



**1.- TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO, DRENAJE, CAMINOS SACA COSECHA Y CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA, EN EL PREDIO “ZITIHUALT”, MUNICIPIO DE VILLA COMALTITLÁN, CHIAPAS.**

**Camino saca cosecha**



**VI. INFORME FINAL**

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA**  
COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE  
Subcoordinación de Operación y Mantenimiento de Infraestructura Hidroagrícola  
Julio de 2012



## **DIRECTORIO**

### ***Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación***

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda.**

Secretario.

**Lic. Mariano Ruiz Funes Macedo.**

Subsecretario de Agricultura.

**Lic. Pedro Ernesto del Castillo Cueva.**

Coordinador General de Enlace y Operación y del Proyecto Trópico Húmedo.

### ***Fideicomiso de Riesgo Compartido***

**Ing. Rodrigo Carlos Diez de Sollano Elcoro.**

Director General y Delegado Fiduciario Especial.

**M.C. Juan Carlos Hernández Ramírez.**

Director Ejecutivo de Microcuencas.

**Ing. Rafael Hernández Marín.**

Gerente de Planeación.

### ***Instituto Mexicano de Tecnología del Agua***

**Dr. Polioptro Martínez Austria.**

Director General.

**M.C. Fernando Fragoza Díaz.**

Coordinador de Riego y Drenaje.

**M.C. Ramón J. Lomelí Villanueva.**

Subcoordinador de Operación y Mantenimiento de Infraestructura Hidroagrícola.

**M.C. Ramón J. Lomelí Villanueva.**

Jefe de Proyecto.

**M.C. Ramón J. Lomelí Villanueva.**

Coordinador del proyecto.



## ÍNDICE

<b>1. PROYECTO EJECUTIVO .....</b>	<b>2</b>
1.1 Levantamiento topográfico .....	2
1.2 Diseño del camino .....	2
1.3 Plano de vista en planta, perfil longitudinal y secciones transversales .....	3
1.4 Estimación de volúmenes de cortes y rellenos .....	3
1.5 Alternativas de adecuación para el camino saca cosecha .....	3
<b>2. ADECUACIÓN DEL CAMINO SACA COSECHA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Introducción .....	5
2.2 Información del predio .....	5
2.3 Movimiento de tierras.....	6
2.3.1 Abundamiento de los materiales .....	6
2.4 Etapas en la adecuación del camino saca cosecha en el predio .....	6
<b>3. SUPERVISIÓN DE LA ADECUACIÓN DE UN CAMINO SACA COSECHA.....</b>	<b>8</b>
3.1 Antecedentes .....	8
3.2 Supervisión de los trabajos .....	8
3.3 Especificaciones generales para adecuación del camino.....	9
<b>4. CONSERVACIÓN DE CAMINOS SACA COSECHA.....</b>	<b>10</b>
4.1 Proceso de deterioro de los caminos.....	10
4.2 Tipos de mantenimiento.....	11
4.3 Aspectos técnicos del mantenimiento de los caminos .....	11
4.4 Operación y tipos de caminos rurales .....	12
4.5 Tipos de estructuras .....	12
4.6 Actividades para el mantenimiento de los caminos .....	14
4.7 Precios unitarios .....	16
4.8 Especificaciones técnicas.....	19
4.9 Frecuencia en la realización de actividades de conservación de caminos.....	26
<b>5. CAPACITACIÓN EN SERVICIO A LOS TÉCNICOS DE LAS AGÍ'S .....</b>	<b>26</b>



## 1. PROYECTO EJECUTIVO

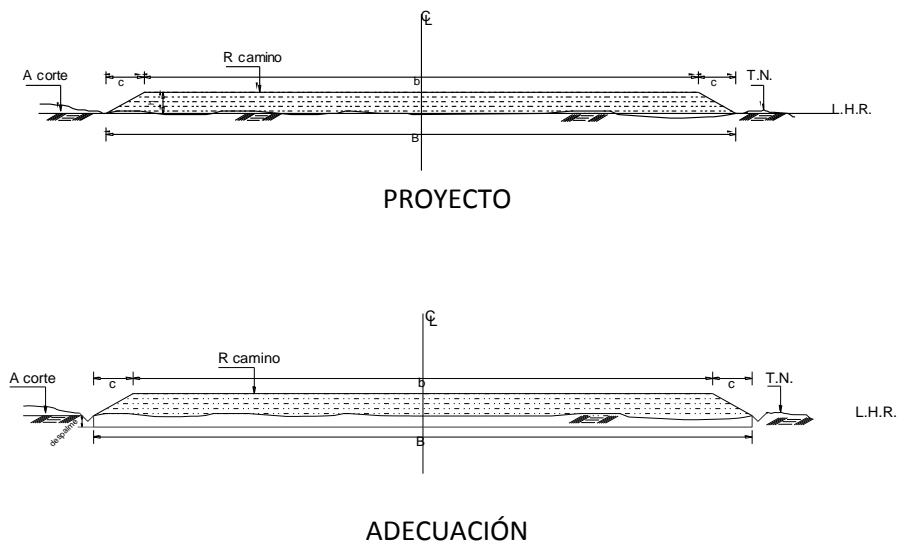
Para que un proyecto de camino saca cosecha tenga éxito, cada uno de los pasos del proceso de gestión de caminos debe llevarse a cabo. Las etapas básicas son planificación, ubicación, levantamiento topográfico, diseño, construcción y mantenimiento.

### 1.1 Levantamiento topográfico

Mediante un levantamiento topográfico con estación total se determinó la localización definitiva de los puntos que conforman el eje del trazo de los caminos con las curvaturas correspondientes, se ubicó el camino mediante la toma de puntos a cada 20 m, de esta manera, después del análisis se determinaron las coordenadas del trazo del camino.

### 1.2 Diseño del camino

Definido el trazo final del camino, se efectuaron los cálculos de diseño para el revestimiento con una sección transversal de 4 metros de ancho de corona, considerando el tipo de material para la determinación de un ángulo de reposo adecuado y se obtuvieron así los taludes de las secciones transversales para el espesor del revestimiento establecido en 12.5 cm. Con esto se obtuvieron las áreas correspondientes a cada una de las secciones transversales definidas en los cadenamientos a cada 20 metros de separación y la última estación marcada en la longitud total del camino. Fueron calculadas las áreas para cada una de las secciones transversales para posteriormente obtener el volumen de material necesario para la adecuación (Figura 1.1).



**Fig. 1.1** Sección transversal “tipo”

Se calcularon las elevaciones correspondientes al terreno natural y a la rasante del revestimiento, así como los espesores de las secciones transversales en cada uno de los cadenamientos de las 2 ramas del camino.

Definida la ruta, fijado el punto de partida y los puntos obligados de paso que definen los tramos de la misma, se realizó un estacado preliminar que señala la ruta del camino. Se niveló el terreno en cada estaca mediante el seccionamiento transversal del terreno, que cubrió un área suficientemente amplia, para diseñar el camino y sus obras de drenaje así como para poder acondicionar el derecho de vía. Los datos de cada sección transversal fueron suficientes para permitir la representación de las curvas de nivel en la franja que ocupa el camino. Se fijaron, entonces en el terreno las referencias topográficas permanentes que permitieron replantear el alineamiento del eje del camino y el estacado del proyecto en los casos en que el estacado desaparezca por cualquier causa. Estas referencias o monumentos se construyen en lugares estables no sujetos a cambios. Fueron presentados los datos para estacado del camino, seguido a lo largo del eje, salvo eventuales correcciones como consecuencia de posibles cambios, corresponde a la poligonal del levantamiento. El trazado materializado o estacado, corresponde también al replanteo del proyecto.

### **1.3 Plano de vista en planta, perfil longitudinal y secciones transversales**

Una vez completado el diseño final del camino se dibujó el plano de vista en planta, perfil longitudinal y secciones transversales.

### **1.4 Estimación de volúmenes de cortes y rellenos**

Con la información anterior, se estiman los volúmenes de cortes y rellenos de cada una de las secciones transversales del terreno, incluidas en el plano las vistas correspondientes a cada una de ellas y la presentación de la sección transversal y los cortes y rellenos de acuerdo al perfil del terreno natural y sus valores en forma numérica. Los volúmenes obtenidos fueron para el camino 1, 232.24 m<sup>3</sup> y para el camino 2, 382.48 m<sup>3</sup>, ya corregidos por el factor de abundamiento.

### **1.5 Alternativas de adecuación para el camino saca cosecha**

Efectuando una valoración de la topografía del terreno y respetando la configuración de la plantación de los arboles que conforman el cultivo de palma de aceite, se comienza buscando un trazo que nos permita reducir costos por concepto de corte y relleno, con pendientes admitidas por las normas con la finalidad de evitar corrientes bruscas de agua, que pudieran causar en un momento dado un deterioro marcado a la estructura del camino o condiciones que afecten directamente a la estabilidad del mismo, se plantean así las diversas alternativas para el trazo del eje del camino.

En la primera alternativa se planteó un camino con una sola rama, que atraviesa el predio por la parte central de lado a lado y rodeando el centro de acopio localizado al centro del predio, continuando el trazo por el extremo sur hasta llegar a la salida. Para este caso se tiene una longitud total de 565.3 m.

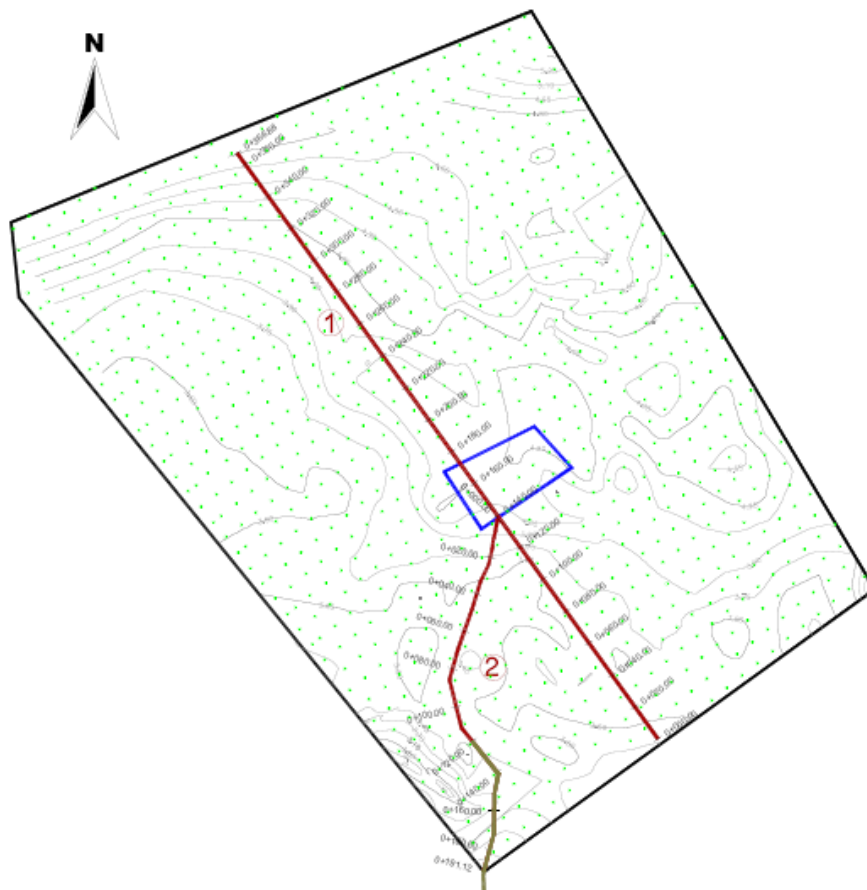
En la segunda alternativa, se manejan 4 ramas de camino, la primera rama parte de la zona ubicada junto al río Vado Ancho llegando hasta el centro de acopio, con 234.40 m de longitud. La segunda rama parte del centro de acopio al extremo sur junto al dren principal, con 117.90 m de longitud. La tercer rama parte de la esquina del centro de acopio dirigida hacia la salida del predio y llegando a la mitad del recorrido, con 97.9 m de longitud. La rama 4 empieza en la terminación de la rama 3, dado que aquí se encontraba una depresión considerable y en época de lluvias se presentaban inundaciones importantes se propuso la implementación de un pedraplén con el fin de que los vehículos pudieran circular sin complicaciones hasta la salida del predio, esta alternativa resulta costosa debido al elevado volumen de



material requerido para su implementación, la longitud del pedraplén es de 109.05 m de longitud. La longitud del camino para este caso sería de 559.05 m.

En la tercera alternativa, la única modificación efectuada consistió en mover la rama 1 del camino dos hileras debajo de su posición original, con la finalidad de llegar directamente al cárcamo de bombeo utilizado por el sistema de riego implementado en el predio. La longitud total del camino no fue modificada con respecto a la alternativa 2.

Se tienen dos ramas de camino, en la primera se opta por definir una sola línea de trazo de camino, que cruza el predio de lado a lado atravesando el centro de acopio, comenzando desde el cárcamo de bombeo y terminando en extremo pegado al dren principal "Los Patos", con 366.88m de longitud. La segunda rama atraviesa la plantación de palma de aceite, cuidando la distribución del marco de plantación y siguiendo un trazo que evitara en lo posible el daño al cultivo y al sistema de riego implementado, parte de la esquina del centro de acopio y llega a la salida del predio, con 191.12 m de longitud. La longitud total del camino para esta alternativa es de 586.91 m. Por cuestiones de comodidad de desplazamiento de las cosechas y fácil acceso al cárcamo de bombeo para su mantenimiento y puntos de interés para el productor, además de facilitar los procedimientos de adecuación y reducir los costos dado el menor volumen de material necesario, esta opción fue la definitiva para su implementación en el predio Zitihualt (Fig. 1.2).



**Fig. 1.2** Alternativa 4 camino saca cosecha predio Zitihualt

## 2. ADECUACIÓN DEL CAMINO SACA COSECHA

### 2.1 Introducción

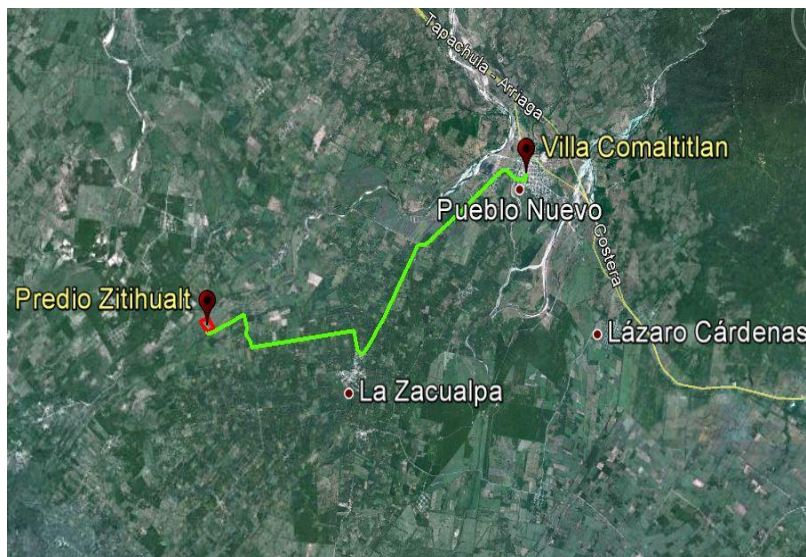
Los caminos saca cosecha y en general los caminos rurales, además de ser el medio de extracción de las cosechas y la introducción de insumos al predio, representan un importante medio de comunicación para la comunidad y el agricultor. Algunos de ellos o parte de los mismos, en ocasiones no se encuentran en condiciones adecuadas de operación y cuando llueve se llenan de lodo, volviéndose intransitables. En muchos casos solamente pueden circular los carros de altas ruedas, las cuales se hunden en el lodo hasta llegar al suelo firme.

Tres son las condiciones mínimas que ha de cumplir un camino saca cosecha para que resulte una vía de comunicación eficaz:

1. Tener un piso firme que no forme lodo cuando llueve
2. No presentar pendientes excesivas. Muchos caminos actuales ofrecen unas pendientes que no son obstáculo para la subida o bajada de carros tirados por ganado, pero que constituyen un grave peligro para las bajadas de los tractores con remolque.
3. Tener el ancho adecuado, con curvas amplias que permitan la circulación de remolques a plena carga.

### 2.2 Información del predio

El predio Zitihualt, se ubica en el municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas, se localiza en su mayor parte en la Llanura Costera del Pacífico (Figura 2.1), sus coordenadas geográficas son: 15°10'32.8" Latitud N y 92° 40'22.24" Longitud W. su altitud es de 40 msnm actualmente no cuenta con un camino de acceso lo que dificulta la extracción de la palma de aceite.



**Fig. 2.1** Ruta Villa Comaltitlán – predio Zitihualt

## 2.3 Movimiento de tierras

En la mayoría de los casos, a la hora de iniciar la adecuación de un camino saca cosecha, el primer paso que se define en la interacción del camino con el terreno, corresponde a una transformación geométrica del lugar de ubicación, que a veces es liviana y elemental, pero otras resulta de bastante consideración.

En general y dependiendo de las características del camino, las transformaciones geométricas, pasan unas veces por la realización de desmontes y despalmes, otras precisan demoliciones y roturas de elementos existentes. Pero en definitiva el ingeniero aparte de conocer las características del terreno para determinar los costos y rendimientos, se precisa conocer los volúmenes que desplaza, para una vez cuantificados proceder a la valoración de estas transformaciones.

El término “movimiento de tierras” incluye el desmonte, despalme, excavación del camino y de drenajes, excavación de obras de fábrica, terraplenes, materiales de préstamo, transporte adicional, explanación con la máquina, escarificación de la explanación, pedraplenes, entre otros.

### 2.3.1 Abundamiento de los materiales

Frecuentemente cuando se requiere el manejo y acarreo de materiales se presenta el problema del abundamiento. Para calcular el coeficiente de abundamiento entre el corte de material en el banco de préstamo y el material suelto en los camiones de volteo, es necesario en primera instancia fijar el peso volumétrico en el banco de préstamo y el peso después de extraído. El factor de abundamiento se refiere a lo que un material "aumenta su volumen" por un acomodo diferente. Se usa en excavaciones, pero también en otros ejemplos como demoliciones (cuadro 2.1).

**Cuadro 2.1.** Abundamiento para diversos materiales

MATERIAL	FACTOR DE ABUNDAMIENTO
Tierra (Tipo I o II), tepetate, arcilla, limo	1.30 - 1.40
Arena, grava	1.12 - 1.22
Concreto, piedra, mamposterías, suelo (tipo III)	1.45 - 1.60

## 2.4 Etapas en la adecuación del camino saca cosecha en el predio

### 2.4.1 Despалme

El primer paso para adecuar el camino fue necesario eliminar el material vegetal superficial de forma tal que quede completamente libre de materia orgánica, debido a las características del sistema radicular del cultivo de palma de aceite, se evitó dañarlo.

### 2.4.2 Carga, acarreo y tiro de material para la adecuación del camino

Se determinó un banco de préstamo que cuenta con el material más conveniente para la adecuación del camino consistente en grava en greña. Para contar con el material fue necesario preparar el banco de

préstamo con una retroexcavadora cargadora, mismo equipo que se utilizó para realizar la carga de camiones volteo. El material, se acarreó una distancia de 18 kilómetros hasta el predio y se llevó a cabo el tiro del material en el área que se despalmó previamente, el material, se fue depositando a una equidistancia de cinco metros. Se determinó un abudamiento promedio del material del 22 %.

### **2.4.3 Conformación y extendido del material**

Para llevar a cabo la adecuación del camino se utilizó una motoconformadora. La conformación y extendido del material consiste en todas aquellas operaciones necesarias para formar el revestimiento de los caminos de acuerdo con el proyecto, con material de banco de préstamo, y lograr una distribución compensada para uniformizar tanto en sentido transversal como longitudinal, de acuerdo con el proyecto.

### **2.4.4 Adecuación de pedraplén**

Cabe mencionar que de acuerdo con las características y requerimientos de drenaje y, dado que en la entrada del predio se han presentado problemas de inundaciones debido al desbordamiento del cauce en la época de lluvias, hubo necesidad de construir un tramo de camino con un pedraplén, para permitir el paso de los vehículos y la extracción de la cosecha en épocas críticas, en las que es imposible circular en la zona de inundación, razón por la cual, el proceso de extracción se dificulta y retarda notablemente.

### **2.4.5 Estabilización de suelo**

En el lado oeste del predio se efectuó una estabilización de terreno, dada la condición inestable y fangosa del suelo, fue necesaria la incorporación de piedra para poder con esto dar mayor soporte y firmeza al suelo, en la parte inicial del camino junto al bordo de contención del río vado ancho a un costado del predio. Con esta operación fue posible dar una superficie de asentamiento del camino con la estabilidad adecuada y apegados a la normativa de seguridad en la adecuación de caminos.

### **2.4.6 Protección del sistema de riego**

Una de las operaciones que también resultaron necesarias en la adecuación del camino, fue el efectuar trabajos de protección de la manguera que conforma la red de conducción del sistema de riego, la cual fue instalada previamente a la adecuación del camino, y debido a que esta se encontraba instalada de manera superficial, resultaba un inconveniente para la libre operación y trabajo de la motoconformadora y de los camiones de volteo. Mediante la excavación de zanjas, se enterraron los tramos de manguera que afectaban las labores de adecuación del camino. De esta forma se evito perjudicar el sistema de riego con posibles fugas posteriores.

## **3. SUPERVISIÓN DE LA ADECUACIÓN DE UN CAMINO SACA COSECHA**

### **3.1 Antecedentes**

Un aspecto clave en la adecuación de un camino, es el control de la calidad en el desarrollo de los trabajos, lo cual se obtiene a través de la supervisión, para garantizar que el trabajo se lleva a cabo de conformidad con los planos y con las especificaciones con los que fue diseñado.

Es importante determinar las técnicas constructivas más adecuadas, económicas y efectivas con la finalidad de cumplir cabalmente con las características del proyecto de acuerdo con el área geográfica y el presupuesto elaborado.

Las actividades de supervisión para este tipo de trabajos, las desarrollan en general Ingenieros Civiles con amplia experiencia en el campo, lo que permitirá aplicar las mejores y más adecuadas tecnologías. La supervisión puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso del proyecto de adecuación de un camino saca cosecha.

La supervisión forma parte de las funciones administrativas e implica revisar que el trabajo sea realizado de acuerdo a lo establecido en planos y especificaciones para la adecuación de un camino saca cosecha, para contribuir a que se cumplan los objetivos del proyecto. El perfil del supervisor no debe limitarse a las competencias técnicas, sino que debe ser complementado con habilidades interpersonales, y con valores y actitudes positivas.

El informe de supervisión de los trabajos realizados es el instrumento mediante el cual se deja constancia de lo sucedido día a día. Es un medio tanto de comunicación como de mando que el supervisor debe utilizar de manera correcta y sistemática durante todo el desarrollo de los trabajos.

### **3.2 Supervisión de los trabajos**

Las principales actividades desarrolladas fueron las siguientes:

1. Revisión y análisis del proyecto.
2. Determinación de los tipos de maquinaria más convenientes.
3. Selección del banco del préstamo.
4. Se determinaron las características del material a utilizarse para la adecuación.
5. Se determinó que el abudamiento del material.
6. Se verificó que el trazo del camino.
7. Se autorizó el inicio de los trabajos de despalme.
8. Se verificó que el material acarreado fuera homogéneo.
9. Se verificó la humedad del suelo.
10. Se determinó un procedimiento para proteger el sistema de riego.
11. Se incorporó piedra para proporcionar mayor soporte y firmeza al suelo.

12. Se adecuó un pedraplén, para el paso de vehículos y la extracción de la cosecha en épocas críticas.
13. Se verificó que la calidad de la adecuación del camino fuera la más adecuada.
14. Se llevó a cabo el seguimiento del número de horas que trabajó la maquinaria y el volumen de material acarreado diariamente.

### **3.3 Especificaciones generales para adecuación del camino**

#### **3.3.1 Suministro de material producto de banco de préstamo para adecuación del camino**

Este trabajo consiste en suministrar el material producto de banco de préstamo requerido para la adecuación del camino.

#### **3.3.2 Acarreo de material de banco de préstamo para la adecuación del camino.**

Este trabajo consistió en acarrear el material de banco de préstamo para la adecuación del camino a una distancia de 18 kilómetros.

#### **3.3.3 Extendido y conformación de material para la adecuación del camino con material producto de banco de préstamo.**

Para este concepto se ejecutaron las operaciones necesarias para la adecuación del camino de acuerdo con el diseño y el proyecto bajo la supervisión del ingeniero con material de banco de préstamo.

## 4. CONSERVACIÓN DE CAMINOS SACA COSECHA

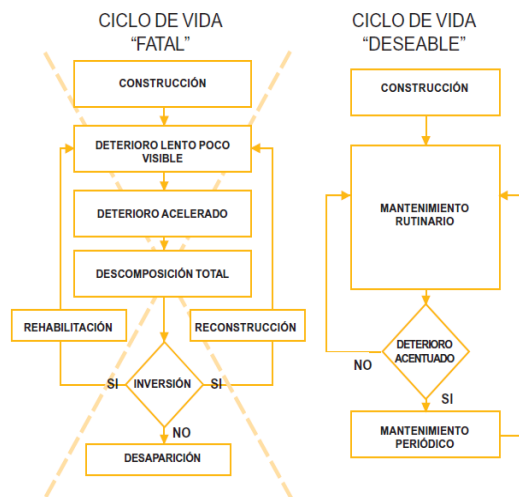
El mantenimiento de caminos saca cosecha es un concepto basado en la participación comunitaria y en la articulación de esfuerzos en apoyo a esta labor. En lo operativo, comprende un conjunto de actividades permanentes que permiten que el camino sea transitable durante las diferentes épocas del año, contribuyendo de esta manera al desarrollo de diferentes actividades en beneficio de las comunidades. Esta iniciativa se realiza gracias a la acción combinada de diferentes instancias y con la contratación de empresas para la rehabilitación de los caminos rurales y supervisores que velan por el adecuado cumplimiento de los trabajos.

El mantenimiento de un camino consiste en prever y solucionar los problemas que se presentan, a causa de su uso, y así brindar al usuario el nivel de servicio para el que la carretera fue diseñada. La vida de un camino está en función de una adecuada respuesta al mantenimiento para prolongar su vida útil. Como punto relevante de la conservación vial esta la identificación de los diferentes factores involucrados.

### 4.1 Proceso de deterioro de los caminos

El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de conservación y mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable.

Se considera que es posible lograr una adecuada conservación de los caminos, estableciendo un ciclo deseable de vida del camino. Así, si el ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, éste se encontrará en un estado óptimo de servicio. Pero el uso del camino va generando un desgaste “natural” del mismo, principalmente como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos Fig. 4.1.



**Fig.4.1** Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”

Si la autoridad u organización de productores competente desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, este desgaste tenderá a ser más lento y prolongará en el tiempo la necesidad de intervenir con un mantenimiento de tipo periódico.

Puede observarse que el mantenimiento rutinario prolonga el estado de conservación del camino en el nivel muy bueno y bueno por más tiempo, en comparación con el caso del camino al que no se le brinda este tipo de conservación y mantenimiento. Un camino no mantenido, en cambio, después del segundo año empieza a dar dificultades para el transporte: mayores tiempos de circulación, mayor consumo de combustible y repuestos, mayores costos de operación del transporte, acceso sólo a determinados tipos de vehículos, dificulta el transporte de insumos y cosechas de productos agrícolas, menor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.

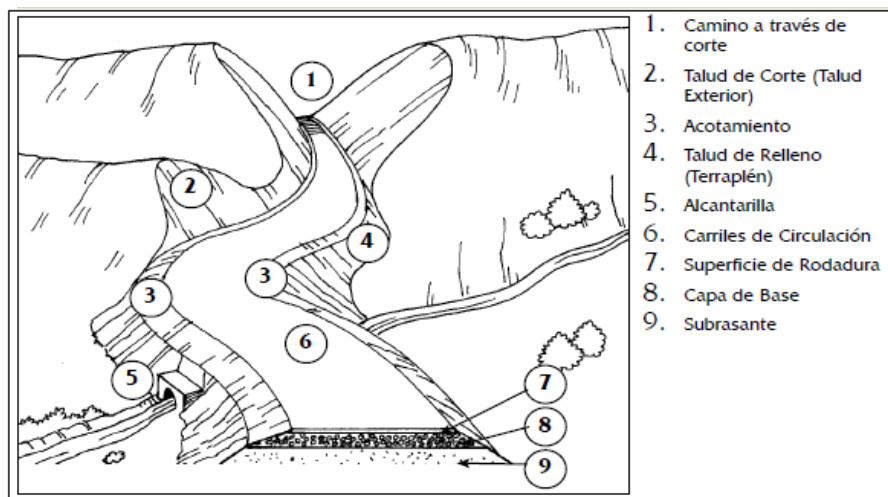
## 4.2 Tipos de mantenimiento

En las actividades de mantenimiento de un proyecto, una vez incluida la etapa de ejecución, se requiere programar las actividades de mantenimiento, y con ello, determinar las actividades asignadas a la participación comunitaria, con ello podemos tener los siguientes tipos de mantenimiento:

- a) **Rutinario o preventivo.** Se realiza periódicamente y permite mantener la utilidad del camino a lo largo de su vida de diseño.
- b) **Periódico o correctivo.** Son obras destinadas a impedir el deterioro de las capas inferiores del pavimento y se realiza en función del daño observado en el camino.
- c) **Extraordinario o de rehabilitación.** Se realiza cuando el estado del camino muestra un deterioro que excede lo programado, de acuerdo a su vida de diseño, comprende la reposición total de la capa de balasto del proyecto, adecuación y reparación de obras de drenaje.

## 4.3 Aspectos técnicos del mantenimiento de los caminos

Un camino saca cosecha es un tipo de sistema de transportación que se construye generalmente para manejar o explotar recursos de zonas rurales o no desarrolladas. Estos sistemas únicos en su género han sido diseñados para soportar volúmenes bajos de tránsito con cargas por eje potencialmente extremas. Se les define comúnmente dentro del rango de menos de 400 TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual). En la figura 4.2, se muestra un esquema con las partes principales de un camino:



**Fig. 4.2** Esquema ilustrativo de un camino



## **Sección Transversal**

La sección transversal de un camino no es más que el dibujo en el que se muestra una sección del camino cortada a todo lo ancho del camino. También se puede aplicar a un arroyo, a un talud, a un deslizamiento, etc.

## **4.4 Operación y tipos de caminos rurales**

Uno de los objetivos primordiales de los caminos saca cosecha es optimizar el traslado de insumos y el retiro oportuno de la producción agrícola, reduciendo daños a vehículos y maquinaria, mediante la rehabilitación, reposición y mejoramiento de los accesos y vías de operación dentro o colindantes a las áreas de vocación agrícola.

Los anchos acotados son los totales, se repartirán simétricamente a cada lado del eje del camino y se ampliarán en los cortes y terraplenes que se salieran de sus límites, con objeto de que siempre estén alojadas todas las obras dentro del derecho de vía. Los anchos del derecho de vía pueden ser de 10m para una corona de 4m o de 15 m para una corona de 6m.

### **Caminos de tierra**

En este caso los vehículos circulan prácticamente sobre el terreno natural, libre de materia vegetal. Algunas veces tienen revestimientos muy ligeros y su alineamiento y sistema de drenaje es muy deficiente.

### **Caminos de terracería**

Son aquellos en donde los vehículos circulan prácticamente sobre una superficie recubierta con balasto en estado natural o seleccionado. Por lo general poseen alguna conformación con su respectivo bombeo y cunetas.

## **4.5 Tipos de estructuras**

El diseño adecuado del drenaje de caminos requiere una cuidadosa atención al detalle. Las condiciones y los patrones de drenaje se deberán estudiar en el sitio. El funcionamiento del drenaje se debería observar durante los periodos de lluvia para observar la forma en que se desplaza realmente el agua, en dónde se concentra, qué daños puede causar, y qué medidas se necesitan para evitar daños y para mantener a los sistemas de drenaje funcionando adecuadamente.

Las tareas generales más importantes que deben ser ejecutadas para el diseño de las obras de paso de agua son las siguientes:

- a) Confección de un plano de distribución y movimiento de las aguas.
- b) Propuestas de obras necesarias para su evacuación
- c) Cálculo del caudal real a desaguar (estudios hidrológicos)
- d) Selección de las obras de fábrica a partir de su capacidad de evacuación de las aguas (cálculo hidráulico).

Las secciones más usualmente empleadas para las alcantarillas son los tubos y los cajones. Actualmente es frecuente el empleo de alcantarillas prefabricadas por secciones (dovelas) que luego son unidas en la obra.

#### a) Alcantarillas de tubos.

Las partes que forman esta alcantarilla son (Figura 4.3):

- El tubo (pueden ser múltiple).
- La embocadura.

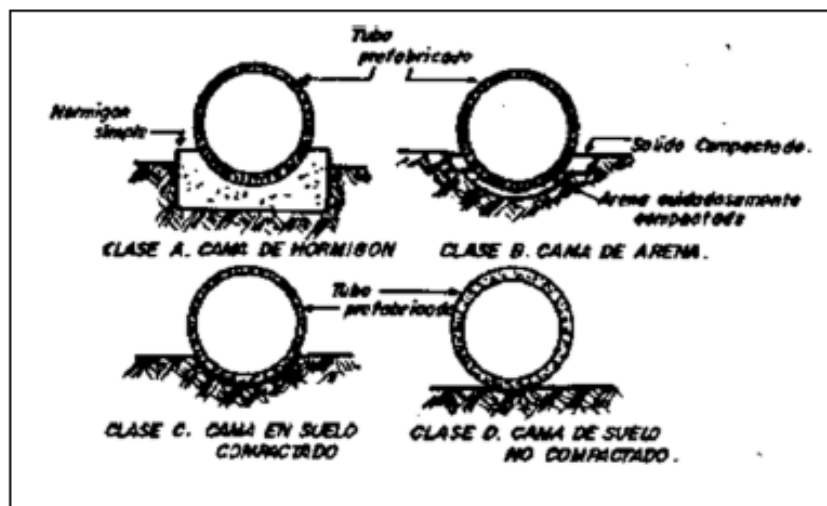


Fig. 4.3 Alcantarilla de tubos

#### b) Alcantarillas de cajón

Están formadas por dos paredes o más (en función del número de celdas), dos losas (superior e inferior) y la embocadura. En los extremos de los cajones se colocan las embocaduras formadas por los aletones y una losa inferior con la misma función que en las alcantarillas de tubos (Figura 4.4).

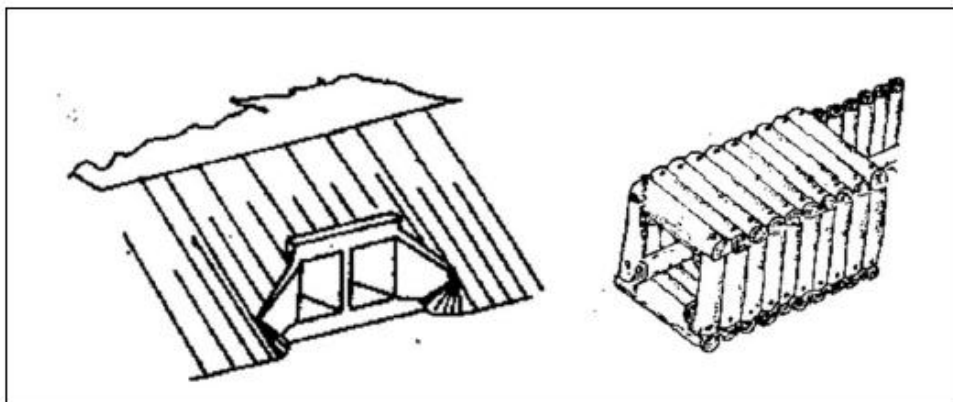
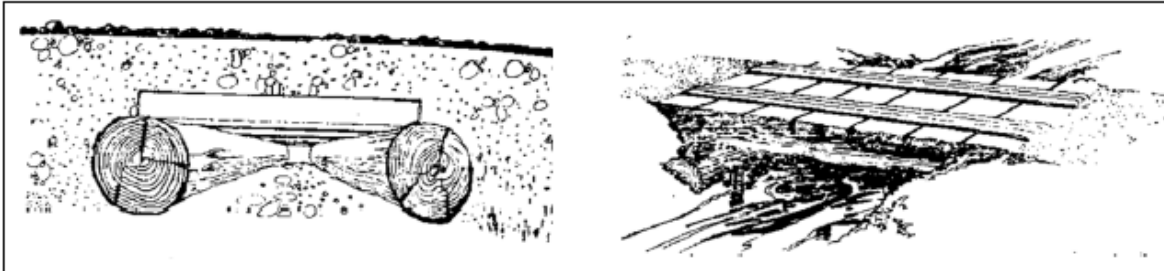


Fig. 4.4 Alcantarillas de cajón

**c) Obras de fábrica de madera**

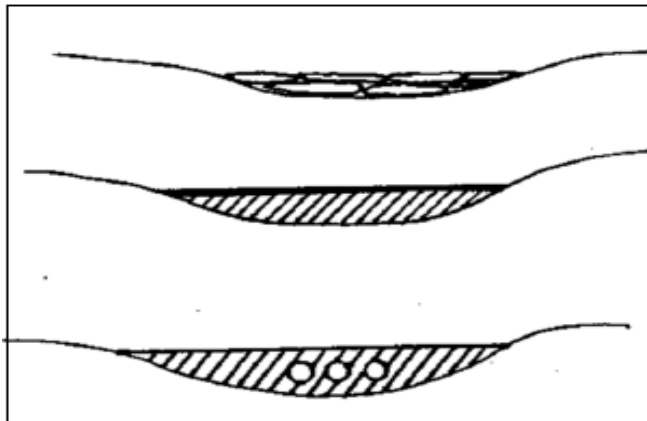
Pueden construirse alcantarillas y pequeños puentes de madera. (Figura 4.5).



**Fig. 4.5** Alcantarilla y puente (transito ligero) de madera

**d) Vados o badenes.**

Los vados o badenes son obras menores, en ocasiones provisionales, para paso de los vehículos a través de corrientes de agua de poco caudal y profundidad (Figura 4.6)



**Fig. 4.6** Vados o badenes

## **4.6 Actividades para el mantenimiento de los caminos**

En caminos, el movimiento de terracerías está en función del número de rastreos o conformaciones que se lleven a cabo por cada anual de riego; generalmente, su desgaste está sujeto a los factores que se han mencionado con anterioridad, como son los factores naturales, destacando como uno de los más importantes el tránsito vehicular.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de las actividades mencionadas:

**Rastreo.-** Consiste en emparejar las coronas de caminos, de acuerdo con el proyecto, dando una pasada de ida y otra de regreso emparejando e incorporando a la zona del camino.

**Conformación.-** De acuerdo con las experiencias adquiridas en las zonas productivas de los Distritos de Riego, la conformación debe hacerse en la época del año más conveniente, dependiendo de lo deteriorado que del camino, ésta acción consta de cinco, siete y hasta nueve pasadas de motoconformadora (Foto 4.1).



**Foto. 4.1** Conformación en caminos

**Rectificación (bacheo).**- Esta actividad se realiza cuando se tiene la existencia de huecos que dificultan el tránsito vehicular en la capa de rodamiento y es necesaria la extracción y acarreo de volúmenes de material de banco para subsanar el área de afectada del camino. Para esto es necesario contar con una retroexcavadora y camión de volteo para acarrear el material extraído del banco.

**Reposición del revestimiento.**- Esta actividad se realiza cuando el material producto de banco colocado en la adecuación del camino, se agotó por acción de agentes climatológicos (lluvia, viento), tránsito vehicular y sobre todo por falta de conservación adecuada al camino. (Foto 4.2)



**Foto 4.2** Extendido de material de revestimiento

**Formación de cunetas.**- Se entiende por formación de cunetas, a la construcción de zanjas que se localizan a la orilla del camino en los cortes o cuando el camino es a pelo de tierra, para recoger y

conducir el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

**Cuneteo.**- Consiste en realizar los trabajos necesarios para el desalojo de obstrucciones presentes en las cunetas, producto de la acción del viento, lluvia o desalojo de material del área de rodamiento producto del tránsito vehicular, ésta actividad se puede realizar con motoconformadora o con empleo de mano de obra.

## **4.7 Precios unitarios**

En tiempos pasados, el éxito de la estimación de los costos en general, frecuentemente dependía de la habilidad para manejar recursos humanos, materiales y equipo, en función de la ejecución de actividades en el menor tiempo al más bajo costo y de la mejor calidad posible, orientada únicamente por su intuición y sus experiencias personales.

Hoy en día, este sistema ha sido reemplazado, casi en su totalidad, por la planeación minuciosa de cada paso de la obra antes de que ésta se inicie, seleccionando los recursos idóneos para realizar un proyecto definido, previo análisis exhaustivo del mismo. Una de las maneras más utilizadas para cuantificar los costos, es a través de la integración de precios unitarios, en la cual se establece el costo por unidad de cada uno de los conceptos que integran los trabajos a ejecutar. Al aplicar los precios unitarios a la cantidad determinada para cada concepto se obtendrá el importe de dicho concepto. La suma de los importes de todos los conceptos, nos da el importe del presupuesto que estamos analizando. No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que son éstas precisamente las que definen la obra que se requiere y la manera en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de las actividades de conservación y mantenimiento de la infraestructura de caminos.

Es importante siempre tomar en consideración el reglamento de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas para la ejecución de los análisis de precios unitarios, dado que en este documento se plantean los detalles y actualizaciones para poder obtener los resultados deseados.

### **4.7.1 Ejemplo de aplicación de precios unitarios**

En el siguiente ejemplo de aplicación para el análisis de precios unitarios (revestimiento y acarreo) se presenta claramente la teoría presentada en el capítulo anterior, esquematizando la utilización de este procedimiento para las estimaciones de costos en un proyecto de caminos (cuadros 4.1).

Cuadro 4.1 Análisis de precios unitarios para revestimiento de caminos

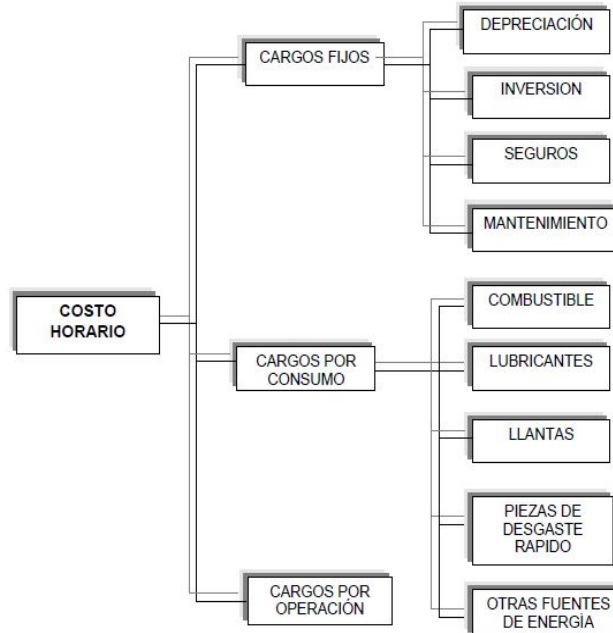
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.				
CLAVE: 5.2.1.1.b	CONCEPTO: REVESTIMIENTO DE CAMINOS SIN CONSIDERAR LOS ACARREOS			
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIAL DE BANCO TIPO REVESTIMIENTO	M3.	1.3500	\$30.00	\$40.50
AGUA	M3.	0.0835	\$28.00	\$2.34
IMPORTE DE MATERIALES			SUMA (1) \$	\$42.84
MANO DE OBRA				
CATEGORIA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
AYUDANTE GENERAL	JORNADA	0.00700	\$263.84	\$1.85
IMPORTE MANO DE OBRA			SUMA (2) \$	\$1.85
MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN,				
NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	(3.0 %) mo	0.03000	\$1.85	\$0.06
MOTOCONFORMADORA	HORA	0.01200	\$556.25	\$6.68
COMPACTADOR	HORA	0.01200	\$401.30	\$4.82
PIPA DE AGUA	HORA	0.01200	\$407.20	\$4.89
MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN,			SUMA (3) \$	\$16.43
			SUMA \$	\$61.12
COSTO DIRECTO =			TOTAL \$	\$61.12
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD			PORCENTAJE	IMPORTE
COSTO INDIRECTO = % C. I. x ( C. D.)			10.00%	\$4.89
				\$66.01
COSTO POR FINANCIAMIENTO = % C. F. x ( C. D. + C. I. )			0.41%	\$0.27
				\$66.28
CARGO POR UTILIDAD = % C. U. x ( C. D. + C. I. + C. F. )			12.50%	\$8.28
				\$74.56
CARGO ADICIONAL: C.A.1			0.5000%	\$0.37
CARGO ADICIONAL: C.A.2			0.2000%	\$0.15
				\$75.08
+ C. I. + C. F. + C. U. + C.A. )		UNIDAD	\$75.08	
		M3.		

#### 4.7.2 Costos horarios de operación

La práctica de muchos años, ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora efectiva, de las máquinas y demás elementos que concurren a la ejecución de un trabajo, ya que, a su vez, los rendimientos, se expresan siempre en función de cada hora de trabajo.

El costo horario por equipo, es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo, conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato. Se integra mediante los cargos que se muestran en el Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2** Cargos que integran el costo horario



Cuando van a realizarse actividades de conservación y mantenimiento en la red de caminos, los precios unitarios pueden generarse calculando el costo horario de la maquinaria, mismos que se determinan en función de ciertos parámetros como el valor de la máquina, llantas, lubricantes y combustibles y salario del operador entre otros. El precio unitario, se calcula considerando el rendimiento nominal de la máquina, el cual se proporciona en la documentación que entrega el distribuidor.

#### **4.7.3 Rendimiento de la maquinaria**

Uno de los aspectos que debe cuidar del analista de costos, es la correcta estimación y verificación de los rendimientos de la maquinaria empleada para la conservación de caminos. Se define como rendimiento, la cantidad de unidades de obra que una máquina puede ejecutar en la unidad de tiempo, que en el caso de la maquinaria es la hora.

Los equipos ligeros o pequeños, generalmente vienen acompañados de una hoja técnica en la cual se estipula el rendimiento o producción que son capaces de ofrecer. Por otra parte, su costo es también pequeño y su producción va asociada muy de cerca a la habilidad de la mano de obra. Sin embargo, los equipos pesados, cuyo costo de adquisición es muy alto, requieren que los cálculos para determinar sus costos y rendimientos sean lo más exactos posible.

## **4.8 Especificaciones técnicas**

Es conveniente siempre tomar en cuenta todas las especificaciones, que deben cumplir los trabajos relacionados con la conservación y mantenimiento de la infraestructura de caminos, utilizadas en los trabajos que se desarrollan en los Distritos de Riego. Es importante mencionar, que éstas servirán de base para que tanto al programar como al ejecutar los trabajos, se conozca la unidad de medida y como se deben desarrollar los trabajos, facilitando así la supervisión correspondiente.

### **Revestimiento de caminos**

Por el precio unitario consignado en el catalogo para este concepto, el contratista ejecutará todas las operaciones necesarias para formar el revestimiento de los caminos de acuerdo con los planos de proyecto y/o las ordenes del ingeniero. Se deberá incluir el análisis del precio unitario los siguientes conceptos: el suministro de todos los materiales, equipos, herramientas, combustibles y mano de obra necesarias para llevar a cabo los trabajos, el pago de regalías por la extracción del material en los bancos, el desmonte y despalme del área de explotación de los bancos, depositando el producto del despalme en la zona distante 40 (cuarenta) metros de los limites del banco, la extracción y selección del material para revestimiento y cuando sea necesario, su disgregado, cribado y/o trituración parcial, los acarreo locales, la carga en unidades de transporte y la descarga en los sitios ordenados por el ingeniero, las operaciones necesarias para la mezcla y uniformación de los materiales con el fin de lograr la granulometría de proyecto. La curva de granulometría de los materiales para revestimiento deberá quedar comprendida dentro de los limites especificados por el laboratorio., para material de "Sub-Base" y "Base" con tamaño máximo de agregados de 5 cm. (2"), permitiéndose un 5% de sobretamaños y el 10% de finos (material que pasa por malla núm. 200).

### **Suministro de material producto de banco de préstamo para revestimiento de caminos**

Este trabajo consiste en suministrar el material producto de banco de préstamo requerido para el revestimiento de caminos.

Por el precio unitario de este concepto de trabajo, el contratista deberá efectuar las operaciones que a continuación se detallan, para suministrar el material de revestimiento. El banco de préstamo deberá ser aprobado por el ingeniero, debiendo tener una granulometría uniforme, así como material cementante en la proporción adecuada, de acuerdo con especificaciones del laboratorio. Extracción (afloje y apile) del material de banco de préstamo efectuado con tractor bulldózer sobre orugas equipado con ripper. Carga del material apilado efectuado con equipo mecánico, consistente en un cargador frontal o similar.

### **Acarreo de material de banco de préstamo para revestimiento de caminos a una distancia menor o igual a 1.0 (un) kilómetro**

Se entenderá por acarreo de material de banco de préstamo, para revestimiento de caminos, la operación consistente en transportar dicho material a una distancia menor o igual a 1.0 (un) kilómetro. Para la ejecución de este trabajo se realizaran todas las operaciones necesarias que se requieran, para el acarreo del material para revestimiento de caminos a una distancia menor o igual a 1.0 (un) kilómetro según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero, quedando a satisfacción del supervisor.



**Acarreo de material de banco de préstamo para revestimiento de caminos a una distancia mayor de 1.0 (un) kilómetro, por cada kilómetro adicional al primero**

Este trabajo consiste en acarrear el material de banco de préstamo para revestimiento de caminos a una distancia mayor de un kilómetro. Para la ejecución de este trabajo se realizarán todas las operaciones necesarias para el acarreo del material de banco de préstamo para revestimiento de caminos a distancias mayores de un kilómetro, por la ruta que considere el proyecto y/o las órdenes del ingeniero, quedando a satisfacción del supervisor.

**Extendido y conformación de material para la formación de revestimiento de caminos con material producto de banco de préstamo**

Para este concepto el contratista ejecutará las operaciones necesarias para formar el revestimiento de los caminos de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero con material de banco de préstamo.

Este concepto se aplicará en caminos de operación de la red de distribución de los distritos de riego y para coronas de 4 a 6 metros de ancho, con un espesor mínimo de 10 cm. así como un mínimo de siete pasadas de motoconformadora, comprenderá las siguientes operaciones: mezclado y extendido de material producto de banco de préstamo, de acuerdo con la siguiente especificación y/o las órdenes del ingeniero para la formación del revestimiento. El suministro de material para formación de revestimiento de caminos, se pagará por separado. Dos pasadas extendiendo e incorporando el agua necesaria de acuerdo con la proporción que fije el laboratorio; dos pasadas acamellonando y nuevamente dos pasadas extendiendo y una de salida para afine y entrar al tramo siguiente.

**Suministro de agua mediante el empleo de "pipa", para la formación de revestimiento de caminos por metro cúbico**

Se entenderá por suministro de agua para formación de revestimiento de caminos, el conjunto de operaciones que debe efectuar el contratista para disponer en el lugar de las obras, el agua necesaria para la formación de revestimiento de caminos.

Por el precio unitario establecido para este concepto, el contratista se obliga a efectuar las siguientes operaciones: la carga del agua mediante el empleo de bomba a camión "pipa", el acarreo de agua dentro del primer kilómetro, la descarga del agua en los sitios de utilización, directamente en los bordos y con el equipo adecuado para dar al material de revestimiento riegos uniformes que permitan lograr la humedad óptima requerida, el agua que suministre el contratista deberá ser razonablemente limpia, el agua deberá descargarse dando riegos uniformes al material de revestimiento, de tal manera que se incorpore al material la cantidad de agua por metro cúbico que el laboratorio de materiales determine como necesaria para lograr la humedad óptima.

**Escarificación, conformación y compactación de la corona del camino para recargar material de revestimiento o nivelar la carpeta de rodamiento existente**

Por el precio unitario consignado en el catálogo para este concepto, el contratista ejecutara todas las operaciones necesarias para dar el tratamiento mecánico a la superficie de rodamiento de la corona del camino, dicho tratamiento consistirá en lo siguiente:

Escarificación de la superficie de rodamiento en un espesor máximo de 10 centímetros, acamellonamiento del material producto de la escarificación; suministro e incorporación del agua necesaria, incluyendo el acarreo desde el sitio de su obtención; tendido, nivelación y compactación del material al 95 % según la prueba "proctor". El costo que origine el empleo de laboratorio de control de calidad externo, para la verificación de la compactación de la terracería del camino. El número de estas deberán realizarse a juicio del supervisor, debiendo considerarse al menos la obtención de una prueba cada 200 m.

**Formación de cunetas con equipo mecánico propiedad de la dependencia, con un mínimo de 5 (cinco) pasadas, por kilómetro terminado con motoconformadora**

Se entenderá por formación de cunetas, las zanjas que se localizan a la orilla del camino en los cortes, o cuando el camino es a pelo de tierra destinadas a recoger el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

Este concepto de trabajo se utilizara únicamente cuando se construyan caminos nuevos, de acuerdo con la definición. Este concepto se aplicará en caminos de operación de la red de distribución y de drenaje en los Distritos de Riego y /o áreas productivas. Comprenderá las siguientes operaciones: Una pasada por cada margen extrayendo el material; una pasada por cada margen extendiendo el material y una pasada de afine, formando la sección transversal de la misma según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

**Conservación de cunetas con motoconformadora, con un mínimo de 3 (tres) pasadas por kilómetro terminado**

Por este concepto se entenderá, a todos los trabajos necesarios que tenga que efectuar el contratista para llevar a cabo la conservación de las cunetas existentes que se localizan en las orillas de los caminos, destinadas a recoger tanto el agua que escurre de la superficie del camino, como la de los taludes de los cortes.

Se efectuará una pasada con motoconformadora, por cada margen limpiando de hierba y extrayendo el azolve depositado en la sección de la cuneta, una pasada de salida para cambiar al siguiente tramo. En los caminos revestidos, el material depositado dentro de las cunetas que sea producto del revestimiento desplazado, este será regresado a la corona del camino en caso de no estar contaminado, de lo contrario **dicho material se colocara fuera de la zona del camino de acuerdo al proyecto del camino y/o las órdenes del ingeniero.**

**Sobrecarreo de material de banco de préstamo, para la formación de bordos o terraplenes sin compactar, efectuado con camión de volteo, a una distancia mayor de 1.0 (un) kilómetro por cada kilómetro adicional al primero. (m<sup>3</sup> - km)**

Se entenderá por sobrecarreo de material producto de banco de préstamo para la formación de bordos o terraplenes a una distancia mayor de un kilómetro, la operación consiste en transportar dicho

material, el número de kilómetros subsecuentes al primero hasta el lugar de su utilización. El sobreacarreo de material producto de banco de préstamo cuyo volumen será determinado por el sistema de promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran según la configuración del terreno, se medirá de acuerdo a lo siguiente:

La distancia de sobreacarreo del material de banco de préstamo transportado en camión de volteo, será la distancia existente entre el centro de gravedad y el banco de préstamo y el centro de gravedad del bordo o terraplén formado con el material producto de dicho banco, menos el primer kilómetro. Esta distancia de sobreacarreo será dividida en kilómetros, considerándose como kilómetro completo a la fracción que resultare. La distancia de acarreo se medirá según la ruta transitable más corta o bien aquella que autorice el ingeniero.

**Acarreo de material de banco de préstamo, para la formación de bordos o terraplenes sin compactar, efectuado con camión de volteo, a una distancia menor o igual a un kilómetro por metro cúbico**

Se entenderá por "acarreo en el primer kilómetro de material producto de banco de préstamo" la operación consistente en transportar dicho material a una distancia menor o igual a un kilómetro y que corresponde a la distancia total que se medirá desde el centro de gravedad del banco de préstamo, al centro de gravedad del bordo y/o terraplén.

Por el precio unitario consignado en el contrato para este concepto, el contratista se obligará a hacer las operaciones siguientes: Las maniobras de espera y acomodo para la carga de los materiales en el banco de préstamo, el acarreo de material a una distancia no mayor de un kilómetro, descarga del material en el sitio de su utilización.

**Suministro de agua mediante el empleo de "pipa", para compactación de terraplenes por metro cúbico**

Se entenderá por suministro de agua para compactaron de terraplenes, el conjunto de operaciones que debe efectuar el contratista para disponer en el lugar de las obras, el agua necesaria para la compactación de terraplenes.

Por el precio unitario establecido para este concepto, el contratista se obliga a efectuar las siguientes operaciones: La carga del agua mediante el empleo de bomba a camión "pipa", el acarreo de agua dentro del primer kilómetro. La descarga del agua en los sitios de utilización, directamente en los bordos y con el equipo adecuado para dar a las terracerías riegos uniformes que permitan lograr la humedad optima requerida. El agua que suministre el contratista deberá ser razonablemente limpia. El agua deberá descargarse dando riegos uniformes a las terracerías de tal manera que se incorpore al material la cantidad de agua por metro cúbico que el laboratorio de materiales del distrito determine como necesaria para lograr la humedad optima.

**Sobrecarreo de material común producto de banco de préstamo, transportado en camión de volteo, a una distancia mayor de un kilómetro, para la formación de rellenos (bacheo) sin compactar, por cada kilómetro adicional al primero**

Se entenderá por "sobrecarreo" de material producto de banco de préstamo para relleno de estructuras, la operación consistente en transportar dicho material a una distancia mayor de un kilómetro por cada kilómetro adicional al primero.

El sobrecarreo de material de banco de préstamo efectuado con camión de volteo, fuera de la distancia de acarreo libre de un kilómetro, se medirá tomando como unidad el m<sup>3</sup>- kilómetro, entendiéndose por m<sup>3</sup>-kilómetro el movimiento de 1 m<sup>3</sup> de material a la distancia de un kilómetro. El volumen del material acarreado será el del relleno construido (incluyendo el abundamiento) con ese material según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

**Rastreo de terracerías de caminos, bordos y brechas, con equipo mecánico propiedad de la dependencia, para coronas de 4 (cuatro) a 6 (seis) metros de ancho por kilómetro terminado con motoconformadora**

Se entenderá por rastreo, a la operación consistente en emparejar las coronas de caminos, bordos y brechas, de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Este concepto se aplicará en caminos de operaciones de la red de distribución en los Distritos de Riego y/o áreas productivas, para coronas de 4 a 6 metros de ancho. Comprenderá las siguientes operaciones:

Una pasada de ida y otra de regreso emparejando e incorporando a la zona del camino el material que se haya desplazado a los extremos y una pasada de salida emparejando y afirmando para entrar al siguiente tramo. Cuando sea necesaria la incorporación de agua, de acuerdo con el proporcionamiento del laboratorio, este concepto de trabajo se pagara por separado.

**Rastreo y relleno de erosiones (bacheo) de bermas en drenes y/o canales (caminos de operación), efectuados con equipo mecánico propiedad, de la dependencia por kilómetro terminado**

Los trabajos consisten en rastreo y relleno de erosiones de bermas y coronas de canales y/o drenes, según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

Para el rastreo y relleno de erosiones de bermas y/o coronas, dar un mínimo de tres pasadas por kilómetro, dejando en buenas condiciones para el tránsito de maquinaria y vehículos. Los trabajos se efectuaran a satisfacción de la dependencia.

**Rastreo de caminos revestidos con equipo mecánico motoconformadora, propiedad de la dependencia, para coronas de 4 (cuatro) a 6 (seis) metros de ancho con un mínimo de 3 (tres) pasadas, por kilómetro terminado**

Se entenderá por rastreo, a la operación consistente en emparejar las coronas de caminos revestidos, de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Este concepto se aplicará en caminos de operación de la red de distribución en los distritos de riego y para coronas de 4 a 6 metros de ancho. Comprenderá las siguientes operaciones:

Una pasada de ida y otra de regreso emparejando e incorporando a la zona del camino, el material que se haya desplazado a los extremos y una pasada de salida emparejando y afinando para entrar al siguiente tramo. Cuando sea necesaria la incorporación de agua, de acuerdo con el proporcionamiento del laboratorio, este concepto de trabajo se pagara por separado.

**Extendido y conformación de material para la formación de revestimiento de caminos para coronas de 4 (cuatro) a 6 (seis) metros de ancho, efectuados con equipo mecánico propiedad de la dependencia con material producto de banco de préstamo por metro cúbico**

Por este concepto de trabajo, el contratista ejecutara las operaciones necesarias para formar el revestimiento de los caminos con material de banco de préstamo, de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Este concepto se aplicará en caminos de operación de la red de distribución de los Distritos de Riego y para coronas de 4 a 6 metros de ancho, con un espesor mínimo de 10 centímetros, así como un mínimo de 7 pasadas de motoconformadora. Comprenderá las siguientes operaciones:

a).- Mezclado y extendido de material producto de banco de préstamo, de acuerdo con la siguiente especificación y/o las órdenes del ingeniero para la formación del revestimiento.

Dos pasadas extendiendo e incorporando el agua necesaria de acuerdo con la proporción que fije el laboratorio; dos pasadas acamellonando e incorporando el agua necesaria y nuevamente dos pasadas de extendido y una de salida para afine y entrar al tramo siguiente.

**Compactación y despiedre del material de revestimiento de caminos formados con motoconformadora propiedad de la dependencia por metro cúbico terminado**

Por este concepto el contratista ejecutara las operaciones necesarias para compactación y despiedre de los caminos revestidos con motoconformadora propiedad de la dependencia.

Comprende las siguientes operaciones:

- a).- Compactaron a un mínimo del 85% de la prueba proctor usada por la S.C.T.
- b).- Despiedre de los tamaños mayores de 7.6 centímetros (tres pulgadas).

El espesor del revestimiento y su compactaron correspondiente, deberán ser uniformes en todo lo ancho del camino, de tal modo que las pruebas efectuadas resulten con el grado mínimo de la compactaron indicada con anterioridad.

**Conformación de terracerías de caminos y/o bordos con equipo mecánico propiedad de la dependencia, para coronas de 4 (cuatro) a 6 (seis) metros de ancho, con un mínimo de 5 (cinco) pasadas por kilómetro terminado**

Se entenderá por conformación de terracerías de caminos y/o bordos con motoconformadora, a las operaciones necesarias, para lograr una distribución compensada para uniformizar las terracerías, tanto en sentido transversal como longitudinal, de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

Este concepto únicamente se podrá aplicar en caminos y/o bordos de la red de distribución en los Distritos de Riego y/o áreas productivas, para coronas de 4 a 6 metros de ancho. Comprenderá las siguientes operaciones: Dos pasadas de ida y dos de regreso escarificando y conformando, y una pasada de salida emparejando y afinando para entrar al siguiente tramo. Cuando sea necesaria la incorporación de agua, de acuerdo con el proporcionamiento indicado por el laboratorio, este concepto se pagara por separado.

Cuando el material tenga la humedad adecuada no deberá incorporarse el agua.

**Extendido y conformación de material, para la readecuación de revestimiento existente en caminos, a efectuarse, con equipo mecánico propiedad de la dependencia por metro cúbico**

Por este concepto el contratista ejecutara las operaciones necesarias para reconstruir el revestimiento existente en caminos de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Este concepto se aplicará en caminos revestidos existentes en la red de distribución de los Distritos de Riego y/o áreas productivas para coronas de 4 a 6 metros de ancho, debiendo reconstruirse el camino con un espesor mínimo de 10 a 15 cms., así como un mínimo de siete pasadas de motoconformadora.

Para estos casos deberá proyectarse un revestimiento nuevo, y el poco material de revestimiento existente podrá escarificarse y conformarse con la terracería, pasando a formar parte de la base del nuevo camino. Cuando los caminos se encuentren en mal estado debido a "baches" y no sea posible cuantificar con precisión las operaciones a desarrollar, ni los volúmenes a ejecutar, este tipo de trabajo se deberá llevar a cabo por el procedimiento de administración.

**Desazolve de canales y/o drenes "a mano" (cunetas)**

Es el conjunto de actividades que se realizan para retirar azolve, vegetación, basura, fragmentos de roca y todo material que se acumule en estos elementos de drenaje, con el propósito de restituir su capacidad y eficiencia hidráulica.

Se entenderá por desazolve de canales y/o drenes (cunetas) a mano, las excavaciones que se ejecuten para extraer el azolve depositado en la cuneta y con ello reconstruir las secciones hidráulicas de acuerdo con el proyecto original y/o las órdenes del ingeniero.

Por ningún motivo se admitirá el uso de sustancias agresivas, dañen de cualquier forma el revestimiento o la estructura de las cunetas o contracunetas, tales como solventes, combustibles o lubricantes.

#### **4.9 Frecuencia en la realización de actividades de conservación de caminos**

Como todas las obras, los caminos requieren permanentemente de conservación y mantenimiento para soportar las cargas repetidas impuestas por el tránsito de vehículos, que es creciente, así como por los agentes climatológicos.

La frecuencia en la ejecución de las actividades de conservación dependerá en gran medida de las acciones y efectos externos que afectan al camino, trayendo como consecuencia el deterioro constante a través del tiempo. En el cuadro 4.3, se presentan las frecuencias con las cuales se realizan las actividades de conservación en un camino saca cosecha.

**Cuadro 4.3** Frecuencia en las actividades de conservación de caminos

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Rastreo de caminos, bordos y brechas	2 veces al año
Bacheo y extendido de material	1 vez cada 2 años
Conformación de revestimiento	1 vez cada 5 años

## **5. CAPACITACIÓN EN SERVICIO A LOS TÉCNICOS DE LAS AGÍ'S**

Para llevar a cabo la capacitación en servicio sobre el tema de trazo, diseño, adecuación y mantenimiento de caminos saca cosecha, a los técnicos de las AGÍ'S se realizó un evento de campo con tal fin el 18 de julio en el predio Zitihualt municipio de Villa Comaltitlán (Foto 5.1).

Se contó con un total de 36 participantes integrados por el Sr. Alfredo López Vázquez, propietario del predio, el Ing. José Calderón Elizalde, la Ing. Zoila del Carmen Anzueta Herón de la Gerencia Estatal del FIRCO en Chiapas y técnicos de las siguientes AGÍ'S (Foto 5.2):



**Foto 5.1** Capacitación en servicio



**Foto 5.2** Participantes

Se presentaron los principales aspectos de la teoría para la adecuación de los caminos, el procedimiento que se siguió para la adecuación del camino en el predio y las principales actividades para el mantenimiento de los caminos así como la frecuencia con la que deben realizarse.

## **ADECUACIÓN DEL CAMINO SACA COSECHA**

### **1.- Carga de camiones en banco de préstamo.**

Carga de camión de volteo para suministrar el material producto de banco de préstamo requerido para la adecuación del camino.

### **2.- Acarreo y colocación de material para camino.**

Acarrear y depositar el material de banco de préstamo directamente del camión de volteo para conformar posteriormente la superficie de rodamiento del camino.

### **3.- Conformación y extendido del material.**

Para llevar a cabo la adecuación del camino se utilizó una motoconformadora. La conformación y extendido del material consiste en todas aquellas operaciones necesarias para formar el revestimiento



de los caminos de acuerdo con el proyecto, con material de banco de préstamo, y lograr una distribución compensada para uniformizar tanto en sentido transversal como longitudinal, de acuerdo con el proyecto.

Razón por la cual hubo necesidad de construir un tramo de camino con un pedraplén, para permitir el paso de los vehículos y la extracción de la cosecha en épocas críticas, en las que es imposible circular en la zona de inundación y, el proceso de extracción se dificulta y retarda notablemente.

Posteriormente se describieron y analizaron las actividades de conservación siguientes y sus frecuencias.

- a) Rastreo de caminos, bordos y brechas (dos veces por año).
- b) Bacheo y extendido de material en superficie de rodamiento (cada cinco años).
- c) Conformación de revestimiento (dos veces por año).

Después de esto, se realizó un recorrió por el camino y se entregaron constancias del evento a los participantes. Se elaboro también la lista de asistencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aparicio Mijares, Francisco J. HIDROLOGÍA DE SUPERFICIE. Editorial Limusa. México, 1992.
- Bañon Blázquez, Luis – Beviá García José F. MANUAL DE CARRETERAS. España, 2003.
- Barros Mosso, Isidro E. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN. Escuela Nacional de Agricultura. México, Octubre de 1965.
- Chow, Ven Te – R. Maidment, David – W. Mays Larry. HIDROLOGÍA APLICADA. Editorial McGraw-Hill. Colombia, 1994.
- Cook, C. C., H. L. Beenhakker, y R. E. Hartwig. 1985. "Institutional Considerations in Rural Roads Projects." Staff Working Paper 748. Banco Mundial, Washington, D. C.
- Esteve Pardal, Rafael M.G. - Esteve González, Rafael. CONCEPTOS GENERALES SOBRE MOVIMIENTO DE TIERRAS. ISBN: 978-84-691-4941-6 Depósito legal: SE-4321-2008.
- Elorrieta Jove, José; Gómez Barea, J. Antonio; Navarro Ariza, Miguel; Mazo Iglesias, Ángel. VÍAS DE SACA – INTRODUCCIÓN A LA PLANIFICACIÓN, TRAZADO Y DISEÑO DE CAMINOS FORESTALES. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid, España, 2002.
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES. Dirección general de caminos. Republica de Guatemala. Septiembre, 2001.
- Etcharren Gutiérrez, René. MANUAL DE CAMINOS VECINALES. Asociación Mexicana de Caminos y Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México, 1969.
- Ferrer Granda, José María. CAMINOS RURALES. Hojas Divulgadoras No. 1-67-H. España 1997.
- García Rivero, José Luis. MANUAL TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN HOLCIM APASCO. Cementos Apasco S.A. de C.V. México, 2008.
- Fernández Rodríguez, Francisco. ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN. Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba, 1986.
- Goodland, R. y H. Irwin. 1975. Amazon Jungle: The Environmental Impact of the Transamazonian Highway. Nueva York: Elsevier Scientific.
- Keller, Gordon y Sherar, James. INGENIERÍA DE CAMINOS RURALES. Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México, 2005.
- Low, K S. 1984. "Effects of Road Construction on the Environment." En Technology. Culture and Development, U. A. Aziz y otros, editores. Kuala Lumpur, Malaysia: Institute of Advanced Studies.
- LIBRO DE NORMAS DE CONSERVACIÓN. Secretaría de Comunicaciones y transportes. México, 2009.
- Magallanes, Roberto. PROYECTO DE ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS PARA CAMINOS DE BAJO COSTO. Instituto de Ingeniería, U.N.A.M. México, 1972.
- Malcourj, Enrique. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS RURALES. CONAPROLE.
- MANUAL OPERATIVO BAJO EL CUAL SE RIGEN LAS ACCIONES DEL PROGRAMA DE APOYO A CAMINOS SACA COSECHAS. Gobierno del Estado de Guanajuato. México, 2004.
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA OBRA PÚBLICA. Comisión Nacional del Agua. México, 1992.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 1986. Environmental Guidelines for Rural Roads. Nairobi, Kenya.
- Solís Carcaño, Romel G. LA SUPERVISIÓN DE OBRA. Solís/Ingeniería 8-1 (2004) 55-60.

- Tchikoué, Hubert y Zepeda, Ernesto. MANUAL DEL CURSO TEORICO – PRÁCTICO: “Planeación, Proyección, Diseño, Construcción, Mantenimiento y Rehabilitación de Caminos Forestales”. Universidad Autónoma Chapingo. Chignahuapan, Puebla, México, 2011.
- <http://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcrmanpro.pdf>
- [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1967\\_01.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1967_01.pdf)