas bajo estas condiciones.

2. Antecedentes

a. Existen suficientes datos sobre la composición (por especie y por volumen) del Bosque Von Humboldt, de varios inventarios hechos en el pasado. El último fue ejecutado, mediante un subcontrato, por la Compañía Forestal International Ltd. de Vancouver, Canadá. (1).

b. La misma compañía también ejecutó un estudio de factibilidad del cual salió como resultado más importante la posibilidad de la instalación de un complejo industrial de transformación de madera (3).

El Pueblo de San Alejandro, situado en el centro del área, en el cruce de la carretera Lima-Pucallpa sobre el río San Alejandro y a 25 Km al Oeste del Centro de Manejo del proyecto (Figura 1), fue seleccionado como sitio para este futuro centro industrial.



c. Hasta el año 1977, el proyecto disponía, para la elaboración de mapas, solamente de fotografías convencionales. Por varias razones, siendo la principal el problema de la toma de fotografías; bajo las condiciones climáticas de la región, el recubrimiento por fotografías convencionales está lejos de ser perfecto: existen recubrimientos y líneas de vuelo de fotografías de diferentes escalas (1:20 000; 1:30 000; 1:40 000 y 1:60 000), algunas veces con diferencias grandes entre líneas adyacentes y sectores que todavía no son cubiertas. Gran parte de las fotografías datan de 1955 y los negativos lentamente se van malogrando. Además, muchas fotografías, por la dificultad que existe de tomarlas durante las horas convenientes del día, tienen el reflejo del sol que hace muy difícil la interpretación.

d. En aquel momento se tuvo la oportunidad de consultar los mosaicos de fotografías radar (SLAR: Side Looking Airborne Radar) hechos por orden de PETROPERU (Petróleos del Perú) de toda la selva peruana, incluyendo completamente el Bosque Von Humboldt.

Rápidamente se pudo apreciar las múltiples posibilidades que ofrecía la utilización de estos mosaicos:

- Imagen perfecta de todo el bosque.
- Recubrimiento completo.
- Ventaja tremenda de poder estudiar el bosque de una sola vez y comparar directamente los tipos de terrenos situados lejos los unos de los otros.
- Gran exactitud en la planimetría lo que permite utilizar los mosaicos como mapas base.

Se obtuvo el permiso de PETROPERU para consultar los mosaicos para la elaboración de los mapas del área de Von Humboldt. Se tomó la decisión de llevar a cabo el trabajo de estratificación y de mapeo en dos fases:

- i. Una estratificación general de todo el área y la producción de un mapa a escala 1:125 000, en base a los mosaicos radar.
- ii. Una estratificación detallada de áreas de manejo seleccionadas y la producción de mapas a escala 1:40 000, en base a las fotografías convencionales.

II. ESTRATIFICACIÓN Y MAPEO EN BASE A MOSAICOS RADAR

1. La fotografía Radar

No es el propósito de este documento describir la teoría, la técnica ni los sistemas de la fotografía radar. Se incluyen solamente dos ilustraciones (Figuras 2 y 3), traídas de una publicación de la FAO (2) para dar una idea general del sistema.

2. Especificaciones del vuelo

El cuadro siguiente da las especificaciones del vuelo que nos interesa:

Escala	:	1:250 000	Radar	:	Gems 1000
Altitud	:	12 000 m	Fecha	:	Diciembre 1973-Febrero
Proyección	:	UTM		:	1974.
Avión	:	Caravelle		:	

Ejecutado por: Aero Service Corporation -Good Year Aerospace Corporation

En este cuadro se puede observar un hecho muy interesante en lo que concierne a la fecha en que se tomaron las fotografías: el período Diciembre-Febrero corresponde exactamente a la mitad de la estación principal de lluvias en el área de Von Humboldt. La calidad excelente de las fotografías

radar de
lluvia y

bes, la
he.

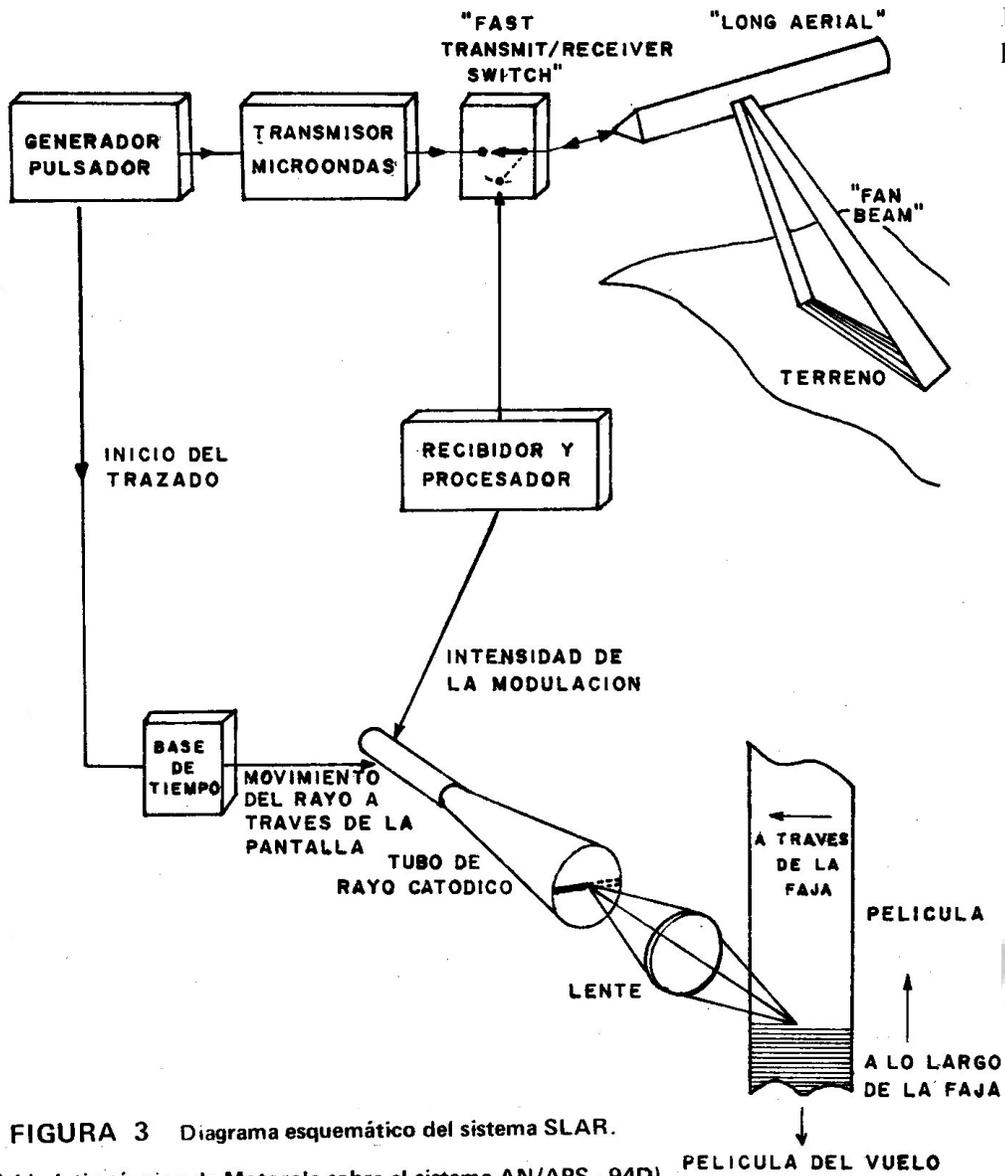


FIGURA 3 Diagrama esquemático del sistema SLAR.

(del boletín técnico de Motorola sobre el sistema AN/APS - 94D)

↓
DIRECCION A LO
LARGO DE LA FAJA

FIGURA 2

"Fan beam" iluminando una faja de terreno
(del documento ESRO CR -136)



3. Estratificación y mapeo

a. Tipos de terreno

La estratificación en los mosaicos de radar se basa exclusivamente sobre los tipos de terreno que existen en el área de Von Humboldt, es decir:

- Terreno plano-ondulado.
- Colinas bajas.
- Colinas altas.

La diferencia entre colinas bajas y colinas altas no sólo es la misma altura sino también la longitud de las pendientes.

Estos tres tipos pueden delimitarse fácilmente en los mosaicos de radar.

Dentro de estos tres tipos básicos se pueden, con varios grados de dificultad, delimitar sub-tipos, obteniendo la siguiente clasificación final:

Código utilizado:

- Terreno plano, frecuente o FI-TI 1

- temporalmente inundado
- Terreno plano-ondulado seco PO 2
- Colinas bajas suaves CBS 3
- Colinas bajas accidentadas CBA 4
- Colinas altas suaves CAS 5
- Colinas altas accidentadas CAA 6

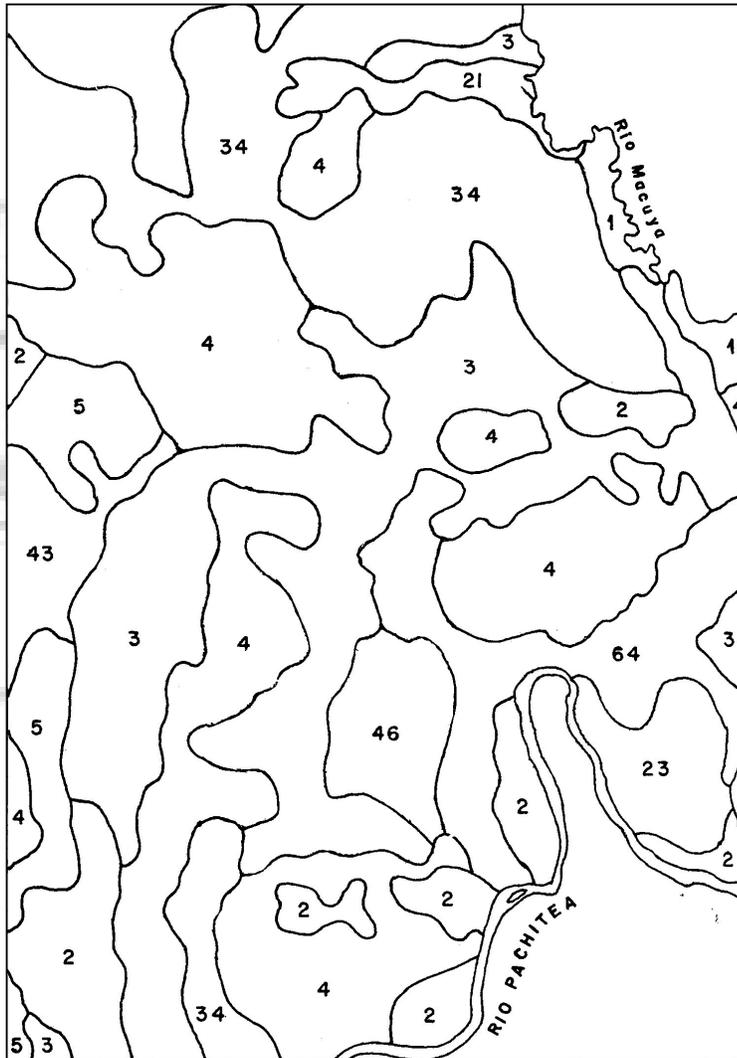
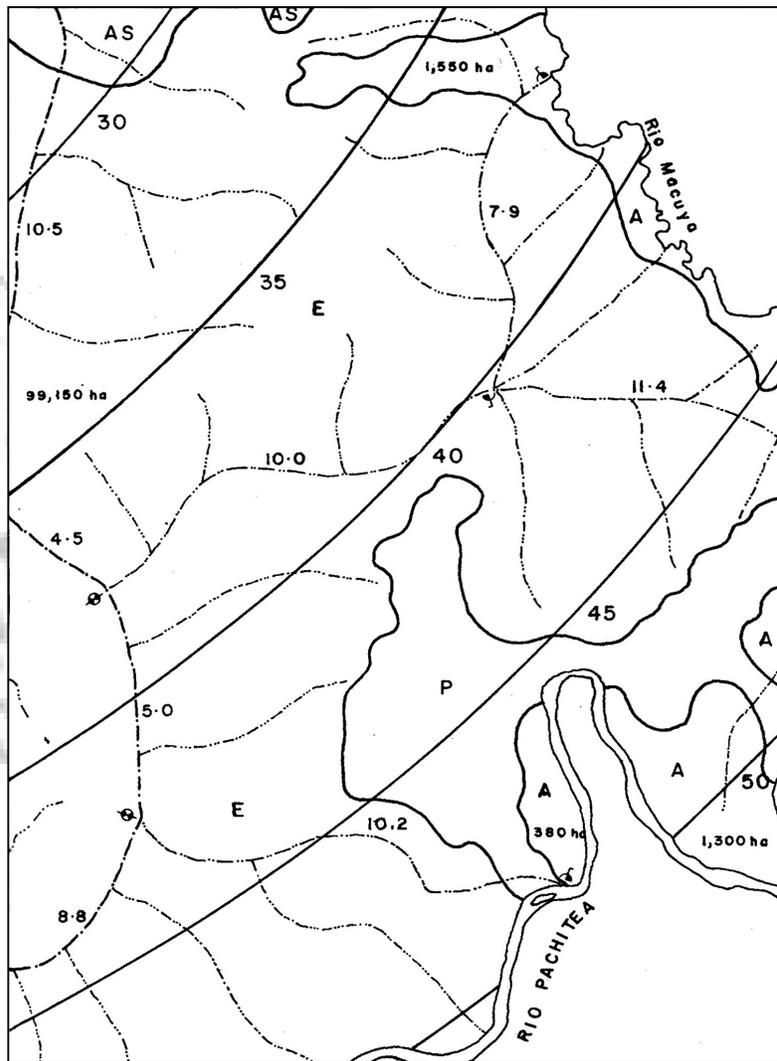


FIGURA 4: Detalle del mapa de los tipos de terreno

La diferencia entre colinas suaves y colinas accidentadas es determinada por el grado de las pendientes lo cual da, en general, imágenes bien distintas.

A veces no es fácil delinear cada sub-tipo, especialmente cuando un área está compuesta de una multitud de unidades pequeñas. También hay áreas que son áreas de transición, no sólo dentro de un tipo básico (transición por ejemplo entre CBS y CBA) sino también entre los tipos (transición entre CBA y CAA). En estos casos es aconsejable agrupar las unidades pequeñas y codificar el complejo o por una combinación de códigos, según la dominancia CBA-CBS (código 43), por ejemplo, sería un complejo de colinas bajas accidentadas y de colinas bajas suaves con dominancia de colinas accidentadas. La Figura 5 muestra un detalle del mapa de los tipos de terreno de Von Humboldt.



b. Tipos de bosque

No es posible, por causa de la pequeña escala, hacer una estratificación en tipos de bosque en el área de Von Humboldt: la única diferencia que puede observarse es entre el bosque de terreno seco y el bosque frecuente o temporalmente inundado (el último tipo parece mucho más uniforme y presenta una tonalidad más clara que el primero). Esta diferencia es muy valiosa porque corresponde exactamente a la diferencia entre dos tipos de terreno.

Se pueden delinear áreas de bosque secundario joven y agricultura, si estas áreas, son bastante grandes, alrededor de 1/2 - 1 cm².

c. Estratificación según el uso futuro de las tierras.

Para hacer esta estratificación y clasificar áreas según su uso futuro óptimo es imperativo conocer los requisitos y los objetivos del futuro plan de manejo.

En principio, la estratificación se hace según los criterios siguientes:

- Los terrenos plano-ondulados y las colinas bajas suaves son terrenos con posibilidades para agricultura (A), agrosilvicultura (AS) o plantaciones (PL).
- Las colinas bajas accidentadas y las colinas altas suaves son terrenos a reservar exclusivamente para explotación forestal (E).
- Las colinas altas accidentadas son terrenos reservados integralmente como áreas de protección (P).

Sin embargo, todos los tipos de terreno, delineados en la primera fase, no pueden clasificarse directamente según estos criterios por las razones siguientes:

- i. Algunas de las unidades delineadas pueden ser demasiado pequeñas (considerando los objetivos del plan de manejo) para ser clasificadas según su uso futuro óptimo y se agruparán con el tipo de terreno dominante en el área.

Ejemplo: No sería lógico o útil clasificar un área de 200 hectáreas como apta para plantaciones futuras si esta área está rodeada por kilómetros cuadrados de bosque para explotación o aprovechamiento forestal. El costo y el mantenimiento de la carretera permanente, necesaria para llegar a este sitio serían demasiado altos en comparación con la producción.

- ii. Según los objetivos del plan de manejo y las necesidades futuras, áreas grandes, aptas para un uso determinado, pueden ser clasificadas para otro uso.

Ejemplo: Supongamos que existen

20 000 ha. aptas para agricultura y

25 000 ha. aptas para plantaciones.

Total: 45 000

y que los requisitos según el plan de manejo son de

8 000 ha. para agricultura y

31 000 ha para plantaciones.

Total: 39 000 ha.

De las 20 000 hectáreas aptas para agricultura se seleccionarán 6 000 como área de plantaciones (si es posible cerca de otras áreas para plantaciones) y 8 000 como área para agricultura (con mejor sitio en lo que concierne accesibilidad, pueblos existentes etc.). El resto, 6 000 hectáreas, se incluirá en el bosque de explotación.

- iii. Las futuras áreas para plantaciones se escogerán lo más cerca posible del centro industrial futuro y en sitios con accesibilidad fácil para disminuir al máximo los costos de construcción y mantenimiento de carreteras.
- iv. Para cada uso es aconsejable agrupar al máximo posible las áreas y crear unidades grandes para facilitar el manejo futuro.
- v. Si hay agrupación, o cambio en la clasificación de una área, el resultado final debe ser un tipo de uso más exigente que el original, es decir:
 - Terrenos clasificados originalmente como A pueden, ulteriormente, ser clasificados como AS-PL,E o P
 - AS-PL puede ser clasificado como E o P

- E puede ser clasificado como P. Pero E, por ejemplo, representado por colinas bajas accidentadas y colinas altas suaves no puede ser clasificado como AS-PL o A. La Figura 5 muestra la estratificación final de los tipos de terreno delineados en la Figura 4.

d. Diseño del plan de carreteras

Una vez que los estratos finales han sido determinados y las áreas correspondientes calculadas, el trabajo se completa con el diseño del plan de carreteras futuras.

Se consideran tres tipos de carreteras:

	Símbolo en el mapa
- Carreteras principales permanentes	-.-.-.-.-
- Carreteras secundarias permanentes	-.-.-.-.-
- Carreteras de explotación temporales	-.-.-.-.-

La longitud y la densidad de cada uno de estos tipos y la distancia óptima entre las carreteras de explotación se calculan según fórmulas existentes; fórmulas que toman en cuenta el costo de construcción el costo de transporte y la distancia óptima de arrastre según el volumen recuperable por hectárea.

Cuando se han obtenido estos datos se puede diseñar el plan de carreteras, lo cual debe tomar en cuenta que:

- ii. Para las áreas de explotación (que comprende para el primer ciclo de extracción las áreas clasificadas como A, AS, PL y E) se necesitan carreteras permanentes y temporales.
- iii. Para los sitios destinados a plantaciones futuras se necesitan carreteras permanentes
- iiii. Para las áreas seleccionadas para agricultura futura, las cuales no solo producirán los alimentos para la población futura, sino también involucrarán caseríos cuya población será la fuente principal de mano de obra para el complejo industrial, la explotación, las plantaciones y el mantenimiento de estas plantaciones, la construcción y el mantenimiento de las carreteras, se necesitan también carreteras permanentes

Aparte del diseño propiamente dicho, es muy útil, para la planificación y para el usuario futuro completar el mapa indicando, al lado de las carreteras, las distancias entre puntos bien definidos (bifurcaciones por ejemplo), distancias en vuelo directo del centro industrial (distancias promedios, de transporte por unidad de manejo) sin olvidar por supuesto, el área de cada estrato.

(El mapa en la Figura 5 también muestra estos datos).

III. ESTRATIFICACIÓN Y MAPEO EN BASE A FOTOGRAFÍAS CONVENCIONALES.

1. Generalidades

a. La estratificación y el mapeo en base a fotografías convencionales están íntimamente ligados y son la continuación lógica de la estratificación en base a fotografías radar, La gran diferencia es en el detalle del trabajo: los mapas hechos de los mosaicos radar son la base para la elaboración del plan de manejo. Los datos que pueden obtenerse de los mosaicos, en un tiempo que sólo es una fracción del necesario utilizando fotografías convencionales, son suficientes para la planificación general, para

la selección de las áreas según su uso futuro y para el plan de las carreteras; es decir, todas las decisiones que tienen que tomarse en este nivel.

Para la selección de unidades de manejo de un tamaño de aproximadamente 7,000 hectáreas (así como preconizó la Compañía Forestal Internacional Ltd. para el Bosque von Humboldt) y para el estudio detallado del plan de carreteras, se necesitan fotografías en una escala más grande que la de las fotografías de radar.

b. Del punto de vista del inventario, la parte más importante para la elaboración del plan de manejo del Bosque von Humboldt es la fotointerpretación y el mapeo. Los resultados de los inventarios hechos en el pasado (el último fue ejecutado por la Compañía Forestal Ltd.) dan bastante información sobre los volúmenes existentes y sobre la composición del bosque en las 200,000 hectáreas cubiertas por estos inventarios y tomadas en cuenta por el Estudio de Factibilidad (3).

c. La fotointerpretación y el mapeo se hace por áreas de aproximadamente 30,000 hectáreas (cada una de estas áreas representando una unidad de cartografía), en las cuales se delimitan unidades de manejo de aproximadamente 7,000 hectáreas según los resultados de la estratificación final.

Se agrupan unidades de manejo incompletas dentro de una unidad de cartografía, y las unidades de manejo incompletas situadas en el margen de la unidad de cartografía, se agruparán ulteriormente con las unidades incompletas de los mapa(s) adyacente(s).

El tamaño de las unidades de cartografía y de manejo ha sido determinado en base de las consideraciones siguientes:

- unidad de cartografía: unidad de trabajo de foto interpretación y de mapeo, en la escala 1:40,000 resultando un mapa fácil de manejar.
- unidad de manejo: según las recomendaciones del Informe del Estudio de Factibilidad (3).

d. El trabajo empezó con la unidad de cartografía San Alejandro, ya que el pueblo de San Alejandro ha sido seleccionado como centro del futuro complejo industrial de von Humboldt.

En esta área se encuentran los dos tipos de terreno más típicos presentes en el von Humboldt: de un lado las colinas bajas accidentadas y de otro lado el complejo formado por las colinas altas suaves y las colinas bajas. Como las unidades de manejo a seleccionar se situarán principalmente en estos dos tipos, los mapas para la unidad de San Alejandro sirven como modelo para las otras unidades de von Humboldt y, si se requiere, para otras áreas forestales de la selva baja.

2. Fotointerpretación y mapeo

a. Mapa del patrón de drenaje

Este mapa es básico, necesario en particular para el diseño del plan de las carreteras.

La fotointerpretación debe hacerse tan exacto como sea posible y no se pueden omitir las quebradas o fondos de los valles, así estos sean pequeños o grandes, con o sin agua, estrechos o anchos. De este mapa se puede obtener una, primera, pero muy buena impresión de los diferentes grados de dificultad de acceso.

(Figura 6: patrones de drenaje típicos. El estudio de la accesibilidad y el diseño del plan de las carreteras es más difícil en las colinas bajas accidentadas que en las colinas altas suaves).

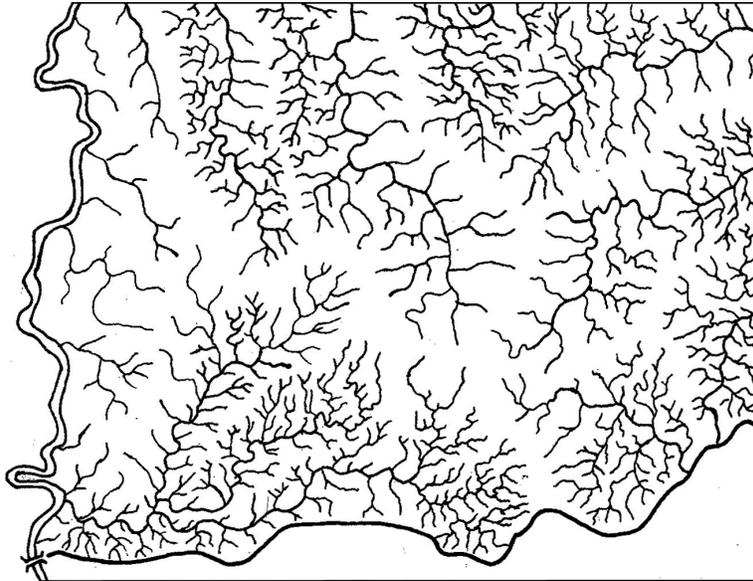


FIGURA 6: Drenaje

b. Mapa de las unidades de captación y de las cuencas hidrográficas

Este mapa puede derivarse fácilmente del mapa del patrón de drenaje una vez que se ha tomado una decisión en cuanto al tamaño óptimo y deseable de las cuencas hidrográficas respectivas.

Si estas cuencas son demasiado pequeñas, el mapa saldrá demasiado detallado. Si el tamaño es demasiado grande el mapa dará solamente información adicional limitada, insuficiente para la planificación detallada. La decisión debe tomarse considerando la escala del mapa y los patrones de drenaje del área total.

La fotointerpretación (y el mapeo) adicional que se necesita en este momento, es el dibujo de las líneas de las cumbres que separan las unidades de captación (las cuencas) y, hasta cierto punto, dependiendo del tamaño de las cuencas principales, algunas de las líneas de las cumbres más importantes dentro de estas cuencas principales.

Se recomienda, durante esta fase del trabajo, hacer una diferenciación entre pendientes fuertes y pendientes suaves al lado de las líneas divisorias. Esto puede hacerse, por ejemplo, achurando las pendientes fuertes. Esta diferenciación es otra ayuda valiosa para el estudio del acceso y el diseño del plan de las carreteras.

Se recomienda también hacerla fotointerpretación y el mapeo del sistema de drenaje y de las cuencas hidrográficas simultáneamente. Esto reduce considerablemente el tiempo necesitado, especialmente para el mapeo.

La información obtenida hasta este momento, es decir drenaje y cuencas, puede transferirse en un solo mapa pero, dependiendo de la densidad de las líneas de interpretación, es aconsejable preparar mapas diferentes o, lo que es aún mejor, imprimir un mapa del sistema de drenaje y preparar los mapas siguientes, transparentes (en tal caso se utilizará papel de dibujo transparente de tipo Kodatrace o Herculene para eliminar al máximo las distorsiones posibles).

(Figura 7 da un ejemplo de cuencas hidrográficas con indicación de las pendientes fuertes. El obscurecimiento indica áreas que, de ser posible, se evitarán durante el diseño del plan de las carreteras).

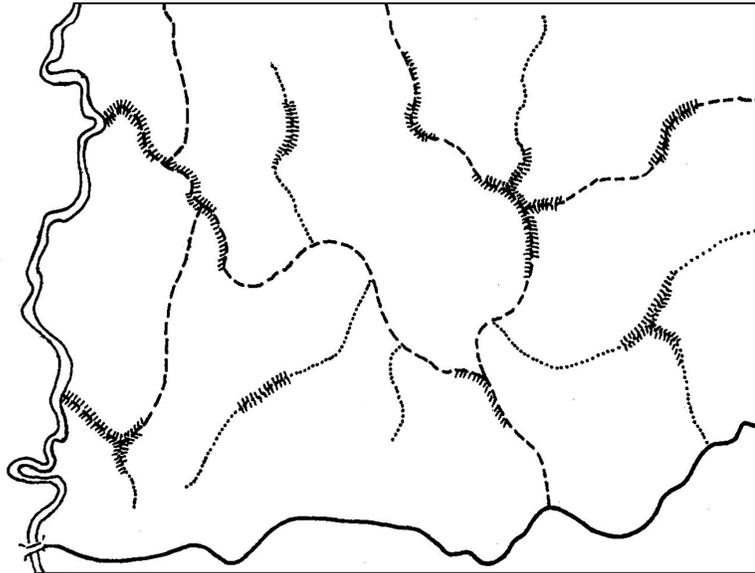


FIGURA 7: Cuencas hidrográficas – pendientes fuertes

c. Mapa de los tipos de terreno

Se deben considerar los tres tipos de terreno ya utilizados para la estratificación en los mosaicos de radar:

- Terreno plano-ondulado : PO
- Colinas bajas : CB
- Colinas altas : CA

Dentro de los dos tipos de colinas se hace una diferenciación de acuerdo con el grado de las pendientes, en colinas suaves y colinas accidentadas. Por supuesto, esta diferenciación es más fácil en las fotografías convencionales que en los mosaicos de radar en vista de la gran diferencia en escala entre los dos tipos de fotografías y del hecho de que la interpretación de las fotografías convencionales se hizo con un estereoscopio. La diferencia entre colinas suaves y accidentadas también está bien reflejada en el patrón de drenaje.

Además, si se puede hacer una diferenciación (en unidades razonables en lo que concierne sus tamaños) entre el terreno plano y el terreno ondulado, ello debería hacerse. El terreno plano, especialmente si está situado cerca de un río, a veces es un terreno frecuente o temporalmente inundado (FI-TI) y, por supuesto, esto es una característica a evitar cuando se considera la construcción de una carretera o de un puente. El tipo de vegetación sobre el terreno plano, también es un buen indicador para determinar si éste es frecuente o temporalmente inundado.

En principio, las áreas delimitadas no deberían ser más pequeñas que de 1 cm² excepto cuando son importantes para decisiones futuras (terreno inundado por ejemplo). Si una gran área está compuesta de una multitud de unidades más pequeñas aquí también es aconsejable agruparlas y codificar el complejo por una combinación del código, PO-CBS por ejemplo, que indica un complejo de terrenos plano-ondulados y de colinas bajas suaves. (Ver Figura 8).

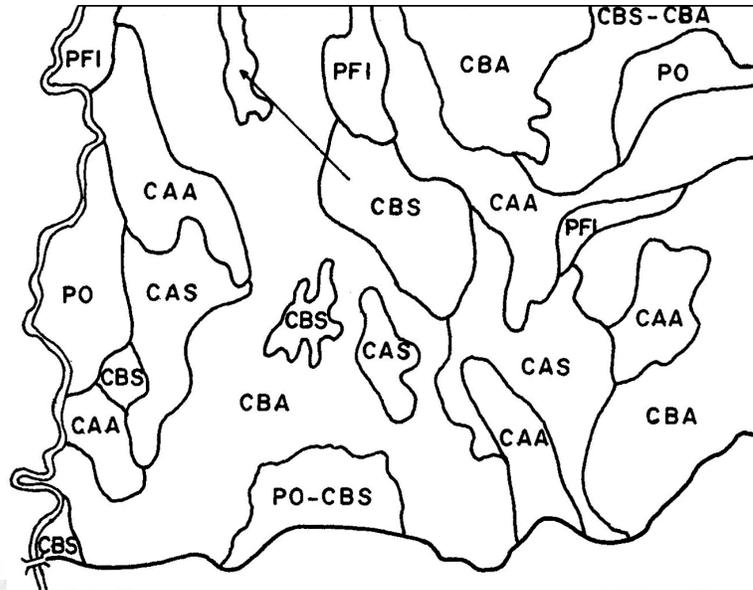


FIGURA 8 : Tipos de terreno

d. Mapa de los tipos de bosque

Independiente de la estratificación del terreno se puede hacer una estratificación del bosque, en el caso que los tipos de bosque sean significativamente diferentes y puedan delimitarse en unidades suficientemente grandes.

La diferenciación puede basarse sobre las características siguientes:

- Altura de los árboles
- Tamaño de las copas
- Densidad de copas
- Uniformidad o no en la estructura de la cima de las copas.
- Concentraciones de árboles con copa grandes.

Si una estratificación es posible podemos considerar al menos dos tipos: bosque aparentemente pobre y bosque aparentemente rico. Sin embargo, muchas veces será muy difícil, si no prácticamente imposible, hacer una delineación entre tipos de bosque por las razones siguientes:

- Si las diferencias entre los tipos de bosque no son fácilmente visibles y si las unidades individuales no son bastante grandes, la escala de las fotografías aéreas (1:40,000 y 1:60,000 en el caso de von Humboldt) a veces no permitirá una estratificación detallada cuando se trata de áreas de un tamaño de 30,000 hectáreas.
- En lo que concierne al bosque von Humboldt, sabemos de la fotointerpretación detallada y de los resultados del inventario del área piloto del proyecto (4), que existen concentraciones de árboles grandes con copas grandes. No obstante, y aunque las concentraciones pueden observarse en las fotografías y pueden cubrir hasta el 50% del área, ellas son demasiado pequeñas para poder delimitarse individualmente.

Por supuesto, deben delimitarse grandes diferencias entre tipos de bosque (tal como bosque de terreno seco, bosque de terreno frecuente o temporalmente inundado). El mapa también indicará los límites de la agricultura, del cultivo itinerante, del bosque secundario etc.

3. Estratificación final

La estratificación final del bosque se hace cuando los mapas sean significativamente diferentes una vez los cuatro mapas susodichos han sido completados.

Esta estratificación depende por supuesto, de los resultados de la fotointerpretación pero el propósito debe ser una clasificación que tome en cuenta las clases siguientes:

- Bosque con posibilidades agrosilviculturales.
- Bosque de producción.
- Bosque de protección.

Es decir las mismas clases que las utilizadas para la estratificación en base a los mosaicos de radar, pero con más detalle.

a. Bosque con posibilidades agrosilviculturales: Código AS

El bosque con posibilidades agrosilviculturales es el bosque situado en terreno Plano-ondulado y el bosque de las colinas bajas suaves.

En esta fase de la estratificación no es necesario hacer una diferenciación entre bosque en terreno apto para agricultura y bosque en terreno apto para agrosilvicultura o plantaciones, por las razones siguientes:

- Las áreas delineadas pueden ser no más grande que 1 cm² lo que representa solamente 16 hectáreas en la escala 1:40,000.
- Es difícil agrupar estas áreas en uno u otro de los dos tipos sin conocer la configuración y la distribución de los dos tipos en los mapas adyacentes.
- Las decisiones dentro del plan de manejo, sobre el uso futuro de estos terrenos se tomarán en base a los mapas hechos de los mosaicos de radar, ya que estos mapas cubren todo el área, lo que facilita la toma de estas decisiones.

Se clasifican todos los terrenos aptos para agricultura, agrosilvicultura y plantaciones como terreno apto para agrosilvicultura y las decisiones finales sobre el uso futuro de estos terrenos se tomarán al momento de delinear las áreas definitivas cuando se elabore el plan de manejo de las unidades de manejo.

Según la proximidad a carreteras o ríos y la proximidad de terrenos actualmente cultivados o cubiertos de bosque secundario, el área de AS puede subdividirse en ASi, bosque con posibilidades agrosilviculturales inmediatas, y ASfu, con posibilidades futuras. Esta clasificación depende del buen juicio del intérprete pero, aunque siendo subjetiva, es de importancia para el trabajo de la unidad de Silvicultura y Manejo, para la cual debe establecerse una política permitiéndola desarrollar técnicas adecuadas al manejo de las áreas de ASi impidiendo que estas áreas sean ocupadas en un futuro próximo por el cultivo itinerante

b. Bosque de producción: Código E

El bosque de producción es el bosque aparentemente rico (si esta estratificación detallada se hizo durante la fase cuatro de la fotointerpretación) o el bosque con apariencia uniforme (si no se hizo la estratificación detallada) de las colinas bajas accidentadas y de las colinas altas suaves.

Según la proximidad a carreteras o ríos y la dificultad de acceso (una área de bosque codificada E puede ser rodeada casi completamente por colinas altas accidentadas) el área de E puede ser subdividida en Ef, bosque de producción con acceso fácil, y Ed, con acceso difícil. No hay criterios exactos para esta clasificación que depende del buen juicio del intérprete.

c. Bosque de protección: Código P

El bosque de protección es cualquier tipo de bosque de las colinas altas accidentadas.

Aunque el proyecto PER/71/551 prácticamente no tiene experiencia en este tipo de terreno es conocido que la extracción por métodos tradicionales sería bastante difícil y la construcción de carreteras tan costosa que el aprovechamiento podría no ser rentable.

De otro lado parece necesario clasificar las colinas altas accidentadas adyacentes a áreas aptas para agro silvicultura, como bosque de protección para eliminar el peligro de erosión y de colmataje de las tierras arables.

Ulteriormente se podrían también incluir las áreas frecuente o temporalmente inundadas si se aclara que estos terrenos no son aptos para agro silvicultura. (Ver Figura 9).

Un plan de manejo completo debería incluir áreas reservadas para recreación, pero mientras que no dispongamos de criterios bien definidos, esta clasificación permanecerá muy subjetiva y restringida a algunas partes del bosque de protección que parecen ofrecer posibilidades para recreación.

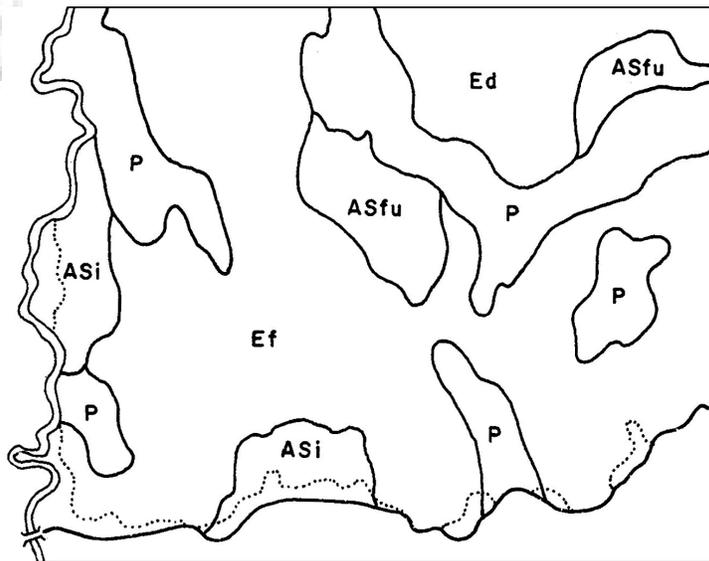


FIGURA 9 : Estratificación final

4. Selección de las unidades de manejo

Dentro de una unidad de cartografía, el área los bosques de producción y con posibilidades agrosilviculturales se divide en unidades de aproximadamente 7,000 hectáreas a fin de formar las unidades de manejo futuras. Sin embargo, esta cifra de 7,000 hectáreas no debe considerarse como una cifra exacta. Si, por ejemplo, en una unidad de cartografía se puede delinear unidades de solamente 4 hasta 7 mil hectáreas o, de otro lado, unidades más grandes, de 7 hasta 10 mil por ejemplo, no hay razones valiosas no hacerlo. Las unidades más pequeñas pueden ser agrupadas y las unidades más grandes divididas ulteriormente, por la empresa a cargo de la explotación, según su programa de extracción.

Cada unidad entonces puede componerse uno o más de los estratos siguientes:

- Bosque con posibilidades agrosilviculturales inmediatas
 - Bosque con posibilidades agrosilviculturales futuras
 - Bosque de producción con acceso fácil
 - Bosque de producción con acceso difícil
- (Ver Figura 10)

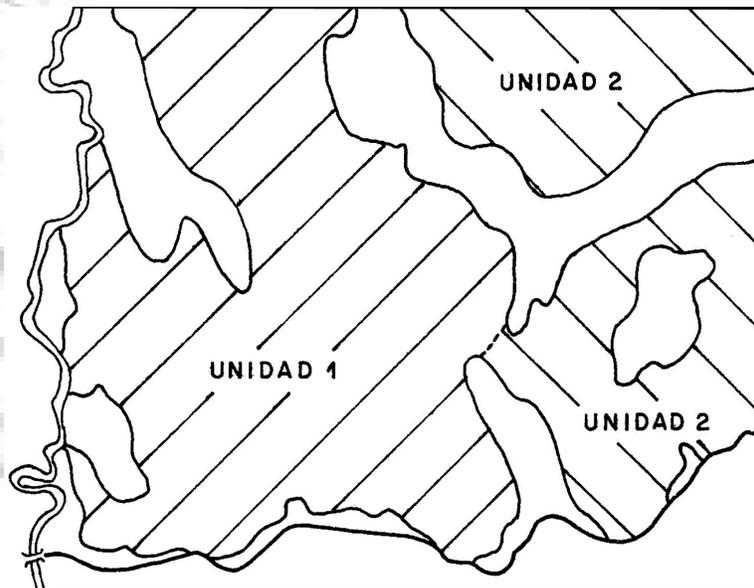


FIGURA 10 : Unidades de manejo

Diseño del plan de las carreteras

El plan, siguiendo en grandes líneas el diseño hecho de los mosaicos radar, debe indicar las categorías de carreteras siguientes:

- Carreteras principales de penetración que van a servir áreas grandes (cada una de un tamaño de aproximadamente 50,000 a 100,000 hectáreas).
- Carreteras principales de acceso a y dentro de las unidades de manejo.
- Carreteras secundarias dentro de las unidades de manejo.
- Carreteras de extracción dentro de las unidades de manejo.

No se consideran las trochas de extracción porque su ubicación exacta puede determinarse solamente por la unidad de extracción de la empresa en base a su propio levantamiento topográfico y del marqueo de los árboles para extracción.

Como en el caso de los mosaicos radar, las distancias de los diferentes tipos de carretera, su densidad por hectárea, y la distancia entre las carreteras de extracción se calcula según fórmulas existentes.

En el mapa también se indican los puentes futuros: puentes importantes y puentes secundarios. Los puentes importantes son los que cruzan los ríos o quebradas importantes, es decir quebradas que sirven una unidad de captación media a grande. Los puentes secundarios son los que tienen una unidad de captación pequeña a media.

Hay que recordar que las decisiones en cuanto al tamaño o la importancia de estos puentes se hace en base a estimaciones en los mapas y las fotografías aéreas y que el sitio y el tamaño exacto debe determinarse en el terreno. El plan de carreteras sirve como guía para los puentes y no como plan final. No se indican los pasajes sobre quebradas pequeñas que necesitan alcantarilla solamente.

Del mapa se puede obtener una estimación del, número de puentes que se necesitarán por kilómetro de carretera.(Ver Figura 11).

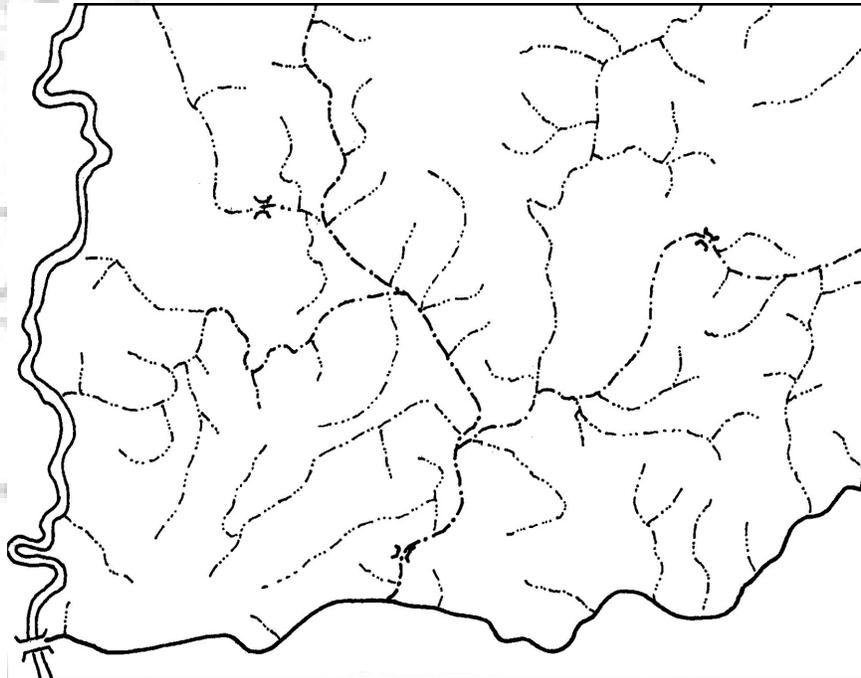


FIGURA 11 : Unidades de Manejo

BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Inventario Forestal del Bosque Nacional Alexander von Humboldt región de Pucallpa, Perú"^o
- 2.- "The Uses of Side Looking Airborne Radar Imagery for Tropical Forest Surveys". P.E.T. Alén. FO: MISC/75/10. April 1975. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ronde, Italia.
- 3.- "Estudio de Factibilidad Industrial. Bosque Nacional von Humboldt, Perú".^o Forestal International Ltd., Vancouver, Canadá. Abril 1977.

^o Informes preparados para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, actuando como la agencia ejecutora para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

