

Evaluación del Aprovechamiento Forestal


BOLFOR
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible
Financiado por USAID y PLADO
en convenio con el MDSF



Evaluación del Aprovechamiento Forestal

Autores:

Freddy Contreras
William Cordero
Todd S. Fredericksen

Santa Cruz, Junio, 2001



Copyright©2001 by
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)

Las opiniones y juicios técnicos expresados en las publicaciones del Proyecto BOLFOR, son emitidos por los consultores contratados por el proyecto y no reflejan necesariamente la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o de USAID

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto
Casilla # 6204
Santa Cruz, Bolivia
Fax: 591-3-480854
Tel: 480766-480767
Email: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo

*Citación: Contreras, Freddy; Cordero, William; Fredericksen S., Todd. BOLFOR. 2001.
"Evaluación del Aprovechamiento Forestal"*

DISEÑO Y EDICIÓN GRÁFICA : DELICIA GUTIERREZ
REVISIÓN DE TEXTO : DANIEL NASH

Para la reproducción íntegra o en parte de esta publicación se debe solicitar autorización al Proyecto BOLFOR.

Impreso en Editora El País
Dirección: Cronembold No. 6
Teléfono 343996 Santa Cruz, Bolivia

Impreso en Bolivia - Printed in Bolivia

Evaluación del Aprovechamiento Forestal

INDICE

INTRODUCCION	1
SUPERFICIE AFECTADA	2
CAMINOS PRINCIPALES Y PISTAS DE ARRASTRE	2
Levantamiento topográfico	2
Método de transectos	4
Utilización de GPS	7
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE PATIOS DE ACOPIO	11
SUPERFICIE DE CLAROS CAUSADOS POR LA CAIDA DE ARBOLES TALADOS.....	14
EVALUACION DE DAÑOS AL SUELO	18
CUANTIFICACION DE RESIDUOS DEJADOS EN EL BOSQUE	19
EVALUACION DE TOCONES Y DIRECCION DE CAIDA DE ARBOLES APEADOS	20
NUMERO Y TIPO DE DAÑOS A LA MASA REMANENTE	24
CLASIFICACION DE DAÑOS	25
VARIABLES Y CLASES DE DAÑOS EN CADA ARBOL DAÑADO O AFECTADO	27
PARAMETROS PARA CALIFICAR EL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO	28
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS: 1. FOTOGRAFIAS 2. EL PROGRAMA FUGAWI	



INTRODUCCION

Toda actividad de aprovechamiento forestal causará, irremediablemente, algún nivel de daño ya sea a la masa remanente, al suelo y/o las fuentes de agua. No obstante, estos daños pueden minimizarse con una buena planificación de las operaciones de aprovechamiento, incluyendo la construcción de caminos y pistas de arrastre, la corta y el arrastre.

Posteriormente, esta planificación debe ser evaluada para establecer el nivel de cumplimiento de las operaciones y realizar los ajustes necesarios para las próximas cosechas. De esta manera, tanto los responsables del manejo como los administradores tendrán una mejor base de información para la toma de decisiones en el futuro.

Existen diferentes metodologías para la evaluación de los efectos del aprovechamiento. Estas metodologías deberían implementarse al concluirse la época de zafra o según vayan avanzando las operaciones. Cuando se trabaje en áreas grandes (por ejemplo AAA mayores a 1000 ha), la evaluación se debería hacer en áreas de entre 50 y 100 ha. Sin embargo, no es necesario hacer la evaluación sobre toda la superficie aprovechada y la intensidad de muestreo se puede ajustar conforme se van obteniendo los primeros resultados, de acuerdo a la variabilidad que muestran los mismos. Igualmente, la evaluación puede concentrarse en algunos de los parámetros y no incluir todos; por ejemplo, puede que inicialmente sólo se evalúen las pistas y los caminos construidos.



Los equipos de medición y materiales necesarios para la aplicación de la metodología son: GPS (receptor/navegador de sistemas de posicionamiento global), brújula, clinómetro, cinta métrica, cinta diamétrica, forcípula, cintas de color, machete, libreta de campo, marcadores, flexómetro y planillas de campo.

Con la cuantificación de los residuos, tocones y daños a la masa remanente (futura cosecha) y los precios de la madera por metro cúbico, se puede hacer estimaciones sobre el valor de las pérdidas económicas para la empresa u organización, lo que puede definir, en el futuro, una mejor aplicación de las prácticas de aprovechamiento

SUPERFICIE AFECTADA

CAMINOS PRINCIPALES Y PISTAS DE ARRASTRE

a) Levantamiento topográfico

Para establecer el área impactada por caminos, pistas de arrastre y patios de acopio, se debe realizar el levantamiento topográfico de esta infraestructura, registrando la siguiente información:

- Distancia sobre el terreno, con cinta métrica
- Pendiente, en porcentaje, definida con clinómetro.
- Acimut, en grados y con base 360°, tomado con brújula.
- Ancho cada 100 metros en caminos y 50 metros en pistas.



Para iniciar el levantamiento topográfico, se debe determinar un punto georeferenciado (tomado con GPS), al cual todos los caminos y pistas estarán amarrados. A partir de dicho punto, se deben iniciar las mediciones, estableciendo estaciones en cada punto donde cambia la pendiente o la dirección del camino o la pista.

Generalmente, cuando se evalúan las pistas, éstas se ramifican progresivamente a medida que se avanza, en estos casos se debe establecer, según la intensidad de uso, una nomenclatura (por ejemplo, una relación ordinal) que ayude en el procesamiento de la información y su representación. También es importante dejar una cinta de color, como marcador, cada vez que exista un cambio de dirección de la pista, para evitar que una pista sea evaluada dos veces. En los casos donde los caminos sean transitables por vehículo, es más fácil medir los mismos con el odómetro del carro; sin embargo tal medición sólo da una idea de la longitud de los caminos o pistas y, no así, de su ubicación o dirección.

Para la medición del ancho de los caminos, se debe realizar un muestreo, información que posteriormente se empleará para la determinación de la superficie afectada por esta infraestructura. Este muestreo consiste en medir el ancho del camino o pista cada cierta distancia. Después, con base en estas mediciones, se calcula un promedio del ancho.



b) Método de transectos

Este método consiste en seleccionar, al azar, líneas o carriles (del inventario o censo) que atraviesan el área estudiada y relacionar su distancia total con la distancia total de las pistas que la atraviesan.

Para aplicar este método, se debe recorrer una línea o carril (transecto) e ir midiendo, con cinta métrica u otro instrumento, la distancia desde la partida hasta encontrar una intersección con una pista de arrastre. El espacio ocupado por la pista o claro debe ser medido y luego continuar hasta encontrar otra área afectada, pero manteniendo siempre la distancia acumulada de la línea o carril.

Luego se aplica la siguiente relación para cada línea o transecto:

$$\% \text{ daño} = \frac{\text{distancia total de pistas}}{\text{distancia total del transecto}} * 100$$

El siguiente ejemplo tomado de Jackson et al. (2000) se refiere a 10 líneas o transectos en un área de aprovechamiento de 500 ha.

El promedio de los 10 transectos es 5.2%, es decir que un 5.2% del área de aprovechamiento está impactada por pistas o claros. Esto significa que hay 26 ha (500 ha * 0.052) cubiertas por pistas o claros en el área evaluada. Esta clasificación puede hacerse más detallada, de manera que se clasifiquen las pistas primarias, secundarias, etc.



Transecto	Distancia del transecto (m)	Distancia afectada en el transecto (m)	%
1	1000	50	5.0
2	1000	100	10.0
3	1000	7	0.7
4	1000	25	2.5
5	1000	48	4.8
6	1000	56	5.6
7	1000	35	3.5
8	1000	66	6.6
9	1000	35	3.5
10	1000	80	8.0
PROMEDIO		50.2	5.02

A partir de esta superficie cubierta por caminos o pistas de arrastre, se puede estimar su longitud, asumiendo un ancho promedio. Por ejemplo:

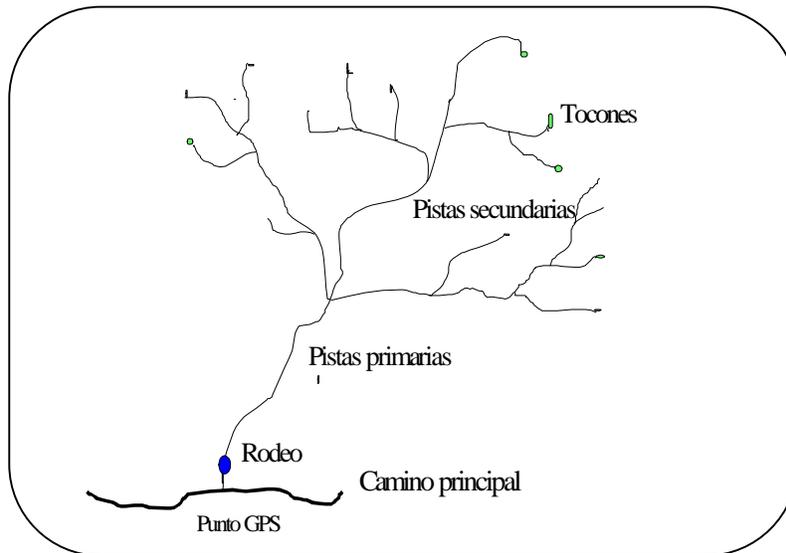


Parametro	Valor	Cálculo
Superficie afectada en ha	26	10000 m ² /ha
Superficie afectada en m ²	260000	
Ancho promedio de la pista en metros	3.5	
Longitud total de las pistas en metros	74285.7	260000/3.5
Densidad promedio de pistas en m/ha	148.57	74285.7/500

Este método se aplica cuando es difícil, costoso o no hay tiempo de realizar un levantamiento topográfico completo de caminos y pistas.

En la siguiente figura se muestra una representación de los caminos, patios y pistas de arrastre, obtenida mediante el método de levantamiento topográfico. Si se utiliza el método de transectos, y éstos están lo suficientemente cerca, se puede producir un croquis con la ubicación aproximada de los caminos o pistas. Además, como se indicó anteriormente, las pistas se pueden clasificar en primarias y secundarias, según su uso y tráfico. En términos generales, las pistas primarias se comunican con un rodeo y las secundarias generalmente llegan hasta el tocón del fuste extraído.





c) Utilización del GPS¹

Dependiendo de la escala de la zona a ser evaluada y de la precisión que se desee obtener, se puede hacer el levantamiento de los caminos y pistas utilizando GPS. Este procedimiento puede llevarse a cabo de diferentes maneras.

¹ Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global en Castellano).



Una de las alternativas es utilizar la opción de marcar puntos (WAYPOINTS) en cada cruce o división de camino o cuando hay un cambio en la dirección en el camino o la pista. Las coordenadas de estos puntos pueden luego ser utilizadas con cualquier programa de mapeo, para graficar los caminos levantados. Es recomendable que, al mismo tiempo que se hace el recorrido con el GPS, se prepare un croquis del recorrido.

Otra alternativa consiste en utilizar la opción TRACKING de los GPS. En esta opción, el GPS va registrando automáticamente el recorrido que se realiza, pero deben tomarse algunas precauciones para que la información producida sea de la mejor calidad posible. Debe tenerse presente que los GPS navegadores más comunes (tipo Garmin²) registran automáticamente el recorrido pero no producen automáticamente archivos o puntos con las coordenadas. También, se debe ajustar el GPS si se quiere definir la frecuencia con la cual éste tomará los registros, aunque también se puede dejar en AUTO (automático). Se ha observado que el modo automático no proporciona buenos registros cuando las distancias evaluadas son cortas (menos de 50 metros) y, en estos casos, es preferible establecer un periodo de tiempo (5 o 10 segundos por ejemplo) dentro del cual el GPS hará la observación respectiva. Se asume que la programación del GPS, en cuanto al sistema de coordena

² La mención de marcas no significa una recomendación de BOLFOR para su uso y normalmente hay en el mercado más de una alternativa que se puede utilizar.



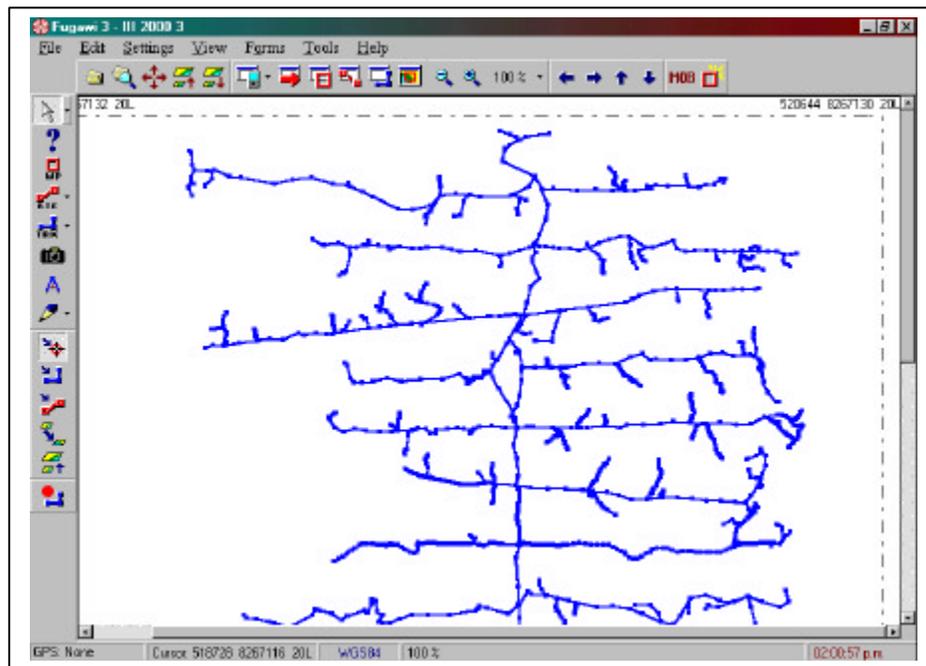
das, datum, hora local y otros, está definida según el mapa de trabajo.

Para obtener coordenadas con TRACKING se señalan dos opciones principales:

- Utilizar la opción de TRACKBACK y, después de hacer el recorrido de cada una de las pistas, ejecutar la opción GO TO TRACKBACK y el GPS producirá puntos (WAYPOINTS) con coordenadas a lo largo del recorrido hecho. En este caso, no se tiene control de los lugares donde se marcan los puntos, sino que el GPS los distribuye a lo largo del recorrido que se hizo. Es conveniente ejecutar el GO TO TRACKBACK frecuentemente (por ejemplo para cada uno de los caminos y pistas), con el fin de lograr el mayor detalle posible. Los puntos que produce esta opción quedan en la memoria del GPS con el símbolo T y pueden luego ser graficados en cualquier programa de mapeo. En el croquis que se levante en el campo, se anotan el número de punto de inicio y final de cada una de las pistas o caminos levantados.
- Utilizar un programa, como **FUGAWI**, que permite “bajar” del GPS a la computadora todo el recorrido hecho con la opción TRACKING, de manera que, para todo el recorrido, se tienen coordenadas que puedan ser graficadas con cualquier programa de mapeo o con el mismo



FUGAWI. A continuación se presenta un ejemplo de graficación con **FUGAWI**.



Antes de utilizar la opción de TRACKING, se debe tener el cuidado de "borrar" cualquier registro que se haya hecho anteriormente y que no forme parte del levantamiento que se está o que se quiere realizar. Esto simplificará el procesamiento de la información, aunque posteriormente, con el **FUGAWI**, también se pueden eliminar los puntos que no corresponden al levantamiento. El método para inicializar el TRACKING varía según el fabricante del GPS, por lo que se recomienda consultar el manual de cada GPS y seguir las instrucciones del caso.

En cualquier caso que se utilice el GPS para el levantamiento de caminos, es recomendable que se cuente con el software y el cable necesario para conectar el GPS a la computadora, de manera que las coordenadas de interés se puedan "bajar" directamente, sin necesidad de transcribirlas manualmente. También, se deben tener presentes las limitaciones del GPS en cuanto a la disponibilidad de satélites y densidad del dosel y, por lo tanto, planificar la toma de datos para disminuir al máximo el efecto negativo de estas fuentes de error (para más detalles del programa FUGAWI ver Anexo 2).

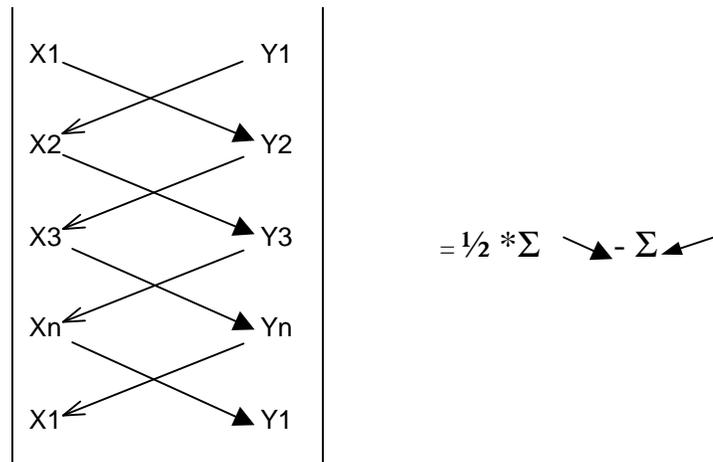
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PATIOS DE ACOPIO

El levantamiento se realiza ubicándose en cada uno de los vértices del rodeo y determinando la distancia y el azimut entre éstos. Este proceso también puede efectuarse con GPS, aunque, dependiendo de la dimensión del patio, el error de medición del GPS puede ser grande, con respecto a la superficie medida.



La superficie se puede determinar aplicando la fórmula de Gauss, que consiste en una matriz de los coordenadas planas X y Y, donde se multiplica la abscisa del primer vértice por la ordenada del segundo, hasta terminar con la abscisa del último vértice por la ordenada del primero. La superficie resultante es el promedio de la diferencia de la sumatoria entre la primera multiplicación y la segunda. El área es definida en metros cuadrados.

La fórmula es:



Donde: X y Y son coordenadas UTM o planas
Fuente: Gayoso, 1985



Cuando el patio tiene forma rectangular o cuadrada, con sólo medir el largo y el ancho se podrá definir su área.

Para determinar el área total de patios, se sugiere hacer un muestreo midiendo por lo menos 10 patios y multiplicar el área promediada por el número total de patios.

La misma fórmula, anteriormente mencionada, se puede aplicar para determinar la superficie total del área evaluada. Para ello, se deben tomar las coordenadas de los extremos de las pistas de arrastre, caminos o tocones y analizarlas como si constituyeran una poligonal cerrada.

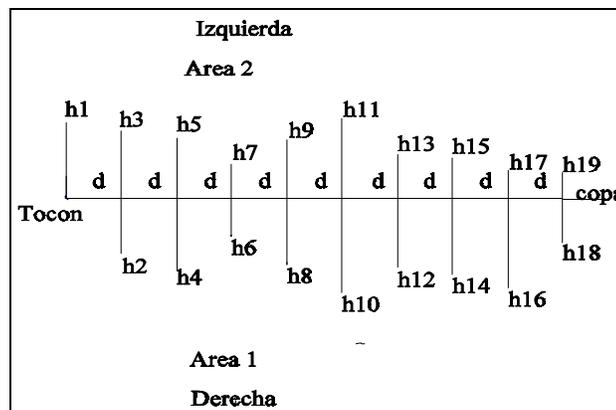
Actualmente, las versiones nuevas del software de los GPS navegadores, en la opción TRACKING, brindan la posibilidad de calcular directamente el área de cualquier poligonal cerrada. El procedimiento a seguir es el mismo que para el levantamiento topográfico, sólo que al final del recorrido se escoge, en la pantalla TRACKING, la opción de cálculo de área. Los resultados se presentan en km² cuando el área es grande (mayor a 1000 m²) y en m² para superficies menores.



SUPERFICIE DE CLAROS CAUSADOS POR LA CAÍDA DE LOS ÁRBOLES TALADOS.

Los claros ocasionados por la caída de los árboles pueden ser medidos aplicando diferentes fórmulas o técnicas topográficas.

El primer método consiste en tomar el fuste total del árbol caído como línea o eje central y, a lo largo del mismo (por ejemplo, cada dos metros) y en forma perpendicular, medir el área afectada por la caída del árbol. Ver figura (Cordero, 1992).



Diseño esquemático de la medición de claros, donde:

- d = Distancia en metros a lo largo del eje central
- h1...h19 = Distancias del lado izquierdo del claro
- h2...h18 = Distancias del lado derecho del claro



Se recomienda enumerar el flanco derecho con números pares y el izquierdo con impares. De esta manera, se facilitarán los cálculos. A partir de estos valores, se calcula la superficie de cada una de las partes medias con las siguientes fórmulas:

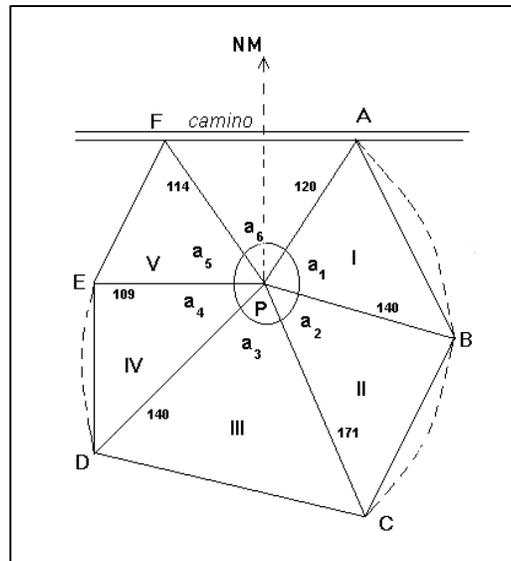
$$\text{Area 1} = d * \left[\frac{h_2 + h_{18}}{2} + h_4 + h_6 + \dots + h_{16} \right]$$

$$\text{Area 2} = d * \left[\frac{h_1 + h_{19}}{2} + h_3 + h_5 + \dots + h_{17} \right]$$

El área total será la sumatoria de ambos resultados.

El segundo método, de triángulos, consiste en colocar un punto al centro del claro y dividir el mismo en triángulos que se forman por el punto central y dos rumbos hasta el borde del claro (dividiendo el claro por lo menos en 5 triángulos). Luego, se miden las distancias de los dos lados del triángulo, desde el centro hasta el borde, y el azimut de dos rumbos para calcular el ángulo interior. Posteriormente, se usa la relación trigonométrica con los dos lados y ángulo interior para calcular el área de cada triángulo. Después, se suman todos los triángulos para llegar al área total del claro. El siguiente ejemplo ilustra el método:





Lados	Ángulos	Seno de a_n
PA = 120 m	$a_1 = 79^\circ$	0.9816
PB = 140 m	$a_2 = 34^\circ$	0.5592
PC = 171 m	$a_3 = 84^\circ$	0.9945
PD = 140 m	$a_4 = 48^\circ$	0.7431
PE = 10 m	$a_5 = 52^\circ$	0.7880
PF = 11 m	$a_6 = 63^\circ$	0.8910
TOTAL	360°	



AREA DEL CLARO = Area I + II + III + IV + V + VI

Formula general $A = \frac{1}{2} * \sum S_i * S_{i+1} * \text{sen } a_{i, i+1}$

$A I = \frac{1}{2} * PA * PB * \text{sen } a1 \quad A I = 0.5 * 12 * 14 * \text{sen } 79^\circ = \quad 0.008$

$A II = \quad 0.007$

$A III = \quad 0.012$

$A IV = \quad 0.006$

$A V = \quad 0.005$

$A VI = \quad 0.006$

TOTAL $\quad 0.044 \text{ ha}$

Una vez que se ha obtenido un promedio del tamaño de los claros, éste se multiplica por el total de árboles cortados y, así, se estima el área de claros para toda la superficie evaluada. La información sobre el tamaño de los claros, junto con la información sobre la ecología de las especies de interés, puede ayudar a determinar patrones de corta que produzcan tamaños de claros apropiados para las especies.

En esta guía sólo se presentan dos métodos para cuantificar claros, pero pueden existir otros métodos que, por experiencia o costos, pueden implementarse también.



EVALUACION DE
DAÑOS AL SUELO

Esta evaluación tiene como fin determinar el nivel de alteración del suelo en la superficie evaluada. Lo que se busca es separar qué proporción fue más o menos alterada y, de esta manera, determinar si existe el potencial para que ocurran problemas en el futuro. En términos generales, el hecho de que la mayoría de las operaciones de aprovechamiento se realicen sólo durante la época seca, contribuye a disminuir los daños al suelo.

La evaluación se hace mediante un muestreo a lo largo de transectos, los cuales cubren la totalidad de la superficie evaluada. Esta es similar al método de transectos descrito anteriormente para determinar la cantidad de caminos, con la diferencia de que no se mide la distancia de los transectos, sino que se hacen observaciones por puntos cada 20 a 50 metros.

La cantidad de transectos y la frecuencia con que se hacen las observaciones a lo largo de éstos, depende del tamaño de la superficie evaluada. En cada punto, se hace una observación de la condición en ese preciso lugar, no en los alrededores ni 2 o 3 metros más atrás o adelante. La observación se clasifica según las clases que se describen a continuación:



Cuadro 1. Nomenclatura para evaluar las condiciones del suelo.

A	Sin disturbio: materia orgánica en su lugar no hay evidencia de compactación.
B	Algún disturbio: materia orgánica removida pero en su lugar.
C	Materia orgánica removida y suelo expuesto.
D	Suelo removido y exposición de los horizontes inferiores.
E	Máximo disturbio y compactación obvia.

Fuente: Cordero y Meza, 1992

Los resultados deben ser presentados en forma porcentual:

$$\% \text{ daño} = \frac{\sum \text{observaciones por categoría individual}}{\sum \text{observaciones de todas las categorías}} * 100$$

CUANTIFICACION DE RESIDUOS DEJADOS EN EL BOSQUE

Para evaluar los volúmenes maderables dejados en el bosque en forma de residuos, la empresa u organización deberá definir las características mínimas para que una troza pueda ser económica y técnicamente utilizada por la industria. En esta parte, se trata de determinar qué volúmenes de madera quedan en el bosque, los cuales pudieron haber sido utilizados por la industria.



Algunas de las características que deben definirse son diámetro mínimo, largo de las trozas, calidad de las trozas y la especie que la industria podría procesar. Con base en esta información, se podrá determinar el volumen dejado en el bosque.

Para la cuantificación del volumen de los residuos, se recomienda aplicar la fórmula de Smalian tal y como se detalla a continuación:

$$V = \left(\frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{d^2 + D^2}{2} \right) * L$$

donde: D = diámetro mayor en m
 d = diámetro menor en m
 L = largo en m
 V = volumen en m³
 π = constante 3.141516...

EVALUACION DE TOCONES Y DIRECCION DE CAIDA DE ARBOLES APEADOS

La evaluación de los tocones o la calificación de la calidad de corta suministra información indispensable para determinar mejores sistemas de pago y para aumentar la calidad y la eficiencia de la operación de corta.

Para evaluar la dirección de caída y cuantificar la calidad del corte, se realiza una observación de cada tocón y éstos se clasifican de acuerdo a las clases descritas en el Cuadro #2.



Cuadro 2. Nomenclatura para la clasificación de tocones

CLASE	DESCRIPCION
A	Corte bien realizado, no se aprecian daños y la boca de caída está bien orientada
B	Corte bien realizado, no se aprecian daños pero la boca de caída no está bien orientada
C	Reventazón de fuste por caída sobre aletón
D	Reventazón de la parte inferior del fuste por caída sobre obstáculo
E	Reventazón de la parte superior del fuste por caída sobre obstáculo
F	Astillamiento del fuste por cortes incompletos
G	Corte malo pero no ocurre pérdida del producto

Fuente: Cordero y Meza, 1992

Para determinar el porcentaje de calidad de corte mediante tocones, se debe emplear la siguiente relación:

$$\% \text{ Tipo de corte} = \frac{\sum \text{de cortes para clase individual}}{\sum \text{total de cortes}} * 100$$



En los mismos tocones, se debe determinar la altura de éstos, la altura de corte y su diámetro. La altura del tocón se determina midiendo desde el nivel del suelo hasta los 30 cm aproximadamente; la altura sobrante se considera inaceptable. La altura de corta es la medida desde el nivel del suelo hasta el borde del corte mismo. Para definir el diámetro, se deben realizar dos mediciones en forma cruzada y obtener un promedio de éstas.

En los tocones que presentan pudrición, se mide el diámetro del área afectada y se anota la especie, ubicación de la pudrición y si existe algún indicio que indique el agente causal (hongo o insecto). Luego, el diámetro de pudrición se relaciona con el diámetro total del tocón y se determina el porcentaje del problema.

$$\% \text{ Pudrición} = \frac{\text{diámetro de pudrición}}{\text{diámetro total del tocon}} * 100$$

La dirección de caída debe evaluarse considerando dos factores principales:

- Daño a la masa remanente: es importante que se cause el menor daño posible a la regeneración establecida de especies importantes para el manejo forestal.
- Operación de extracción: la dirección de caída debe ser tal que facilite la operación de rodeo y, al mismo, tiempo evite el aumento de daños causados por dicha operación.



La selección adecuada de la dirección de caída se determinará de acuerdo a la evaluación de los daños causados a la masa remanente y se basará en la siguiente clasificación.

Cuadro 3. Clases para calificar la selección de dirección de caída

CLASE	DESCRIPCION
mb	El daño que se causa a la vegetación circundante es mínimo y no hay árboles de futura cosecha que hayan sido dañados.
b	La dirección de caída se seleccionó apropiadamente, pero se notan algunos daños a árboles residuales que posiblemente pudieron evitarse.
r	Hay al menos un 50% de posibilidad de que no se haya seleccionado la mejor dirección de caída. Se observan varios árboles (regeneración natural establecida) dañados, es posible que se dañaran árboles de futura cosecha.
m	Al parecer, no se seleccionó la dirección de caída y sólo se cortó el árbol siguiendo la inclinación natural. Hay abundantes daños en árboles adultos, tanto de especies deseables como de otras especies.

La clasificación anterior sólo permite calificar la calidad de la dirección de caída y, no así, el número y el tipo de daños a la masa remanente que se citan más adelante. Es posible que no sea necesario determinar la cantidad de árboles dañados, si el mayor porcentaje está entre las clases “mb” y “b”, pero será necesario un análisis más detallado si los daños a las clases “r” y “m” son más frecuentes.



NUMERO Y TIPO DE DAÑOS A LA MASA REMANENTE

Para cuantificar el número y el tipo de daños a la masa remanente, se debe seleccionar, del mapa de censo, los lugares a muestrear incluyendo claros de aprovechamiento, patios de acopio, pistas de arrastre y caminos principales. Se facilitará el muestreo cuando todas las áreas a ser evaluadas estén numeradas.

En pistas y caminos, también se puede emplear segmentos de 50 a 100 m de largo, escogidos al azar. Por ejemplo, un camino principal de 2 km de largo se puede dividir en segmentos de 100 m y asignar un número a cada uno de éstos. Si se emplean 5 muestras, se escogen 5 de los 20 segmentos. Para pistas cortas, se puede tomar el total del largo de la pista.

Los daños pueden calificarse en diferentes niveles (en general, se toma en cuenta daños a los árboles con $dap > 10$ cm).

- En caminos principales, se miden los daños por lo menos en 5 segmentos de 100 m de largo cada uno. Se deben contar todos los árboles dejados o dañados a 1 m del borde de perturbación del camino. Asimismo, se miden los daños secundarios sin importar la distancia de éstos al camino.
- En patios, al igual que en los caminos, se miden todos los árboles dañados o dejados dentro de





- los patios y a 1 m del borde de éstos. Se deben medir por lo menos 5 patios.
- En claros, se miden todos los árboles dañados dentro la zona de caída del fuste y la copa. Esta evaluación debe cubrir también la zona situada detrás del tocón, para determinar posibles daños causado por conexiones con lianas (véase la figura).
- En pistas de arrastre, se miden 5 secciones de pistas primarias, secundarias y terciarias, y éstas se clasifican en:

Tipo de pista	Área de muestreo
Primaria	100 m
Secundaria	50 m
Terciaria	50 m o menos según largo de la pista

Se miden los daños hasta en una distancia de 1 m a cada lado de la pista.

CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Véase el ejemplo de planilla de campo en la página siguiente y las variables a registrar en las páginas 27 y 28.



Ejemplo de hoja de campo

Planilla de campo-Daños al aprovechamiento

Lugar: Empresa Forestal LTDA.
Sitio: Pistas terciarias muestra # 1

Responsable: Pepe González
Fecha: 01/01/2000

Comentarios:

Especie	DAP (clase)	Daños al fuste				Daños a la copa		Daños a la raíz		Sin daños	Sanidad
		Local (m)	Tipo	1º / 2º	Tamaño	Tipo	1º / 2º	Tipo	1º / 2º		
BICO	70	2	corteza	1	grande			madera	1		sano
VERD	50									X	
VERD	20									X	
MOTA	10									X	
AMBAIBO	20	1	madera	1	pequeño						sano
VERD	30	1	madera	1	grande						podrición
MOMO	20									X	
BLAN	40									X	

Cálculos e interpretación de la planilla

Se nota que 3 de los 8 árboles fueron dañados en esta pista terciaria, es decir 3/8 o un 37.5% (se debe tomar los porcentajes de otras pistas terciarias y sacar un promedio global de todas las pistas de esta categoría). A partir del cuadro anterior, se puede obtener otra información como, por ejemplo, el daño a dos árboles comerciales de futura cosecha (1 bibosi colorado y 1 verdolago) y uno no comercial (ambaibo).

Uno de los verdolagos presenta pudrición en el tallo, que corresponde a 1/8 o un 12.5% de árboles de valor comercial. Por otra parte, se nota que el daño en el bibosi es de dos formas (fuste y raíz). Todos los daños fueron causados por golpes primarios del "skkider" y 2/3 o un 66.7% corresponde a daños considerables y 3/4 o un 75% de los daños alcanzaron la madera (es decir heridas profundas que podrían ser infectadas fácilmente por hongos).

VARIABLES Y CLASES DE DAÑOS EN CADA ÁRBOL DAÑADO O AFECTADO

- Especie
- DAP
- Daños al fuste
 - A. Localización del daño (definida en metros)
 - B. Tipo (podría ser más de uno)
 - árbol quebrado o aplastado
 - árbol inclinado
 - daño a la corteza superficial
 - daño hasta el cambium
 - daños entrando a la madera
 - C. Causa del daño: daño causado por la máquina (1^o), daño causado por otros árboles (2^o)
- Daños a las raíces
 - A. Tipo
 - a la corteza
 - al cambium
 - a la madera
 - B. Causa del daño: similar al caso de daños al fuste
- Daños a las copas
 - A. Tipo
 - pérdida menos de 33% de la copa
 - pérdida entre 33-67%
 - pérdida más del 67% pero no todo
 - pérdida de toda la copa (pero queda el fuste)



B. Causa del daño: similar al caso de daños al fuste

- No se presentan daños - Se anotan los árboles, situados dentro del área muestreada, que no tienen daños. Se puede determinar, también, el porcentaje de árboles dañados y no dañados.
- Sanidad - Se anota la sanidad de árbol, es decir los árboles sanos que presentan, por ejemplo, pudrición.

PARAMETROS PARA CALIFICAR EL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO

Los siguientes parámetros permitirán al evaluador, sea éste el Estado o el usuario, establecer el grado de cumplimiento entre lo planificado y lo ejecutado en el campo, en lo que se refiere a caminos, pistas de arrastre y rodeos construidos, además de los impactos causados por el apeo de los árboles, los daños al suelo por el arrastre de troncas y los daños a la masa remanente.

Estos parámetros fueron tomados de proyectos forestales que se desarrollan en otros países. Es de esperar que, con la implementación de la metodología para evaluar el aprovechamiento, también se puedan definir estándares locales de calificación, los mismos que deberán estar estrechamente vinculados con los criterios e indicadores de la certificación forestal.



Evaluación del Aprovechamiento Forestal

Referencia	Parámetro/ Estudio/ Lugar	Aprovechamiento Tradicional	Aprovechamiento Mejorado
3	% área disturbada por corta	14	8
	% del área disturbada por arrastre	14	5-8
4	% daños serios a bosque residual	29	12
	% área disturbada por corta	11.1	7.7
	% del área disturbada por arrastre	8.7	5.2
	Distancia de arrastre promedio (metros)	350.6	335.2
	Productividad en corta de árboles con aletones (m ³ /hr)	17.6	18.3
5	Densidad máxima de caminos (m/ha)	40	
	Densidad máxima de pistas de arrastre (m/ha)	300	
	Área máxima en rodeos hectáreas/100 ha	0.5	
	% de área máxima afectada por aprovechamiento	30	
	Mínimo ancho zona de amortiguamiento en ríos (m/lado)	20	
6	% máximo de pendiente donde se opera	40	
	Densidad promedio de caminos (m/ha)		9.1
6	Densidad promedio de pistas de arrastre (m/ha)		120
	7	Índice de árboles residuales > 10 cm dañados	1
8	Índice de productividad en corta	1	1.1
	Índice de productividad en arrastre	1	1.6
	Índice de costo de aprovechamiento	1	0.84
9	Índice de daño a árboles	1	0.55
	Índice de disturbio de superficie	1	0.76
	Índice de productividad en aprovechamiento	1	1.13
10	Índice de costo de aprovechamiento	1	1.05-1.1
	Índice de daño al bosque residual	1	0.5

³ Hendrison 1989, Suriname,

⁴ Elias, Agricultural University Bogor, Indonesia

⁵ Malaysian Criteria & Indicators and Harvesting Guidelines, ISMAIL HARUN <ismail@frim.gov.my>

⁶ Simon Armstrong, c/o Port Kaituma Forest Operations. Barama Company Ltd.

⁷ Marn & Jonkers 1982, Malasia

⁸ Hendrison 1989, Suriname

⁹ Johns *et al.* 1996, Brazil

¹⁰ Elias, Agricultural University Bogor, Indonesia



A continuación, se presenta un ejemplo de calificación haciendo uso de los parámetros arriba señalados. La evaluación del aprovechamiento corresponde a un usuario ubicado en el bosque húmedo subtropical (bh-ST) del departamento de Santa Cruz.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación del aprovechamiento en la concesión Gato Blanco

Clasificación de caminos	Largo (m)	Ancho promedio (m)	Superficie (m ²)	Densidad (m/ha)	% Impacto
Caminos principales	1307	4.51	5894,7	37,34	1,68
Pistas principales	4215	3.85	16227,5	120,42	4,63
Pistas secundarias	1968	3.33	6553,4	56,22	1,87
Rodeos			3101,6		0,88
Claros			12124,0		3,46
TOTAL	7490		43901,2		12,52

Cuadro 5. Calificación de los resultados de la evaluación en la concesión Gato Blanco



Evaluación del Aprovechamiento Forestal

Referencia	Parámetro/ Estudio/ Lugar	Evaluación ejecutada	Calificación
4	% área disturbada por corta	3.46	Aprovechamiento mejorado
	% área disturbada por arrastre	9.06	Aprovechamiento tradicional
5	% área disturbada por corta	3.46	Aprovechamiento mejorado
	% área disturbada por arrastre	9.06	Aprovechamiento tradicional
6	Densidad máxima de caminos m/ha	37,34	Aprovechamiento tradicional
	Densidad máxima de pistas de arrastre m/ha	176.64	Aprovechamiento tradicional
	Area máxima de rodeos hectáreas/100 ha.		
	% de área máxima afectada por aprovechamiento	12,52	Aprovechamiento tradicional
7	Densidad promedio de caminos m/ha		
	Densidad promedio de pistas de arrastre m/ha		



Adicionalmente, se deben considerar los siguientes aspectos para completar la calificación:

- Comparar los resultados de caminos, pistas de arrastre y rodeos con lo planificado en los mapas, y establecer los motivos por los cuales se presentan diferencias, en caso de que éstas existan.
- Visitar los campamentos y observar si los residuos de combustible, plásticos, envases, baterías y otros materiales contaminantes han sido depositados adecuadamente o qué acciones se prevén para su eliminación. En forma simultánea, se deben recorrer las quebradas que llevan agua y cercanas a los campamentos, y observar la existencia de obstáculos mecánicos que impidan el flujo normal de agua.
- Identificar qué árboles marcados para el apeo no fueron cortados y explicar los motivos para no proceder a su extracción. También, se deben identificar los árboles que estaban asignados como semilleros pero que fueron cortados. De la misma forma, se debe obtener una explicación de los motivos para la corta de dichos árboles y si ésta fue informada a la autoridad competente.
- Analizar en el campo los niveles de capacitación de los operadores de motosierra y “skkider”, la evaluación de los tocones debe ser tomada en cuenta para realizar este análisis y, si



se considera necesario y el aprovechamiento aún está en ejecución, hacer seguimiento a un motosierrista capacitado y a otro no capacitado (véase la Nota Técnica 6 de BOLFOR)

- Recorrer las áreas de protección y establecer si se respetó la legislación vigente. En caso de encontrar apeo de árboles, solicitar explicación de la causa de dicha situación y averiguar si la autoridad competente fue informada.

BIBLIOGRAFIA

- Cordero y Meza. 1993. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Dykstra, D. & Heinrich, R. 1996. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. Roma.
- Gayoso, R. 1985. Topografía elemental. Publicación docente No. 19. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Jackson S. M., T. S. Fredericksen y J. R. Malcom. 2000. Disturbios y daños a la masa residual después de un aprovechamiento selectivo en un bosque húmedo tropical de Bolivia. BOLFOR. Documento Técnico No 92.
- Tanner H. 1999. Informe final de consultoría en corta dirigida.



ANEXO 1: FOTOGRAFIAS



Rodeo de tamaño adecuado junto a un camino



Daños leves a la corteza causados por la circulación del "skkider"



Daños graves a la corteza y la madera ocasionados por el paso constante del "skkider"



Infraestructura preparada para cargar troncas. Si no se rellena este terraplen al final del aprovechamiento, éste puede ampliarse por los procesos acelerados de erosión y la acumulación de agua.



Circulación innecesaria del "skider" alrededor del tocón y poco uso del cable winche ampliándose, de este modo, los daños al suelo y la vegetación remanente.



Daño a un árbol vecino por la caída de otro árbol



Astillamiento en un tocón debido a cortes incompletos

ANEXO 2: EL PROGRAMA FUGAWI

El Programa FUGAWI* una Nueva Herramienta para Planificación Forestal

William Cordero! 

FUGAWI es un programa de computación, producido por la compañía canadiense Northport Systems Inc., que permite la comunicación de un aparato de GPS con una computadora, obteniendo, de esta manera, mayor provecho de los GPS en general. Debe aclararse que existen en el mercado otros programas similares que pueden cumplir la misma función, pero se presenta esta información sobre FUGAWI considerando su bajo costo, su facilidad de uso y el hecho de que cumple otras funciones aparte de comunicar el GPS con la computadora.

Con FUGAWI se tiene la posibilidad de georeferenciar (poner sobre una imagen, un sistema de coordenadas) cualquier foto, mapa o imagen de los cuales se conozcan, al menos, las coordenadas de tres puntos. Esto significa que se puede tomar cualquier mapa o sección de mapa, pasarlo por un "scanner", generar un archivo digital y georeferenciar este archivo digital con FUGAWI. Igualmente, se pueden utilizar mapas digitales que hayan sido producidos por otros programas.

El programa, por su bajo costo y lo sencillo de su uso, tiene un gran potencial de aplicación en el campo forestal, a continuación se señalan algunos ejemplos:

Sobrevuelos

Si se cuenta con una computadora portátil, un GPS y el programa FUGAWI, se puede navegar en tiempo real, es decir que se puede ver en el mapa que aparece en la pantalla de la computadora, la posición en que uno se encuentra y el recorrido o sobrevuelo que se haya realizado. De esta manera, se evita cualquier duda sobre posi-

*La referencia a marcas comerciales +o fabricantes de hardware y software no significa, en absoluto, que el Proyecto BOLFOR publicite dichas marcas, existiendo varias otras de características similares a las evaluadas.

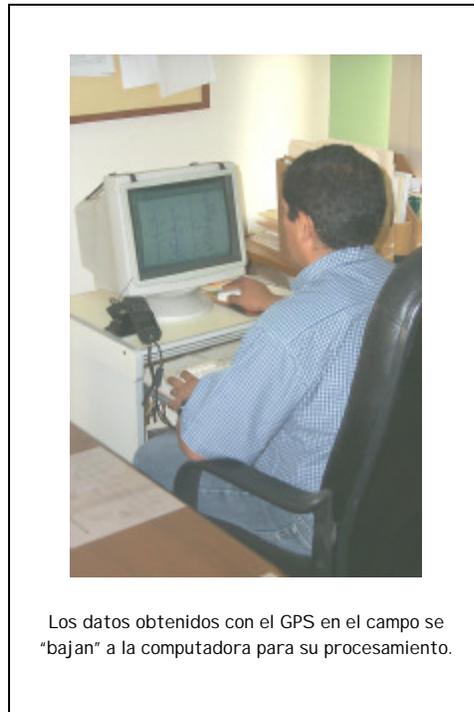
¹ Ing. Forestal – Proyecto BOLFOR

posicionamiento y se reducen considerablemente las horas de vuelo, ya que se visitan exactamente los lugares de interés.

Levantamiento de caminos y/o pistas

Mediante el uso del programa, se reduce, considerablemente, el tiempo necesario para levantar la ubicación de pistas o caminos y, lo que es más importante, el procesamiento de la información recolectada y el mapeo de ésta. Con sólo hacer el recorrido de las pistas o los caminos que interesan y que este recorrido se registre con la opción "TRACKING" del GPS, se pueden obtener las coordenadas de dichas pistas o caminos. El programa permite obtener, de manera fácil, las coordenadas del recorrido hecho con el "TRACKING". Estos caminos o pistas pueden mapearse directamente con FUGAWI o pueden obtenerse archivos de texto, que, a su vez, pueden ser utilizados por otros programas como SURFER o ArcView.

El paso de la información del GPS a la computadora es digital, por lo que no es necesario hacer ninguna transcripción de coordenadas.



Los datos obtenidos con el GPS en el campo se "bajan" a la computadora para su procesamiento.

Traspaso de "mapas" digitales de la PC al GPS

Cuando no es posible llevar al campo o a un sobrevuelo una computadora portátil, FUGAWI permite pasar al GPS los puntos, la ruta o el recorrido que se haya identificado en un determinado mapa. De esta manera, la pantalla del GPS no sólo muestra las coordenadas de la posición en la que uno se encuentra, sino que puede mostrar límites, ubicación de árboles, ríos, caminos, etc. Al igual que con los sobrevuelos, una vez que se cuenta con el "mapa digital" dentro del GPS, se puede

navegar hacia los diferentes puntos o se puede saber, con certeza, si uno se encuentra o no dentro de la propiedad o la parcela que se busca.

Otras características de FUGAWI

- ❖ Cuando se usa para navegar en tiempo real con una computadora portátil, el programa muestra información como velocidad, puntos fijos, rutas, distancia por recorrer y los rumbos tanto verdaderos como magnéticos.
- ❖ Tiene diferentes odómetros para calcular diferentes recorridos del viaje.
- ❖ Optimiza el número de puntos de una ruta o un recorrido con base en parámetros máximos de error establecidos por el usuario.
- ❖ Convierte automáticamente del Datum del GPS (WGS84) a cualquier otro datum.
- ❖ Exporta los puntos (“waypoints”) y los recorridos con coordenadas UTM o latitud y longitud, a archivos de texto.
- ❖ Grafica puntos y lee coordenadas de mapas, con gran precisión.
- ❖ Es compatible con ciertas cámaras fotográficas digitales y automáticamente pone las fotos en el mapa, en la ubicación que se tomaron las fotos. Estas cámaras también registran en las fotos la información (de coordenadas, fecha, hora, etc.) obtenida del GPS.

Requerimientos de hardware

Windows 95, 98, 2000 or NT 4.0	Procesador 486 o mejor
16mb RAM	Monitor 256 colores o mejor
30mb de disco duro	Puerto serial
Lector de CD	Mouse

Con referencia a los puntos (waypoints) almacenados en la memoria del GPS, éstos también se pueden bajar a una computadora usando FUGAWI y así ser editados, incluyendo la asignación de nuevos símbolos, cambio de nombre, comen-

tario o ajuste de coordenadas. También pueden almacenarse en la memoria del GPS, con solo un “click” del mouse, las rutas que se crean en el mapa digital con el programa.

Hasta la fecha, se ha utilizado el FUGAWI sólo con aparatos de GPS de la marca GARMIN, pero de acuerdo al fabricante del programa, también se puede trabajar con aparatos de las marcas Lowrange/Eagle, Micrologic o Magellan. El costo del programa, en los Estados Unidos, es de aproximadamente \$US100 y para obtener más información se puede ingresar a la página web www.fugawi.com.

Como se ha descrito, una de las ventajas principales de este programa es permitir “bajar” y “subir” datos entre un GPS y una computadora. Esta comunicación digital evita los costos de transcribir la información (coordenadas) de manera manual. Además, permite obtener coordenadas que de otra manera no se podría tener, como es el caso del “TRACKING” del GPS, que si bien muestra en la pantalla el recorrido realizado, no proporciona las coordenadas de este recorrido, hasta que no se “baje” la información a una computadora.

Cabe señalar, también, que para usar FUGAWI, además del GPS es necesario contar con el cable apropiado que permita conectar a éste con la computadora. La disponibilidad y el tipo de cable a utilizar dependen del fabricante del GPS.