



## **2.- TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE DRENAJE, CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA Y CAMINOS SACA COSECHA EN EL PREDIO “LA HERRADURA”, MUNICIPIO DE PALENQUE, CHIAPAS.**

### **Camino saca cosecha**



## **V. 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>4</b>
2.1 Introducción .....	4
2.2 Información del predio .....	4
2.3 Movimiento de tierras.....	5
2.4 Etapas de adecuación del camino saca cosecha en el predio .....	6
<b>3. SUPERVISIÓN DE LA ADECUACIÓN DE UN CAMINO SACA COSECHA.....</b>	<b>7</b>
3.1 Antecedentes .....	7
3.2 Supervisión de los trabajos .....	7
3.3 Especificaciones generales para adecuación de caminos .....	8
<b>4. CONSERVACIÓN DE CAMINOS SACA COSECHA.....</b>	<b>9</b>
4.1 Importancia del mantenimiento de caminos .....	9
4.2 Proceso de deterioro de los caminos .....	9
4.3 Tipos de mantenimiento .....	9
4.4 Aspectos técnicos del mantenimiento de caminos.....	10
4.5 Actividades para la conservación y mantenimiento de caminos .....	12
4.6 Precios unitarios .....	12
4.7 Especificaciones técnicas.....	14
4.8 Continuidad en las actividades de conservación.....	15
4.9 Operación de caminos.....	15
<b>5. CAPACITACIÓN EN SERVICIO A LOS TÉCNICOS DE LAS AGÍ'S. ....</b>	<b>16</b>



## **1. PROYECTO EJECUTIVO**

Un camino saca cosecha bien planeado, localizado, diseñado, construido y mantenido, resulta esencial para el desarrollo de un predio, para el flujo de insumos así como para la pronta extracción de las cosechas y en general para efectuar las actividades necesarias dentro del predio. Sin embargo, la adecuación de caminos, puede producir más erosión en el suelo que la mayor parte de otras actividades que tienen lugar en las zonas rurales. Con una planeación y un diseño adecuados del camino saca cosecha se podrán minimizar los efectos adversos sobre el medio ambiente.

### **1.1 Levantamiento topográfico**

Mediante un levantamiento topográfico con estación total se determina la localización definitiva de los puntos que conforman el eje del trazo de los caminos con las curvaturas correspondientes, a continuación se presentan los resultados para cada una de los ejes que conforman las ramas del camino saca cosecha.

### **1.2 Diseño del camino**

Definido el trazo final del camino, se efectúan 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 obtener así los taludes de las secciones transversales para el espesor del revestimiento establecido en 16 centímetros. Con esto se determinan las áreas correspondientes a cada sección transversal definida en los cadenamientos a cada 20 metros de separación y la última estación marcada en la longitud total del camino. Se determinaron además las elevaciones correspondientes al terreno natural y 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 tramos de la misma, se ejecuta un estacado preliminar que señale la ruta del camino. Se nivela el terreno en cada estaca mediante el seccionamiento transversal del terreno, que cubrirá un área suficientemente amplia, para diseñar el camino, sus diversas estructuras y obras de drenaje, y para acondicionar el derecho de vía. Los datos de cada sección transversal deberán ser suficientes para permitir la representación de las curvas de nivel en la franja que ocupará el camino. Se fijan, entonces en el terreno las referencias topográficas permanentes que permitirán 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.

Se determinaron 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 (estacado) corresponde también al replanteo del proyecto.

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

En el plano adjunto se presentan las imágenes y esquemas de vista en planta, perfil longitudinal y secciones transversales.

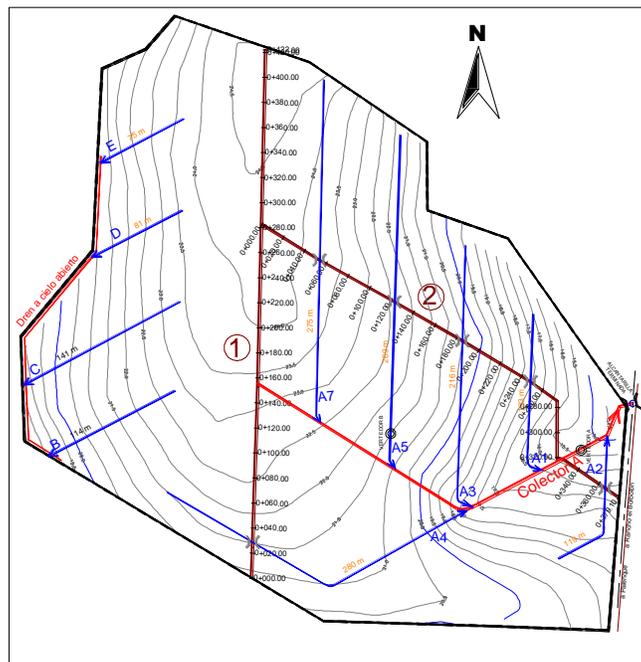
### 1.4 Estimación de volúmenes de cortes y rellenos

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.

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

Para el caso del predio La Herradura las alternativas para la localización de los caminos fueron contempladas a partir de la distribución del sistema de drenaje en el predio principalmente, revisando el sentido del escurrimiento en el predio, también se determino cual sería la ubicación más apropiada para el camino, además del fácil acceso a diversos puntos dentro del predio.

Dada la reubicación de los drenes que conforman el sistema de drenaje y debido a que no se abarcaban algunas zonas importantes del predio, se plantearon dos ramas para el camino. La primer rama va se norte a sur atravesando todo predio de extremo a extremo, con una longitud de 422 m. La segunda rama comienza en la estación 0+282.47 de la rama uno y recorre el predio hasta el extremo este como se muestra en la figura, tiene una longitud de 379.1 m. La longitud total del camino saca cosecha es de 801.1m (Figura 1.1).



**Fig. 1.1** Alternativa definitiva para camino saca cosecha predio La Herradura

## 2. ADECUACIÓN DEL CAMINO SACA COSECHA

### 2.1 Introducción

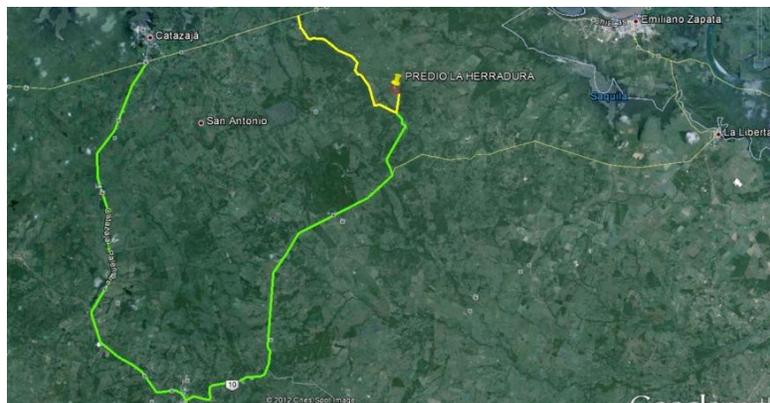
Los caminos saca cosecha, y en general los caminos rurales, además de ser el medio de extracción de la cosecha y la introducción de insumos al predio, son un importante medio de comunicación para la comunidad y el agricultor.

Tres son las condiciones mínimas que ha de cumplir un camino saca cosecha para que resulte una vía de comunicación eficaz: tener un piso firme que no forme lodo cuando llueva, 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 y tener el ancho adecuado, con curvas amplias que permitan la circulación de remolques a plena carga. Las etapas dentro del proceso en las cuales se combinan las necesidades de los usuarios del camino con los factores geométricos y los rasgos topográficos, y el camino se construye sobre el terreno son el levantamiento, diseño y adecuación en campo de los caminos.

Se realizó el levantamiento del predio para identificar los rasgos topográficos tales como drenajes, afloramientos y pendientes del terreno, así como para agregar un cierto nivel de control geométrico a un proyecto. Un levantamiento puede ser muy simple, como el ejecutado con una brújula y una cinta métrica de tela, o puede resultar muy detallado usando instrumentos y un cierto grado de exactitud en terrenos difíciles o para un camino de altas especificaciones.

### 2.2 Información del predio

El predio La Herradura, se ubica en el norte del municipio de Palenque, Chiapas, es parte de una propiedad mayor de palma de aceite asociado a la empresa AGROIPSA (Agroindustrias de Palenque S.A DE C.V.). Se ubica al norte del municipio, entre los poblados de Catazajá, Chiapas y Emiliano Zapata, Tabasco. (Fig. 2.1). Las coordenadas geográficas del centro del predio son las siguientes:  $91^{\circ} 53'08.67''$  W,  $.17^{\circ} 42'12.05''$  N.



**Fig. 2.1** Ruta Catazajá – Predio La Herradura

## 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.

El ingeniero precisa evaluar el alcance de estas transformaciones fundamentalmente por una cuestión de una parte económica y de otra de tiempos. Es decir se precisa cuantificar estas, por una parte para actuar en la planificación de la obra y poder determinar los tiempos que se emplearan en la realización de la obra y de otra también fundamental, porque se precisa determinar el importe 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, pedraplén, entre otros.

Desde el punto de vista del costo del camino, es un factor de primordial importancia en la selección del trazado tanto en planta como en perfil y deben ser hechos tomando en consideración un volumen mínimo de estas labores.

### 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 (Cuadro 2.1). El factor de abundamiento se refiere a lo que un material "aumenta su volumen" por un acomodo diferente.

**Cuadro 2.1.** Abundamiento para diversos materiales

MATERIAL	COEF. DE ABUNDAMIENTO
Tierra (Tipo I o II), tepetate, arcilla, limo	1.28 - 1.35
Arena, grava	1.12 - 1.2
Concreto, piedra, mamposterías, suelo (tipo III)	1.5 - 1.6

## **2.4 Etapas de adecuación del camino saca cosecha en el predio**

### **2.4.1 Despalme**

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.

### **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 Estabilización de suelo**

Al inicio de la adecuación del camino, se presentaron algunos inconvenientes en los procedimientos de adecuación debido al comienzo de la época de lluvias en la zona, dada la condición fangosa del suelo, fue necesaria la incorporación de material con mejores características de dureza y el retiro de material inestable, 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.

Además debido a que el camino vecinal de acceso al predio también presentó problemas similares que impedían el paso de los camiones también se tuvo que estabilizar el camino y reforzar algunas de las estructuras.

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

#### **3.1 Antecedentes**

En los proyectos de adecuación de caminos saca cosecha, la supervisión es ejercida tanto por la empresa encargada de efectuar los trabajos, como por el propietario del predio. La supervisión que realiza el equipo del contratista está altamente orientada a la función administrativa, y hace uso principalmente del ejercicio de la autoridad, la delegación de funciones y la utilización de los medios de comunicación, entre un equipo humano.

Muchos estudios han mostrado que gran parte de los problemas en los proyectos de caminos, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como desde el punto de vista del servicio, no provienen del diseño, ni de los materiales, sino principalmente de la ejecución de la adecuación. Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la supervisión; en muchos casos el desempeño de esta actividad tiene una fuerte influencia en las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, y puede provocar elevados costos durante estas fases del ciclo del proyecto, e incluso una utilización ineficiente de la adecuación del camino.

El supervisor es responsable de establecer su autoridad como resultado de su ejercicio profesional. Y esto únicamente se logra si es capaz de guiar con éxito la conducta de sus subordinados, para la consecución de sus metas específicas dentro del proyecto. En la medida que el supervisor colabore con su equipo humano dictando órdenes atinadas y oportunas se convertirá en su líder y tendrá menos dificultades para ejercer la autoridad en la adecuación del camino.

Un informe de supervisión, es para efecto de la ley, un medio oficial y legal de comunicación, además de ser un instrumento técnico de control durante el desarrollo de los trabajos de adecuación de un camino saca cosecha o de prestación de servicio, regulando y controlando la ejecución de los mismos. En ella deben registrarse los asuntos relevantes que se presenten, considerando los acontecimientos que resulten diferentes a los establecidos en el contrato y sus anexos, así como dar fe del cumplimiento de eventos significativos en tiempo o situaciones ajenas a la responsabilidad del encargado de la adecuación.

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

Para los trabajos de supervisión se llevó a cabo el seguimiento del número de horas de trabajo de la maquinaria utilizada y los volúmenes de material acarreados. Las principales actividades desarrolladas fueron las siguientes:

1. Revisión y análisis del proyecto.
2. Determinación de la maquinaria a utilizar.
3. Selección del banco del préstamo.
4. Se determinaron las características del material a utilizarse.
5. Se verificó que el trazo del camino se realizara de acuerdo al proyecto.

6. Se autorizó el inicio de los trabajos de despalme.
7. Se verificó que el material fuera homogéneo y que cumpliera con la calidad requerida.
8. Se verificó la humedad del suelo.
9. Se incorporó material al terreno con mejores características de dureza y se retiró material inestable.
10. Se estabilizó el camino y se reforzaron algunas de las estructuras.
11. Se verificó que la calidad de los materiales para la adecuación del camino fuera la más adecuada.
12. Se llevó a cabo el seguimiento de las horas que trabajó la maquinaria y del volumen de material.

### **3.3 Especificaciones generales para adecuación de caminos**

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

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

#### **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.

#### **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**

### **4.1 Importancia del mantenimiento de caminos**

Mantener los caminos en niveles apropiados de conservación, permite la circulación vehicular durante todas las épocas del año y un ahorro en los costos de operación vehicular, además de fomentar el surgimiento de proyectos productivos que responden a las necesidades de las comunidades, repercutiendo positivamente en el desarrollo regional.

### **4.2 Proceso de deterioro de los caminos**

Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, viento, tráfico, la gravedad en taludes, etc. Estos elementos afectan al camino, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable.

El deterioro de un camino es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total. Por lo tanto, la conservación y mantenimiento no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino más bien es una acción sostenida en el tiempo, orientada a prevenir los efectos de los agentes que actúan sobre el camino, extendiendo el mayor tiempo posible su vida útil y reduciendo las inversiones requeridas a largo plazo.

### **4.3 Tipos de mantenimiento**

Se denomina niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vialidad, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (rehabilitación o readecuación). Uno de los objetivos primordiales de la conservación de la vialidad es evitar, al máximo posible, la pérdida del capital ya invertido en su adecuación, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie de rodamiento del camino. La conservación procura específicamente evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o readecuación. La conservación constituye, por tanto, en la realización de actividades o tareas que no impliquen modificar la estructura existente del camino.

#### **4.3.1 Mantenimiento rutinario**

Consiste en la reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodamiento; en la nivelación de la misma y de las bermas; en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje. de señalización.

Las actividades, en general, consideradas como mantenimiento rutinario son las siguientes:

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodamiento.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

### **4.3.2 Mantenimiento periódico**

Aunque este concepto puede inducir a error, pues todas las actividades de conservación son periódicas, es decir que deben ser repetidas cada cierto tiempo, se ha optado por la utilización de este término, pues se diferencia del mantenimiento rutinario en que las actividades “periódicas” se realizan cada cierto número de años. Se aplica generalmente al tratamiento y renovación de la superficie de rodamiento de la vialidad, (reposición del revestimiento).

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodamiento.
- Reparación de obras de arte.
- Reparación del sistema de drenaje.

### **4.3.3 Rehabilitación**

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodamiento.

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodamiento.
- Mejorar el sistema de drenaje.

### **4.3.4 Mejoramiento**

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie de rodamiento y la rehabilitación en su conjunto de las obras complementarias.

### **4.3.5 Reparaciones de emergencia**

Son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural, por no disponerse de los recursos necesarios para reconstruirlo o rehabilitarlo, que es lo que correspondería hacer.

## **4.4 Aspectos técnicos del mantenimiento de caminos**

### **4.4.1 Elemento viales**

Las carreteras vecinales mayormente tienen una superficie de rodamiento conformada por un material denominado asfaltado lastrado o afirmado (material producto de banco), mientras que un Agrupo

importante de caminos no cuenta con ningún tratamiento superficial. Debido a que el suelo y el afirmado pierden resistencia y cohesión con el agua, el sistema de drenaje en la carretera se convierte en un factor de mucha importancia para el correcto funcionamiento de la misma.

Los principales elementos que componen un camino son:

- Superficie de rodamiento.
- Bombeo o pendiente transversal.
- Cunetas laterales.
- Cunetas de coronación (contra cunetas).
- Alcantarillas.
- Cruces de canales de riego.
- Puentes.
- Badenes o pases de cauces (vados).
- Muros de sostenimiento y contención.

#### **4.4.2 Tipos de estructuras**

Estas obras están orientadas a proporcionar al camino los elementos de evacuación de aguas superficiales en forma segura, evitando que ingresen a la calzada, o de ingresar a ésta, puedan salir de ella en forma segura.

##### **Muros de contención o sostenimiento**

Los muros de sostenimiento se ubican en zonas donde existe el riesgo de inestabilidad de la plataforma o donde previamente se produjo un deslizamiento parcial o total de la plataforma. Es recomendable tomar en cuenta las especificaciones que se proporcionan.

##### **Cunetas laterales**

Las cunetas son los elementos de drenaje que se ubican en los costados de la carretera y tienen por objeto facilitar la salida del agua que pueda estar presente en la plataforma y taludes. La cuneta debe conducir el agua hacia puntos de desfogue o alcantarillas. Para que ésta infraestructura de drenaje cumpla con el objetivo de su diseño y adecuación, es recomendable tomar en cuenta tomar en consideración las especificaciones adecuadas.

##### **Alcantarillas**

Las alcantarillas son estructuras destinadas a facilitar el paso del agua de un lado del camino al otro. Se ubican por debajo de la plataforma y su tamaño depende de la cantidad de agua que pasará a través de ellas.

El diseño de alcantarillas consiste en determinar el tipo de sección, material y embocadura de alcantarilla que, para la longitud y pendiente que posee, sea capaz de evacuar el caudal de diseño, provocando un nivel de agua en la entrada que no ponga en peligro de falla estructural, ni funcional la estructura que se desea atravesar optimizando los recursos disponibles. Es decir, buscar la solución técnico-económica más conveniente.

## **Badenes (vados)**

Los badenes o vados son estructuras que se construyen en lugares donde un curso de agua atraviesa la carretera y no es posible construir un puente. Su adecuación depende de la cantidad de agua y la amplitud del cauce.

## **4.5 Actividades para la conservación y mantenimiento de caminos**

Como puede apreciarse en los tipos de obra que existen en un camino, para realizar la conservación, se requiere la utilización de mano de obra, disponible, para que las obras cumplan el cometido para el cual fueron diseñadas. Es importante mencionar que hay actividades de conservación y mantenimiento en las que se facilita su realización con el empleo de maquinaria pesada, para lo cual hay que disponer con un parque mínimo, que resuelva las necesidades de conservación o bien contratar los servicios con empresas que cuenten con el equipo.

**Rastreo.-** Consiste únicamente en dar una o dos pasadas de motoconformadora en el área de rodamiento, conservando las pendientes transversales para el desalojo del agua producto de la precipitación.

**Conformación.-** Consiste en incorporar el material del revestimiento, desalojado por efecto del tránsito vehicular, que se deposita en las márgenes de los caminos, con lo cual se evita el acarreo de material producto de banco. Esta actividad se realiza dando de tres a cinco pasadas con la motoconformadora.

**Cuneteo.-** Consiste en dar mantenimiento a las cunetas con la motoconformadora, retirando el material alojado en ésta infraestructura, producto de la acción del viento, lluvia o desalojo de material del área de rodamiento producto del tránsito vehicular.

**Rectificación (bacheo).-** Esta actividad se desarrolla cuando existen oquedades que dificultan el tránsito vehicular y que requiere de acarreo de un volumen de material producto de banco, para subsanar el área de rodamiento del camino. Para lo cual es necesario contar con una retroexcavadora y camión de volteo para el acarreo de material producto de 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.

## **4.6 Precios unitarios**

Se entiende por presupuesto de un proyecto la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla, a cuyo fin se toma como base la experiencia adquirida en otros proyectos de índole semejante. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella. En el siguiente ejemplo de aplicación para el análisis de precios unitarios se presenta claramente la teoría de precios unitarios, esquematizando la utilización de este procedimiento para las estimaciones de costos en un proyecto de caminos (Cuadro 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
<b>IMPORTE DE MATERIALES</b>			<b>SUMA (1) \$</b>	<b>\$42.84</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
CATEGORIA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
AYUDANTE GENERAL	JORNADA	0.00700	\$263.84	\$1.85
<b>IMPORTE MANO DE OBRA</b>			<b>SUMA (2) \$</b>	<b>\$1.85</b>
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN,</b>				
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
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN,</b>			<b>SUMA (3) \$</b>	<b>\$16.43</b>
			<b>SUMA \$</b>	<b>\$61.12</b>
<b>COSTO DIRECTO =</b>			<b>TOTAL \$</b>	<b>\$61.12</b>
FACTORES DE INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD COSTO INDIRECTO = % C. I. x ( C. D.)			<b>PORCENTAJE</b>	<b>IMPORTE</b>
			10.00%	\$4.89
COSTO POR FINANCIAMIENTO = % C. F. x ( C. D. + C. I.)				\$66.01
			0.41%	\$0.27
CARGO POR UTILIDAD = % C. U. x ( C. D. + C. I. + C. F.)				\$66.28
			12.50%	\$8.28
CARGO ADICIONAL: C.A.1 CARGO ADICIONAL: C.A.2			0.5000%	\$0.37
			0.2000%	\$0.15
				\$75.08
<b>+ C. I. + C. F. + C. U. + C.A.)</b>		<b>UNIDAD</b>		
		M3.	<b>\$75.08</b>	

Un análisis de precios unitarios es un estudio previo que se hace para conocer los valores unitarios de cada procedimiento que se deba realizar en la ejecución de un proyecto. Para lograr un congruente y óptimo aprovechamiento en el análisis de precios unitarios, es necesario desglosar el costo por sus integrantes los cuales se dan en el diagrama general de balance de una obra. Dado a que el análisis de un costo es, en forma genérica la evaluación de un proceso determinado, sus características serán: es aproximado, específico, dinámico, puede elaborarse inductiva o deductivamente. El costo está precedido de costos anteriores y éste a su vez es integrante de costos posteriores.

Este tipo detallado de presupuesto, puede establecerse de diferentes maneras. Antes era común para formar un precio unitario el expresar en un porcentaje del costo en dinero de materiales, mano de obra y maquinaria, de tal modo que los precios precedentes de la estadística de una obra anterior se aumentaban o disminuían para adaptarlos al caso presente.

Cuando se van a realizar las actividades de conservación y mantenimiento en la red de caminos, los precios unitarios también pueden generarse calculando el costo horario de la maquinaria, mismos que se determinan en función de ciertos parámetros como el valor de la maquina, llantas, lubricantes y combustibles y salario del operador entre otros.

#### **4.7 Especificaciones técnicas**

La gran mayoría de los caminos saca cosecha se encuentran sin pavimentar. Su superficie de rodadura es de una grava afirmada o simplemente de tierra; sus características físicas son muy pobres o precarias y pocas veces son considerados en programas permanentes de conservación vial; por ello, la circulación en la mayoría de estos caminos es difícil y muchas veces peligrosa para los usuarios. La ejecución de la conservación de los caminos requiere de planificación, de organización y de personas con conocimientos y destrezas técnicas para realizar los trabajos con eficiencia, con eficacia, con buena productividad y con la debida seguridad.

Las actividades de conservación son diversas y dependen, entre otras, del tipo y características del camino, de la topografía y vegetación del terreno, de las condiciones climáticas de la zona, de las exigencias de los usuarios y de los recursos disponibles. Las entidades responsables de la gestión vial tienen la obligación de mantener eficientemente las vías públicas que están a su cargo. Para garantizar su funcionamiento y buen estado, deberán programar y presupuestar los trabajos necesarios para su adecuado mantenimiento, de acuerdo con las especificaciones técnicas adecuadas. Las entidades competentes, también, deben establecer y aplicar procedimientos para identificar y responder ante riesgos potenciales y para prevenir y mitigar los impactos ambientales que dichos incidentes ocasionen. Es conveniente considerar las especificaciones que deben cumplir los trabajos relacionados con la conservación y mantenimiento de la infraestructura de caminos, para facilitar la comprensión de las actividades que se deben realizar para una efectiva conservación. A continuación se mencionan las especificaciones que se deben seguir para la ejecución de los trabajos de conservación y el mantenimiento de los caminos saca cosecha.

## 4.8 Continuidad en las actividades de conservación

El objetivo principal de este manual es orientar y capacitar a técnicos de mandos medios, como oficiales de caminos, inspectores y encargados de mantenimiento vial, que son recursos humanos muy importantes cuando se ejecutan obras de conservación vial. El desarrollo de una zona productiva depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y carreteras condicionan la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercancías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico. Es común ver como se hacen obras viales nuevas, pero no es tan común ver que se conserven en buen estado físico.

En el cuadro 4.2, se plantea la recomendación en la continuidad y frecuencia de los trabajos correspondientes a la conservación de los caminos saca cosecha pudiendo variar en mayor o menor grado dependiendo de factores topográficos, climáticos y de tránsito vehicular.

**Cuadro 4.2** Actividades para la conservación de caminos saca cosecha.

CONCEPTO	FRECUENCIA
Rastreo de los caminos	3 veces al año
Extendido del material y bacheo	1 vez al año
Conformación	1 vez cada 3 años

## 4.9 Operación de caminos

Los caminos saca cosecha tienen una función bien definida, proporcionan un beneficio directo a quienes lo utilizan y en la mayoría de los casos contribuyen con su afluencia de tránsito a un impulso de la economía regional, y en general, mejoran las condiciones en los procesos finales de las actividades de producción, haciéndola más eficiente y reduciendo considerablemente los costos.

Cada camino tiene una zona de influencia, o sea un área circundante, dentro de la que generalmente es seleccionado para hacer uso de él, por resultar más económico hacerlo por ahí que por otro medio. Los límites de las zonas de influencia del camino con iguales características a lo largo de toda su conformación, son los linderos imaginarios que lo dividen donde cuesta lo mismo transitar por cualquiera de ellos. La determinación de la zona de influencia de un camino, es la base primordial del estudio de tránsito.

La clase de vehículos que transitan por los caminos saca cosecha variara según el tipo de camino del que se trate, por ejemplo, los vehículos de las regiones agrícolas de los grandes sistemas de riego tienen un tránsito compuesto en su mayor parte de camiones de carga, siendo el resto camiones ligeros tipo pickup y eventualmente vehículos de pasajeros. Hay casos en que los empaques y los envases representan un peso de importancia. Cuando este sea el caso deberá añadirse al tonelaje neto para obtener un resultado más próximo al tonelaje verdadero.

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

Para llevar a cabo la capacitación en servicio sobre el tema de trazo, diseño, construcción y mantenimiento de caminos saca cosecha, a los técnicos de las AGI'S se realizó un evento de campo con tal fin el 25 de julio en el predio La Herradura municipio de Palenque (Foto 5.1).



**Foto 5.1** Capacitación

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

Se entregaron constancias del evento a los participantes y se paso lista de asistencia al evento.

## **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. Solis/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)