

Opiniones de un silvicultor, como plantador, sobre los sistemas viales*

Opinions of a forester, as a planter, on the road systems

John M. Morris •

RESUMEN

Las universidades y colegios son buenos para enseñarle a los estudiantes a levantar cultivos, constituir y operar plantas de procesamiento. Sin embargo, no cubren la provisión de sistemas viales seguros y económicos, los cuales son esenciales para facilitar el transporte de la cosecha a la planta extractora. Esta brecha no se cubre eficazmente con cursos de ingeniería civil, los cuales se concentran en carreteras pavimentadas, a costos que serían totalmente inalcanzables para los plantadores. El resultado es que la mayoría de los sistemas viales para las plantaciones son mal planificados – cuando no son completamente caóticos. La planificación, construcción y mantenimiento de buenos sistemas viales para las plantaciones es un arte. Este artículo intenta llamar la atención al hecho de que no es difícil para que cualquier persona inteligente y creativa se vuelva experta y que las recompensas en términos de mayor seguridad, eficacia, ahorros en los costos y los beneficios para el medio ambiente sean muy valiosas.

SUMMARY

Universities and colleges are good at teaching students how to grow crops, to create and to run processing plants. They do not cover the provision of safe and economical road systems essential to facilitate transport of the crop to the mill. This gap is not covered effectively by civil engineering courses which concentrate on sealed roads at costs that would be totally uneconomic for the planter. The result is that most plantation road systems are ill-planned – if not downright chaotic. The layout, construction and maintenance of good plantation road systems is a craft. This paper aims to draw attention to the facts that it is not difficult for any intelligent creative person to become proficient, and that the returns in terms of greater safety, efficiency, cost savings, and benefits to the environment are very substantial.

PALABRAS CLAVES: Plantaciones, Carreteras, Transporte, Protección ambiental, Seguridad.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta presentación es inducir a la reflexión sobre el verdadero papel de las carreteras en las plantaciones y, por lo tanto, cómo se debe proyectar un sistema. En ella se examinan los criterios restrictivos que afectan

la planificación de un sistema vial racional que asegure que va a cumplir su propósito y a la vez reducir al mínimo los costos, la pérdida de tierra y los impactos indeseables sobre el medio ambiente, mientras que se maximiza la

*Versión editada de una charla presentada a la Asociación Agrícola Tropical y Centro para Agricultura, en un seminario en conjunto en Oxford sobre una amplia gama de asuntos de interés mutuo.

Tomado de: The Planter (Malasia) v.75 no.875, p.77- 87. 1999.

Traducido por Fedepalma

Forag Services, Lynwick Street, Rudgwick, Horsham, West Sussex RH123DG, United Kingdom

seguridad. El propósito es huir del casual sistema normal construir carreteras por pedazos, cómo y cuándo surja la necesidad, con poco o ningún intento por crear una entidad apropiadamente bien deliberada.

Se bosqueja la necesidad de involucrar silvicultores/agricultores y cosecheros en las etapas más tempranas del diseño del sistema y asegurar la cooperación entre los constructores de carreteras y los usuarios de ellas, cuando dichas carreteras estén terminadas, así como algunas de las cosas importantes que se deben y no se deben hacer durante la construcción, uso y mantenimiento.

Aunque este artículo se sesga hacia la situación forestal, los principios básicos que se cubren podrán ser aplicados igualmente a cualesquiera otros cultivos de plantaciones, tales como palma de aceite, cacao y caucho.

DEFINICIÓN DEL PAPEL DE LAS CARRETERAS DE LAS PLANTACIONES

Las carreteras de las plantaciones forman la parte estática del sistema interno de transporte requerido para ganar acceso para la siembra y mantenimiento y para facilitar el traslado de la cosecha de los cultivos a las plantas de procesamiento. Los vehículos que utilizan estas carreteras forman la parte móvil del sistema.

Las partes estática y móvil del sistema tienen que ser compatibles la una con la otra. Esto quiere decir que las carreteras deben ser lo suficientemente anchas y tener esquinas con mínimas curvas de unión adecuadamente grandes para los camiones que las usen y que los camiones se limiten a cargas de eje que no dañen las superficies de las carreteras, fabricadas con materiales que estén disponibles a un precio económicamente aceptable para su construcción.

Este sistema vial interno de transporte es en sí sólo parte de una entidad más grande. Esta entidad incluye el equipo de cosecha para retirar los árboles desde el tronco, el fruto de las palmas de aceite, o lo que sea, y llevarlos

al borde de la carretera y a los camiones. Puede incluir las facilidades para el descargue en la planta extractora en el otro extremo. Las carreteras públicas, entre los cultivos y la planta extractora, también se pueden volver parte de ese sistema. Es posible que ellas necesiten mejoras para soportar los camiones cargados, o los camiones tengan que ser de un tamaño y una capacidad de carga suficientemente pequeños como para no dañar las carreteras. Por lo tanto, factores externos al bosque/plantación, así como dentro de ellos, pueden afectar los criterios sobre los cuales se basa el diseño de todo el sistema.

El sistema vial dentro de la plantación debe ser planificado y construido para que sea compatible con el sistema de cosecha. Igualmente, partes de la operación de cosecha, en especial la carga de los camiones, se deben realizar en tal forma que se minimicen las demoras para otros vehículos y los daños a las carreteras y al drenaje de las carreteras.

RECONCILIAR LA EFICACIA CON LA BUENA PRÁCTICA AMBIENTAL

Densidad vial

La construcción y el mantenimiento de las carreteras son costosos. Por lo tanto, al diseñar los planes de un sistema vial de un bosque/plantación, la reducción al mínimo de la longitud de la carretera requerida para prestar un servicio al área sembrada, tendrá tendencia a reducir los costos.

Existe otra razón muy válida para reducir al mínimo la longitud de la carretera a ser construida: en la tierra debajo de las carreteras no crecen árboles - en ese sentido no es productiva.

Por lo general, la relación de carreteras a área se expresa en términos de metros por hectárea bruta y/o por hectárea sembrada. Esta relación es la que se denomina densidad vial. Obviamente, entre más baja la densidad, menor

será el impacto que el sistema vial podrá tener sobre el medio ambiente.

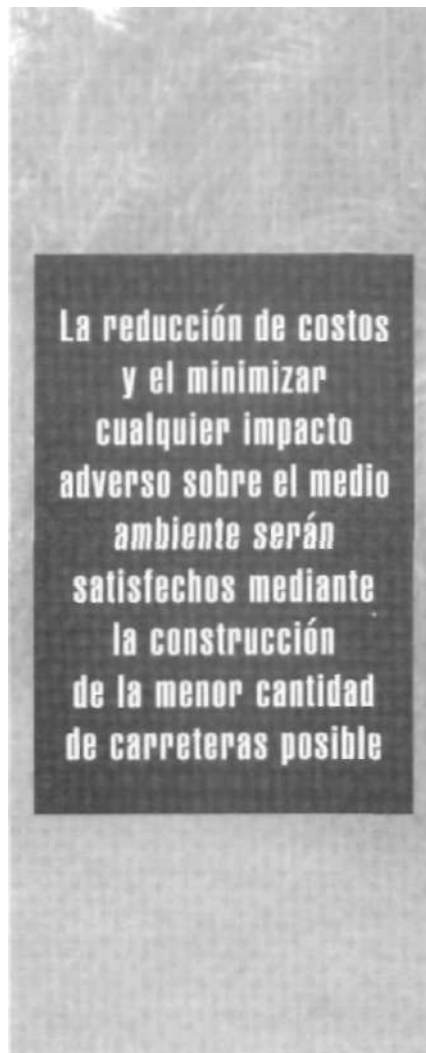
La limitación primaria para lograr una baja densidad serán los requisitos de los cosecheros, en términos del transporte de acopio máximo desde el tronco hasta la orilla de la carretera. No es probable que cualquier otra necesidad de acceso sea tan importante, o más importante, en una situación forestal - aunque sí lo puede ser en algunas situaciones agrícolas.

Es necesario trazar un equilibrio entre los costos de un sistema vial más denso que recortará el transporte de acopio desde el tronco hasta el borde de la carretera y los costos de un transporte de acopio más largo, como resultado de un sistema vial menos denso.

Éste no es un cálculo sencillo, ya que el sistema vial es una inversión fija a muy largo plazo - una vez construidas las carreteras, no es nada barato moverlas o cambiarlas - mientras que los métodos y la maquinaria de cosecha, así como muchos otros factores asociados, pueden variar considerablemente a lo largo del tiempo. La aplicación de la experiencia en cosechas y el sentido común probablemente sean mejores formas para decidir el transporte de acopio máximo que cualquier cálculo matemático, porque, aunque un cálculo puede ser correcto en el momento en que se hace, se volverá inapropiado en el momento en que haya un cambio en cualquiera de las suposiciones sobre las cuales está basado. Estas suposiciones incluirán: las tasas de los salarios, los tipos de maquinaria utilizada o el método de operación, los rendimientos y valores de las cosechas, el valor de la tierra,

etc. Todos estos factores probablemente variarán considerablemente dentro del transcurso de la vida del sistema vial.

Para resumir este punto, los dobles requisitos de reducción de costos y minimizar cualquier impacto adverso sobre el medio ambiente, serán satisfechos mediante la construcción de la menor cantidad de carreteras posible, compatible con una operación de cosecha eficiente. La recompensa será más tierra disponible para árboles o cualesquiera otros cultivos que se estén sembrando.



Pendiente de las carreteras

El riesgo de erosión y, por lo tanto, los costos de mantenimiento, son afectados enormemente por la pendiente. Entre más empinada la pendiente, más daño sufrirá la superficie de la carretera cuando los camiones intenten treparla, o cuando utilizan sus frenos para controlar su descenso; además, entre más corra el agua de lluvia a lo largo de la superficie de la carretera antes de que llegue a los drenajes a la orilla de la carretera y entre más rápido sea el flujo de dicha agua en su caída por los drenajes.

Otros factores que afectan las tasas de daño por erosión son la topografía del terreno sobre el cual está construida la carretera, la naturaleza del suelo y los patrones y densidades de la precipitación en el área.

En la mayoría de la tierra adecuada para la silvicultura y la agricultura, la experiencia me ha demostrado que en inclinaciones hasta 1 en 15 (3,8° ó 6,7%), los costos de mantenimiento de las carreteras se pueden

mantener tan bajos como sea razonablemente posible. Entre 1 en 15 y 1 en 10 (5,7° ó el 10%), los costos comienzan a subir rápidamente y en pendientes por encima de 1 en 10, los costos incrementan a niveles inaceptables. Sin embargo, suelos muy fácilmente erodables, o lluvias muy fuertes, o una combinación de ambos, pueden significar que aún 1 en 15 es muy empinada y que 1 en 20 (2,9° ó el 5%) o aún menos, puede ser el punto en el cual los costos comienzan a incrementar abruptamente.

La administración debe fijar límites de máxima pendiente mediante la observación: al examinar las carreteras existentes en el área, y mirar a qué pendiente comienza a ocurrir la erosión y luego establecer el límite más conveniente por debajo de dicho límite. Diferentes tipos de suelos pueden necesitar diferentes límites de pendiente.

Sin embargo, se ha notado que en secciones de desmonte, una carretera plana plantea problemas especiales para asegurar un flujo adecuado del agua en los drenajes de las orillas. Por lo general es necesario mantener una pendiente suave, 1 en 25 (2,3° ó el 4%) ó 1 en 30 (2° ó el 3,3%) para eliminar este problema.

También existe el problema de la seguridad: las colinas empinadas son peligrosas para vehículos en carreteras pavimentadas - y mucho más en carreteras con superficies de cascajo y, entre más grande el vehículo y más pesada su carga, más grave se vuelve el problema.

Así que el próximo paso para reducir costos, y cualquier impacto adverso sobre el medio ambiente forestal, es asegurar que las

pendientes de las carreteras sean razonables y, por lo tanto, se reduzca la erosión al mínimo. La recompensa será una mayor seguridad.

Los camiones y sus cargas

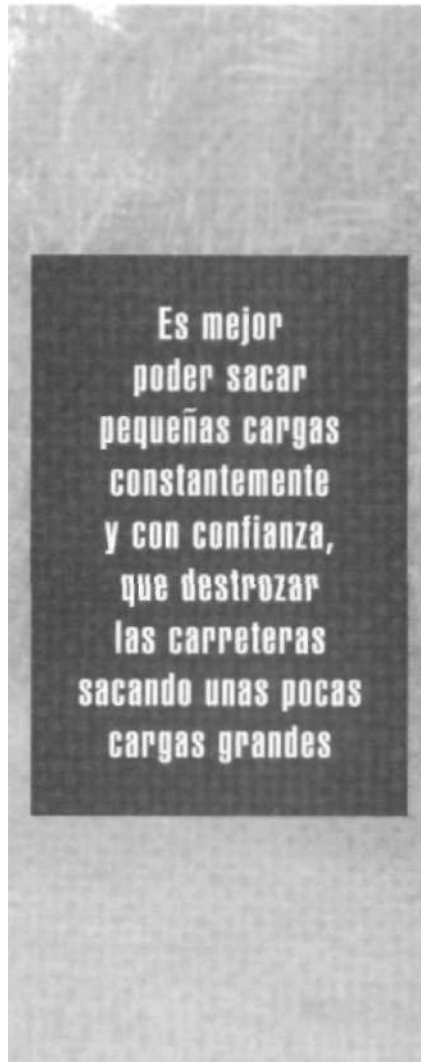
Los camiones dañan las carreteras de dos formas:

i) superficialmente - por rasguños, por turbulencia en el aire, al retirar los acabados durante el tiempo seco y por forzar el agua dentro de la superficie cuando el tiempo es lluvioso.

ij) profundamente - mediante amasijos o asentamientos en la carretera cuando la carga del eje es mayor a la que la formación puede soportar.

Los ejes en serie y aún peor, la moda reciente de utilizar ejes triples en semi-remolques, inevitablemente rasguñan la superficie de la carretera en las esquinas. Entre más angular la esquina y más pesada la carga en el eje, peor será el efecto. Por lo tanto, siempre que sea posible, se deben evitar las esquinas angulosas. Las curvas cerradas y las intersecciones deberán ser lo suficientemente amplias como para asegurar que se puedan disponer con curvas de unión interiores generosamente grandes. Esto puede costar algo extra en términos de área de terreno que se pierde para la siembra, pero el resultado será una reducción en el desgaste de la superficie de la carretera y la recompensa será mayor visibilidad y seguridad.

Cuando la piedra para carreteras es muy costosa, o cuando el cascajo y los buenos suelos para las capas de asiento simplemente no están disponibles, será esencial fijar límites en cuanto



a las cargas de eje para evitar los asentamientos. Es mejor poder sacar pequeñas cargas constantemente y con confianza, que destrozarse las carreteras sacando unas pocas cargas grandes y luego no poder operar en absoluto.

PLANEACIÓN DE UN SISTEMA VIAL

El primer paso deberá ser bloquear las áreas en una parcela de tierra realmente grande, con base en el clima local, el terreno, el tipo de suelo y el tipo de cultivo, ya que estos factores afectarán los criterios de densidad y máxima pendiente.

Una vez que el transporte de acopio máximo aceptable para un cultivo en particular, en un área, se haya decidido y que la administración haya acordado y fijado las máximas pendientes, según el tipo de suelo, el negocio de la siembra se puede comenzar.

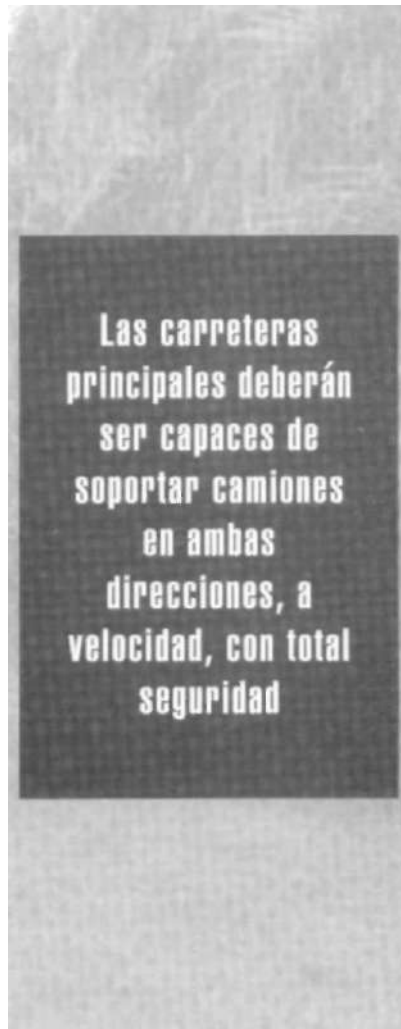
En la práctica, es mucho más económico y fácil obtener buenos resultados si se completa la planeación antes de la siembra, cuando la tierra esté despejada.

Los costos de examinar la tierra despejada pueden ser tan altos como una sexta parte del costo de hacer el mismo trabajo bajo siembras densas con árboles. El resultado también es mejor casi siempre, porque es más fácil inspeccionar y apreciar la forma de la tierra - uno puede ver oportunidades para obtener la mejor planificación posible, que se pasarían por alto cuando la visibilidad es restringida.

Similarmente, los costos de construcción en tierras despejadas pueden ser hasta un cuarto de los costos incurridos si antes se tiene que despejar de bosques el trazado de la carretera.

Nuevamente, los resultados también serán mejores, especialmente en términos de crear drenajes eficaces para la carretera. De hecho, si la construcción se puede terminar antes de la siembra, no será necesario arrancar las raíces de los árboles que estén en medio y quizás cosechar antes de tiempo - y probablemente a inmensos costos. La recom-pensa: se reducirán sustancialmente los daños a los árboles existentes, al suelo y los riesgos adicionales que conlleva la erosión.

El argumento para construir carreteras "justo a tiempo" para la cosecha no convence a nadie, considerando las cifras. Y esto sin tener en cuenta las ventajas adicionales de contar con el uso del sistema para la siembra, desyerbe, control de enfermedades, control de incendios y similares. También existe el hecho de que las carreteras habrán tenido tiempo para endurecerse antes de que comience la cosecha, para que hayan surgido cualesquiera fallas y se hayan subsanado. Y así, es más probable que funcionen satisfactoriamente cuando surja la verdadera necesidad, o sea, la de soportar cargas pesadas continuamente y con confianza.



El concepto de carreteras principales y carreteras para cosecha - la telaraña

Cuando la planta de procesamiento está ubicada dentro de la plantación, las carreteras principales deberán radiar hacia los lotes, desde la planta extractora, como los hilos en una telaraña. Las carreteras de cosecha deberán formar una red circunferencial entre ellas, como los hilos sobre los cuales la araña atrapa las moscas. Si la planta extractora está situada por fuera del bosque/plantación, el

sistema deberá ser como un segmento de la telaraña que se bifurca desde la entrada principal de la plantación o el muelle desde donde se obtiene acceso al mundo exterior.

Carreteras principales. Las carreteras principales deberán ser capaces de soportar camiones en ambas direcciones, a velocidad, con total seguridad, de ida y vuelta al área de la tierra que se esté cosechando y la fábrica o entrada principal. Los camiones que viajan a baja velocidad son ineficaces, ya que se necesitarán más de ellos para transportar la cosecha y, por lo tanto, los costos subirán. Y no es bueno esconderse detrás del uso de contratistas. Esto se debe a que los contratistas tienen que sacar ganancias para sobrevivir, así que sus tarifas serán fijadas según las condiciones de operación que ellos encuentren. El facilitar las cosas para el acarreador es buen negocio para el dueño del bosque o plantación. La forma como las carreteras están diseñadas, construidas y la cantidad que se puede gastar beneficiosamente en ellas, deberá reflejar esto.

En terrenos montañosos, la construcción de carreteras principales puede involucrar una cantidad considerable de movimiento de tierra para asegurar que los alineamientos sean lo más directos posibles, que se reduzcan las pendientes al mínimo, que las esquinas sean suaves y que las confluencias de dos o más vías tengan visibilidad adecuada para la seguridad. Recuerde que las carreteras principales son activos a muy largo plazo, por lo tanto, será beneficioso cuidarlas para asegurar que estén bien colocadas, bien alineadas y bien construidas.

Sin embargo, no se deben construir las carreteras más anchas de lo necesario. Esto es bastante importante en terrenos planos para no desperdiciar tierras adecuadas para la siembra. Es aún más importante en los flancos de las colinas, donde el duplicar el ancho en las secciones de desmonte involucra cuadruplicar la cantidad de movimiento de tierra requerida durante la construcción y, por lo tanto, aumenta inmensamente los costos, los riesgos de erosión, así como los costos de combatir dicha erosión.

También se deben evitar las esquinas angulosas: éstas tienen que ser mucho más anchas que las carreteras directas o con curvas suaves, para permitir el ajuste de las llantas del camión. Esto hace que su construcción sea más cara, su mantenimiento sea más caro y, por lo tanto, que sean propensas a la erosión.

Carreteras de cosecha. Las carreteras de cosecha deberán permitir que el descargue se realice fácilmente y, por lo tanto, deben ser lo más superficiales posible como para no interferir con este proceso. En general, ellas pueden ser mucho más angostas que las carreteras principales (con excepción de las vías muertas) - adecuadas sólo para permitir que un camión pase a otro, en caso de que sea necesario. El tráfico normalmente se moverá relativamente despacio en estas carreteras. Deberá ser posible imponer un sistema temporal de una sola vía durante la cosecha para aumentar la seguridad (nuevamente, con excepción de las vías muertas).

El efecto de los accidentes geográficos y el tamaño y la forma de la parcela de tierra, sobre la planeación

En terreno plano o con ondulaciones que en ningún caso sean mayores a la máxima pendiente permitida, un sistema de carreteras de cosecha paralelas, separadas al doble de la distancia máxima de transporte de acopio, que desemboquen a las carreteras principales, fijadas en ángulos rectos hacia ellas, ofrecerán sistemas sumamente eficaces.

Las carreteras principales deberán estar cuatro o cinco veces más separadas que las carreteras de cosecha. Esto resultará en la formación de bloques de siembra cuatro o cinco veces más largos que anchos. Se gana poco en términos de reducción de densidad al extender la longitud de los bloques más allá, pero reducir la relación longitud / anchura resultará en un aumento rápido de la densidad vial.

En terrenos donde el suelo es más inclinado que la máxima pendiente permitida, un sistema de bloques ordenados, rectangulares ya no es posible. Tanto las carreteras de cosechas como las carreteras principales tendrán que seguir

contornos de ascenso y descenso, según sea necesario para cumplir con los límites de pendiente. También se tiene que respetar la cifra máxima apropiada del transporte de acopio, con el resultado de que la distancia promedia del transporte de acopio será inferior (alguna compensación para el cosechero por las condiciones más difíciles) y la densidad general será superior que en terreno plano. Cuánto más, dependerá no sólo de la inclinación del campo, sino también en qué tan grande es el campo.

Entonces está claro que llega un punto en el cual la densidad requerida de las carreteras - y hay que tener en cuenta que es más costoso construir carreteras en inclinaciones laterales, que en terreno plano - puede hacer que una área sea demasiado inclinada para que sea económica para sembrar.

Un efecto similar es evidente en parcelas pequeñas o mal formadas, aun cuando sean planas. Por ejemplo, es imposible que un corredor de tierra tres veces más ancho como el máximo del transporte de acopio, se pueda proveer de carreteras con la misma baja densidad que una parcela dos o cuatro veces más ancha que el máximo del transporte de acopio.

En esta etapa conviene señalar dos puntos complementarios y fundamentales:

- i) Cualquier cosa que usted siembre sólo es tan valiosa como su accesibilidad. Por lo tanto -
- ii) No siembre en tierras que no tengan acceso a un precio económicamente aceptable. Este segundo punto puede ser tan pertinente para parcelas dentro de una concesión en un bosque o plantación, como lo es para pequeñas

áreas separadas de plantaciones, rodeadas de terrenos que pertenezcan a otras personas o que sean utilizadas para otros propósitos.

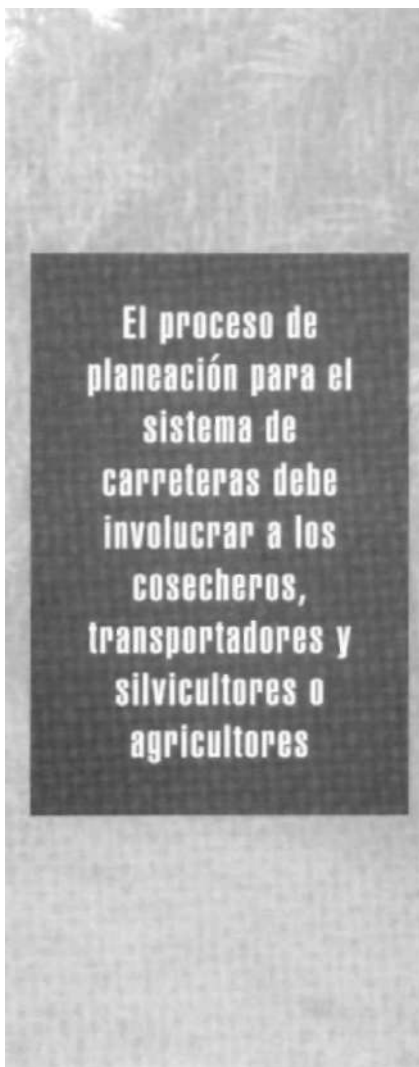
Esquinas irregulares en terrenos montañosos, que normalmente se encuentran bien abajo, cerca de bifurcaciones de ríos, posiblemente no justifiquen el gasto de extender una carretera hasta alcanzarlos para las cosechas; por ejemplo, la madera de pulpa de corta rotación, o un bloque pequeño de palmas de aceite, al fondo de un valle profundo. Por lo general, estas esquinas se pueden sembrar con poco costo extra, con árboles maderables que tengan un período de rotación largo, digamos de 50 años o más, con base en que esto protege la tierra y que, cuando los árboles estén lo suficientemente grandes para ser cortados, su valor será mayor que compensará los costos de cualesquiera arreglos especiales necesarios para recuperar su madera.

Sin embargo, es necesario identificar estas áreas durante el proceso de planeación y sembrarlas al mismo tiempo que el cultivo principal de corta rotación de árboles para pulpa, o palmas de aceite, cacao, etc.

Esto hace surgir otro punto: el proceso de planeación para el sistema de carreteras debe

involucrar a los cosecheros, transportadores y silvicultores o agricultores, así como a la administración de carreteras, ya que todas sus necesidades son correlacionadas. Los siguientes son algunos ejemplos:

- Los cosecheros dictarán los espaciamientos entre carreteras y estos pueden variar según la topografía y si se van a utilizar sistemas de deslizamiento, agentes de transportes o de alta conducción, tractores y remolques, extracción



con animales o manual; ellos deben indicar si se van a requerir bahías para carga y dónde, de cargue a la orilla de la carretera, y hasta el procesamiento a la orilla de la carretera, serán más eficaces.

- Se debe consultar a los transportadores cuando se fije la mínima curva de unión para las esquinas, el ancho de las carreteras para carreteras rectas y con curvas ligeras y las mayores anchuras requeridas para la fijación segura de esquinas angulosas y curvas cerradas.

- Será necesario que los silvicultores/agricultores estén involucrados y asistan en la eliminación segura de las aguas de drenaje en las orillas de las carreteras, la selección de cultivos de cobertura contra la erosión para la protección del embarque, etc.

La administración de carreteras tendrá que fijar límites para las cargas de ejes y hacerlos cumplir; diseñar empalmes seguros, con visibilidad adecuada y establecer las reglas de carretera que se deberán aplicar en la plantación y probablemente también será responsable de hacerlas cumplir.

CONSTRUCCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO

Durante la construcción se pueden dar varios pasos para reducir la erosión, que es el impacto adverso primario de las carreteras en el medio ambiente de las plantaciones. La mayoría de estas medidas también ayudarán a mantener los costos bajos, tanto durante la construcción, como posteriormente.

- Reducir al mínimo, siempre que sea posible, el movimiento de tierra, consistente con hacer que las carreteras cumplan con los límites máximos de pendiente y asegurar que cumplan con las normas de tráfico requeridas.
- No destapar más terreno del que se pueda "clausurar" apropiadamente por las noches cuando se termine el trabajo y siempre

"clausurarlo" inmediatamente cuando haya amenaza de lluvia.

- Comprimir todos los rellenos apropiadamente: asegúrese de que sean lo suficientemente anchos en la base y comprimidos completamente a esa anchura y posteriormente, capa por capa, hasta alcanzar la altura y el ancho final de la carretera.

- Proteger las superficies de la carretera, ya sea con el uso de una cubierta de laterita o coral elevado, o utilizando cascajo que contenga partículas suficientemente gruesas como para resistir la erosión, pero no tan gruesas como para que le causen dificultades al operador del nivelador cuando la esparza. El cascajo se debe mezclar sólo con la cantidad de tierra suficiente para unirlo eficazmente. Ambos tendrán que ser comprimidos minuciosamente cuando se esparzan.

- Proteger los terraplenes y taludes con cultivos de cobertura. En mi limitada experiencia en Suramérica, en donde los días pueden ser calientes, pero en las noches las heladas pueden ser fuertes, la mejor planta para este propósito puede ser la "Periwinkle" (Vinca major), la cual proporciona una cubierta lo suficientemente profunda como para proteger la tierra del daño directo de las gotas de lluvia, sin ser demasiado agresiva. En los trópicos de tierras bajas y húmedas, el *Desmodium ovalifolium* es la cubierta más eficaz de todas. Ambas crecerán en campo abierto, pero también toleran bien la sombra.

- Proteger también las entradas y salidas de las alcantarillas con cultivos de cobertura, prestando especial atención a las entradas de las alcantarillas más grandes, que alojan agua que fluye constantemente, así como las salidas de pequeñas alcantarillas que sólo descargan durante las lluvias.

- En secciones de desmonte, no permitir que el agua fluya largas distancias a lo largo de la carretera. Es necesario colocar alcantarillas de escape con base en "pocas y con frecuencia". El mismo principio se aplica para drenajes de escurrimiento cortados en los bordes de las carreteras.

Algún grado de disciplina en el uso de las carreteras puede evitar inconvenientes y ahorrar dinero:

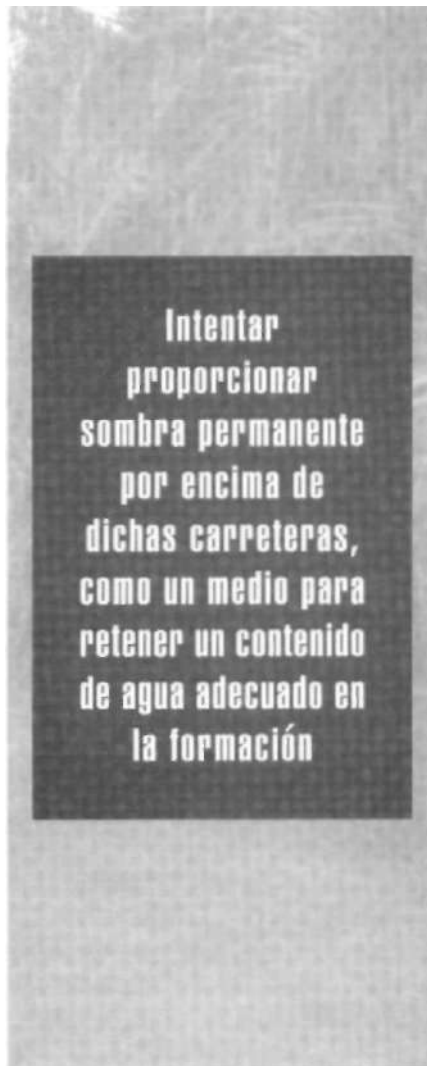
i) Las cargas de eje se deben fijar conservativamente; en mi experiencia, 10 toneladas para llantas gemelas y ó toneladas para individuales, bajo circunstancias normales (aunque es posible que se tengan que fijar límites más bajos hasta que las carreteras se endurezcan naturalmente), y se deben hacer cumplir rigurosamente.

ii) La administración, y no los transportadores, deberá decidir qué configuraciones de vehículos son aceptables. Se recomienda que todos los camiones tengan series de ejes traseros conducidos por gemelos, que los camiones articulados con remolques con ejes en serie son preferibles a los camiones que arrastran remolques separados y que las cargas en camiones deben exceder las cargas en remolques separados, si es que éstos se tienen que utilizar.

iii) El uso de carreteras que hayan sido formadas, pero que al final no han sido cubiertas con cascajo v compactadas, deberá estar limitado estrictamente a vehículos ligeros, preferiblemente de doble tracción y sólo en buen clima.

iv) En lugares donde no hay una fuente de cascajo disponible, es posible que sea necesario apelar a una regla por la cual todas las camionetas y vehículos sin doble tracción se detengan inmediatamente cuando comience a llover. Esto asegurará que la carretera sea utilizable tan pronto como esté seca otra vez. La alternativa es la reducción rápida de la carretera a una ciénaga intransitable y,

probablemente, muchos accidentes en el proceso, algo que puede tomar días y hasta semanas para corregir - y que también pueden ser costosos.



v) Se debe supervisar para que la gerencia haga cumplir estas medidas en todo momento.

Al realizar mantenimiento, se deben tener en cuenta los siguientes puntos, cuyo propósito es reducir costos y erosión:

- Nivelar y compactar las carreteras con suficiente frecuencia como para asegurar que las combaduras y peraltes de las curvas de la carretera sean efectivas al verter el agua de la superficie. Esto se hace mejor cuando surja la necesidad y no con base en "rondas regulares".

- Los drenajes y las alcantarillas se deben revisar siempre que se lleven a cabo rondas de nivelación - nunca se debe permitir que permanezcan bloqueadas con basura. También revisar siempre los drenajes, las alcantarillas y los puentes durante lluvias excepcionalmente fuertes y después de las mismas, para asegurar que los bloqueos no puedan causar que el agua se estanque, lo

cual puede ser seguido por derrumbes que pueden resultar en erosión y la indeseable obstrucción con cieno o lúgamo del terreno o los arroyos más adelante.

- Si el polvo es un problema, asegúrese de que las carreteras sean mojadas adecuadamente durante tiempos de gran uso - esto protegerá las carreteras de averías por sequedad, reducirá la contaminación causada por el polvo y mejorará la seguridad en la carretera. Alternativamente, intentar programar la cosecha

de áreas afectadas por este problema de forma que ocurra durante tiempo lluvioso. Intentar proporcionar sombra permanente por encima de dichas carreteras, como un medio para retener un contenido de agua adecuado en la formación. En algunos lugares es posible que sea necesario identificar especies de árboles adecuados para este propósito. En mi experiencia, en los trópicos húmedos, los árboles de samán o campano ((*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.) son muy apropiados, ya que son firmes contra el viento, pero a la vez tienen copas anchas extendidas. Tienen la ventaja de que no dejan caer sus hojas en épocas secas. Sin embargo, pueden ocupar bastante espacio si no se podan.

- Durante la cosecha, siempre mantener las carreteras y los bordes de las carreteras despejadas de ramas podadas y copas de árboles, cortezas y otra basura. Si los drenajes dentro de las plantaciones se bloquean, deben ser despejados inmediatamente terminen las operaciones de cosecha. Esto requiere una gran cantidad de cooperación entre equipos de administración de cosechas y de carreteras. No lograr esto puede resultar en graves inundaciones y erosión locales, si ocurren tempestades inesperadas. La basura sin recoger y los montones de desechos también le dificultarán la vida al operador del nivelador que intente hacer el mantenimiento.

- Las secciones de carreteras que se utilicen durante el período de crecimiento del cultivo, se pueden cubrir con hierba útilmente para evitar la erosión. Antes de la cosecha se pueden rociar con herbicida para matar el pasto y, cuando esté muerto y se haya podrido hasta cierto punto, se puede llevar a cabo una ronda de mantenimiento para preparar la carretera para la próxima ronda de cosecha; seguida de otro mantenimiento antes de sembrar nuevamente los campos y sembrar hierba nuevamente en las carreteras.

COMPENDIO

Para resumir, los costos de carreteras y los impactos adversos de sistemas de carreteras en bosques y plantaciones sobre el medio ambiente se pueden mitigar como sigue:

i) Buena planeación para asegurar la construcción de un sistema que requiera un mínimo de carreteras para lograr una cosecha eficaz.

ii) La aplicación rigurosa de los límites de pendiente.

iii) El drenaje cuidadoso, la colocación apropiada de alcantarillas y el trabajo según el principio de "poco-y-con-frecuencia" para eliminar el exceso de agua de lluvia - cuidando de asegurar que el agua eliminada no cause erosión en las plantaciones.

iv) El uso de cascajo adecuado, mezclado con suelo adecuado, si es necesario, laterita o coral elevado, apropiadamente comprimido para proteger las superficies.

v) El uso de cubiertas para proteger el suelo expuesto, para reducir la erosión.

vi) El uso de la sombra para mantener los contenidos de agua en el suelo a niveles que aseguren buenas propiedades de cohesión y aguante de carga - complementados con riegos, si son necesarios, para evitar fallas por sequía.

vii) Cooperación continuada y eficaz entre transportadores en la carretera, equipos administrativos de cosecheros y silvicultores durante la planeación, construcción, uso y mantenimiento, y asegurar que el uso de las carreteras sea estrictamente disciplinado, especialmente con respecto al cumplimiento de los límites de carga en ejes.