

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA

REVISOR TÉCNICO: CASO PARTICULAR  
MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA  
CARRETERA FEDERAL N° 15 ESTACIÓN DON-  
NOGALES, TRAMO HERMOSILLO-SANTA ANA,  
DEL KM. 83+000 AL KM. 120+000 CUERPO  
DERECHO "A". EN EL ESTADO DE SONORA.

**TESIS** PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA

**DANIEL EDUARDO LUNA RUIZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ING. Oscar E. Martínez Jurado**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Temario**

### **Objetivo:**

El objetivo de esta tesis es definir y describir la función del Revisor Técnico y la aportación de este personaje a la ingeniería civil y a la sociedad.

### **Título**

Participación del Ingeniero Civil como Revisor Técnico en la modernización y ampliación de la carretera federal N°15, estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, km 83 al km 120, cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora.

- I. Generalidades
  - I.1 Vías Terrestres
  - I.2 Clasificación de las Carreteras
    - I.2.1 Clasificación por transitabilidad
    - I.2.2 Clasificación administrativa de las carreteras
    - I.2.3 Clasificación técnica oficial
  - I.3 Marco Legal
- II. Participación del Ingeniero civil en las vías terrestres
  - II.1 Planeación de una vía terrestre
  - II.2 Diseño de una vía terrestre
  - II.3 Construcción de una vía terrestre
  - II.4 Conservación de una vía terrestre
- III. Nuevas figuras de participación en proyectos carreteros
  - III.1 Ingeniero independiente
  - III.2 Agente Administrador Supervisor (AAS) y Mantenedor Rehabilitador Operador (MRO)
  - III.3 Revisor Técnico
- IV. Caso particular: modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora
- V. Conclusiones  
Bibliografía

**Nombre: Daniel Eduardo Luna Ruiz**  
**410002663**

**No. de cuenta:**

# Índice

Introducción .....	1
I. Generalidades. ....	3
I.1 Vías terrestres .....	7
I.2 Clasificación de las carreteras .....	11
I.2.1 Clasificación de carreteras por su función .....	12
I.2.2 Clasificación de carreteras por su transitabilidad .....	13
I.2.3 Clasificación administrativa de carreteras .....	13
I.2.4 Clasificación técnica oficial.....	14
I.3 Marco legal.....	16
II. Participación del Ingeniero Civil en las vías terrestres .....	23
II.1 Planeación de una vía terrestre. ....	24
II.2 Diseño de una vía terrestre. ....	27
II.3 Construcción de una vía terrestre.....	32
II.4 Conservación de una vía terrestre. ....	39
III. Nuevas figuras de participación en proyectos carreteros. ....	43
III.1 Ingeniero Independiente.....	43
III.2 Agente Administrador Supervisor (AAS) y Mantenedor Rehabilitador Operador (MRO). ...	45
III.3 Revisor Técnico.....	48
III.3.1 Revisión de los procedimientos de contratación .....	49
III.3.2 Actas de juntas de aclaraciones .....	50
III.3.3 Formalización de contratos.....	50
III.3.4 Garantías .....	50
III.3.5 Actividades iniciales .....	52
III.3.6 Inspección física de los trabajos.....	53
III.3.7 Atrasos en la ejecución .....	54
III.3.8 Bitácora de obra.....	54
III.3.9 Convenios .....	56
III.3.10 Seguridad e higiene en la obra.....	56
III.3.11 Control de calidad .....	58
III.3.12 Estimaciones.....	58

III.3.13	Retenciones y penas convencionales.....	60
IV.	Caso particular: modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora. ....	62
IV.1	Descripción de los trabajos de modernización y ampliación. ....	65
IV.2	Procedimiento de contratación .....	67
IV.3	Actividades iniciales .....	72
IV.4	Inspección física .....	73
IV.5	Atrasos.....	75
IV.6	Bitácora .....	78
IV.7	Convenios.....	81
IV.8	Seguridad e higiene.....	86
IV.9	Calidad de los materiales .....	87
IV.10	Estimaciones, retenciones y penas convencionales .....	92
V.	Conclusiones.....	95
	Bibliografía .....	97

## **Introducción**

Una carretera es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automotores. En México, constituyen la principal forma de comunicación, las carreteras propician la creación de cadenas productivas generadas por el tráfico de mercancías e impulsan el comercio y producción industrial.

Asimismo, es la columna vertebral del transporte, su construcción y mantenimiento se vuelven estratégicos. El invertir o no invertir menos de lo necesario conduce a pérdidas de capital o bien a gastos mayores en el futuro.

Toda obra de ingeniería, requiere una atención constante a su conservación, naturalmente las carreteras no son la excepción, ya que estas, quedan expuestas al ataque permanente de agentes naturales y al efecto de cargas que soportan sus elementos estructurales.

El estado en que se encuentren los caminos y en particular sus pavimentos, influyen en forma decisiva en los costos de operación, que incluye desgaste y consumo de combustibles, propios del vehículo, pero sobre todo en la seguridad, comodidad y tiempo de los usuarios que transiten por dichos caminos.

Debido a lo anterior surgió la motivación de realizar esta tesis y mencionar la importancia y alcances del Revisor Técnico, ahora como un servicio profesional a la SCT, durante el proceso de construcción, modernización y mantenimiento de carreteras.

Para lograr lo anterior, decidí dividir el contenido en cuatro capítulos que a continuación se describen.

En el capítulo I, se describe de manera general, la situación de México en cuanto a infraestructura carretera, así como la importancia de conservarla y mejorarla para que el país se desarrolle en el sector industrial, ya el sector carretero es el principal modo de transporte.

Asimismo, se menciona que es una vía terrestre, cuales son los tipos de vías terrestres que existen.

En específico de las carreteras, ya que se menciona los dos tipos de estructura que existen y posteriormente se mencionan y describen los diferentes tipos de clasificaciones para las carreteras que existen. Finalmente indica la normativa vigente que rige la planeación, desarrollo, construcción, operación, mantenimiento y administración estratégica de las vías terrestres.

En el capítulo II, se describe la intervención del Ingeniero Civil en las vías terrestres, así como los diversos estudios que se deben de realizar para que el proyecto de una vía terrestre sea lo más factible para la sociedad y para el inversionista.

En este capítulo, también se menciona los aspectos en el diseño que deben analizar como son la seguridad, funcionalidad, el entorno donde se realizará el proyecto, la economía, la estética del proyecto y interacción con otros medios de transporte.

Asimismo, se indica el procedimiento, de acuerdo a la normativa vigente del país, de construir las principales capas que conforman la estructura de una carretera y se señala, la importancia de la conservación de una vía terrestre, en específico de una carretera, que tipos de conservación y que implican estas.

En el capítulo III, describen los alcances y que beneficios tienen las nuevas figuras de participación en la ingeniería civil como son: el Ingeniero Independiente, el Agente Administrador Supervisor, el Mantenedor Rehabilitador y el Revisor Técnico.

Posteriormente en el capítulo IV, se menciona la función del Revisor Técnico, así como las incidencias que suscitaron en la modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km. 83+000 al km. 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora.

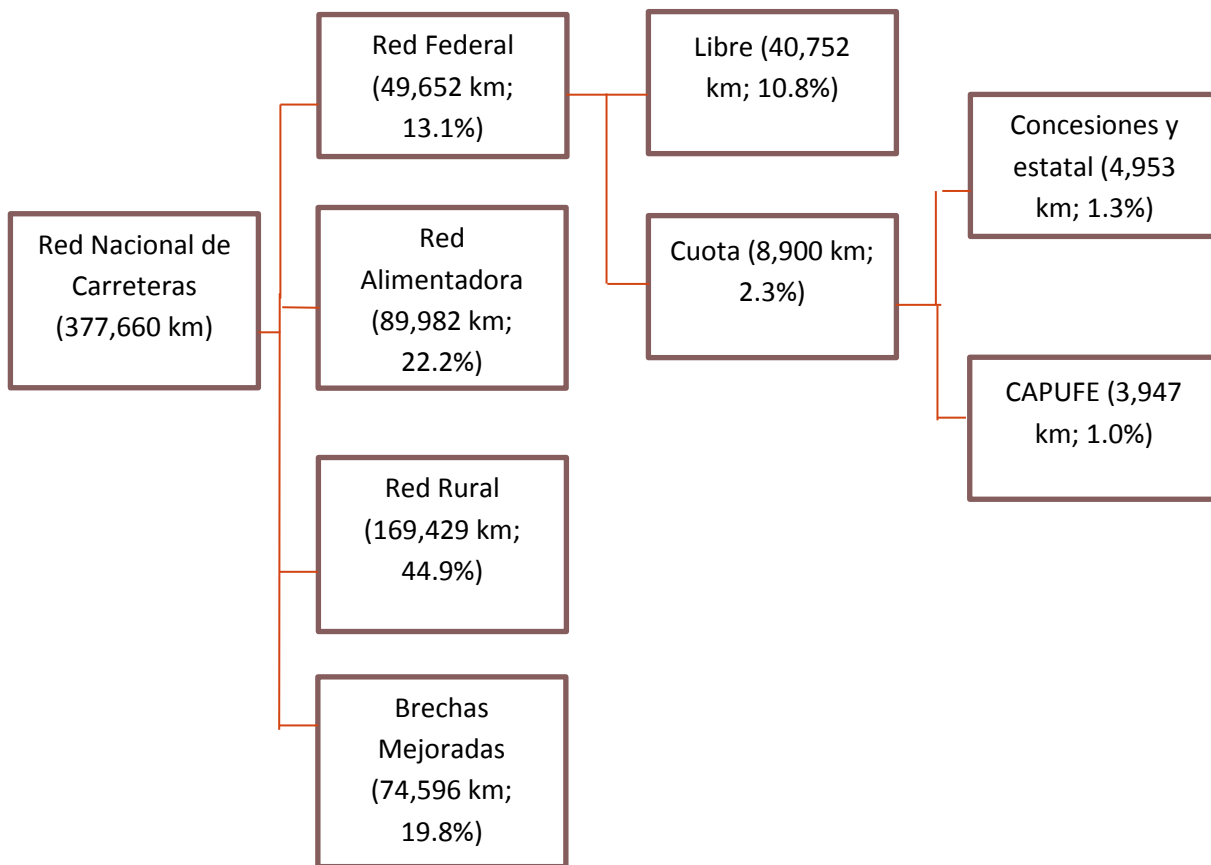
Por ultimo concluyo la aportación de la nueva figura de Revisor Técnico a la ingeniería civil, que es la persona física o moral que lleva a cabo las actividades de revisión técnica para verificar que los trabajos de ejecución de las obras públicas o servicios relacionados con las mismas, se realizan de acuerdo con las especificaciones, cantidad, calidad y tiempo solicitados en el contrato respectivo, ésta puede ser llevada a cabo por la propia dependencia o entidad, o por una empresa externa.

# I. Generalidades.

Derivado de que México es un país en crecimiento, fortaleciéndose continuamente en el sector comercial e industrial, en conjunto, las comunicaciones y transporte son los principales impulsores del país.

La modernización del sistema carretero es parte fundamental para el desarrollo, donde el modo principal de transporte es el terrestre, el 67% del movimiento domestico de carga y el 99% de los pasajeros se mueve por este modo de transporte.

La infraestructura carretera ayuda a movilizar la mayor parte de la carga (55% del total) y de las personas (98% del total) que transitan el país, el resto se hace por ferrocarril. Para atender esta demanda, la red carretera cuenta con 377,660 km de longitud, dividida entre red federal (49,652 km), carreteras alimentadoras estatales (83,982 km), la red rural (169,429 km) y brechas mejoradas (74,596 km), como se aprecia en la figura 1.



**Figura 1** Red Nacional de Carreteras, de acuerdo al Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes (2013-2018)



A pesar de que la red carretera federal logra conectar gran parte de los nodos estratégicos del país, algunos tramos ya presentan problemas de saturación, sobre todo los que conectan las principales ciudades del centro del país. Además, existen problemas de conexión a escala local denominadas de "último kilómetro", como lo son accesos a puertos, cruces internacionales y entradas a las ciudades.

Del total de la red carretera actual, destacan los 14 corredores carreteros, que permiten la conectividad hacia los dos océanos y las fronteras norte y sur del país, actualmente se ha agregado el corredor 15 a partir del año 2015, el cual conectará Salina Cruz, Oaxaca con Tepic, Nayarit.

De acuerdo con el Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013 – 2018 (ver figura 2), los 14 corredores presentan en conjunto un 74.7% de avance en su grado de modernización a altas especificaciones. Se estima que para 2018, siete de estos corredores estén modernizados en su totalidad. Es relevante destacar que por los corredores 1 (México-Nogales), 2 (México-Nuevo Laredo) y 12 (Altiplano) se mueve aproximadamente el 45% de la carga por carretera.

En el 2014, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México, actualmente cuenta con 341 vehículos por cada 1000 habitantes, lo que corresponde 2.9 automóviles por persona; sin embargo la cobertura y accesibilidad se encuentra aún por debajo de los estándares, de acuerdo con el Índice de Desempeño Logístico de 2012, del Banco Mundial, posiciona a México en el lugar 47 de 155 países seleccionados, este indicador mide la oportunidad y eficiencia del sistema logístico del país, y refleja el efecto de mejoras en la infraestructura de transporte y en su integración multimodal sobre la eficiencia logística. El IDL internacional se compone de evaluaciones cualitativas de un país por parte de profesionales en logística que trabajan en países vecinos. El índice varía entre 1 y 5, donde un puntaje más alto representa mejor desempeño.

El Gobierno federal, viendo la necesidad de mejorar los niveles servicio de las carreteras y poniéndose como objetivo desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejorar la seguridad e impulsar el desarrollo económico y social, en el Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes.

Como parte de su programa de obras 2014, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras), Sociedad Nacional de Crédito, Institución de Banca de Desarrollo, en su carácter de institución fiduciaria en el fideicomiso 1936 denominado Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), lleva a cabo diversos trabajos de mantenimiento mayor y de modernización en diversas autopistas concesionadas al FONADIN y, en virtud de que no cuenta con los recursos humanos para llevar acabo la revisión técnica de los mismos, a fin de verificar el apego a la normatividad en la realización los procedimientos de contratación correspondientes, la calidad de la ejecución de dichos trabajos, y el cumplimiento de lo establecido en los contratos de obra pública y de supervisión durante su etapa constructiva, requiere el apoyo de un prestador de servicios que realice dichas actividades a través de un Revisor Técnico.

Para el debido seguimiento de los trabajos por parte de la Dirección Fiduciaria de Banobras, ésta designará a funcionarios públicos que actuarán como enlace entre FONADIN y el Revisor Técnico, con el fin de asegurar la continuidad en la ejecución de los proyectos.



Figura 2 Red Nacional de Carreteras 2015, Fuente SCT.

## I.1 Vías terrestres

Las "vías terrestres" son obras de infraestructura de transporte, como son por ejemplo: vía férrea, túneles, puentes, señalamiento y carreteras.

- Se denomina vía férrea a la parte de la infraestructura ferroviaria formada por el conjunto de elementos que conforman el sitio por el cual se desplazan los trenes. Las vías férreas son el elemento esencial de la infraestructura ferroviaria y constan, básicamente, de rieles apoyados sobre traviesas que se disponen dentro de una capa de balasto. Para su construcción es necesario realizar movimiento de suelos y obras existentes (puentes, alcantarillas, muros de contención, drenajes, etc.).
- Los túneles son un medio comunicación artificial entre dos puntos separados por un suelo o roca, el objetivo principal de estos es permitir el paso de personas, ferrocarriles, vehículos, conducciones eléctricas, de agua u otros.
- Un puente vehicular es una construcción que permite sobrepasar un accidente geográfico o cualquier obstáculo físico como un río, un caño, un humedal, un camino o una vía férrea; también cumple con el objetivo de agilizar la movilidad vial y mejorar la circulación vehicular en sectores muy concurridos.
- El señalamiento en carreteras se divide en dos tipos:
  - El Señalamiento Horizontal que son las rayas, palabras, símbolos y objetos, aplicados o adheridos sobre el pavimento.
  - El Señalamiento Vertical que son todas aquellas señales construidas con placas e instaladas a través de postes, y este a su divide en tres tipos de señales básicas que son:
    - Señales preventivas.
    - Señales restrictivas.
    - Señales informativas.

- Una carretera es una vía de dominio y uso público proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automotores.

La carretera es una estructura formada por varias capas que son: rasante, subrasante, sub-base, base, carpeta asfáltica o de concreto hidráulico (ver figura 3) y tienen la finalidad de cumplir con los siguientes propósitos:

- Soportar y transmitir cargas que se presentan con el paso de vehículos.
- Ser lo suficientemente impermeable.
- Soportar desgaste producido por el tránsito y por el clima.
- Mantener una superficie cómoda y segura para el rodamiento de vehículos.
- Mantener un grado de flexibilidad para cubrir los asentamientos que presente las capas inferiores (base hidráulica y base estabilizada).

Las principales capas en una carretera son: rasante, subrasante, sub-base, base y carpeta.

A continuación se detallan las capas mencionadas anteriormente.

#### ➤ **Rasante**

La rasante es la capa caracterizada por mantener constante su inclinación a lo largo de toda la longitud de la carretera. Su definición geométrica se realiza en función de criterios de ajuste al terreno, con el objetivo de minimizar el movimiento de tierras.

#### ➤ **Subrasante**

Es la capa del terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno.

#### ➤ **Sub-base**

Se coloca para absorber deformaciones perjudiciales en la subrasante, por ejemplo: cambios volumétricos asociados al cambio de humedad, impidiendo que se reflejen en la superficie de rodamiento, además actúa como dren para desalojar el agua que se infiltre al pavimento.

### ➤ **Base**

Las funciones principales de esta capa, es transmitir de manera uniforme las cargas concentradas de los vehículos a las capas inferiores, proporcionar el drenaje adecuado al pavimento, controlar los esfuerzos producidos por la dilatación y contracción causados por cambios de temperatura y humedad, evitando así agrietamientos.

### ➤ **Carpeta**

Las características de la carpeta son proporcionar resistencia para que las cargas aplicadas sobre la superficie no provoque deformaciones perjudiciales en las capas inferiores, transmitir cargas a las capas de apoyo, tener resistencia al desgaste, al interperismo y a agentes solventes, como son combustible.

Existen dos tipos de carpeta que son la carpeta asfáltica y la carpeta de concreto hidráulico.

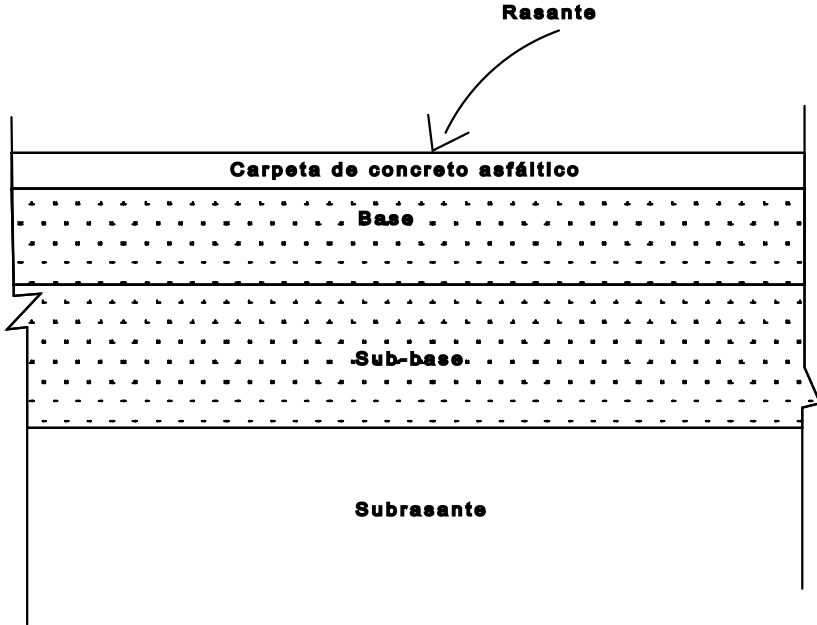
La carpeta asfáltica es la capa superior de un pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento para los vehículos y se elabora con materiales pétreos y productos asfálticos, esta capa se coloca sobre la capa base (ver figura 3).

Para el caso del pavimento rígido o carpeta de concreto hidráulico, a diferencia de la carpeta asfáltica, las losas de concreto hidráulico se colocan en forma directa sobre la subrasante, sin embargo, es necesario construir una capa de sub-base para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa (ver figura 4).

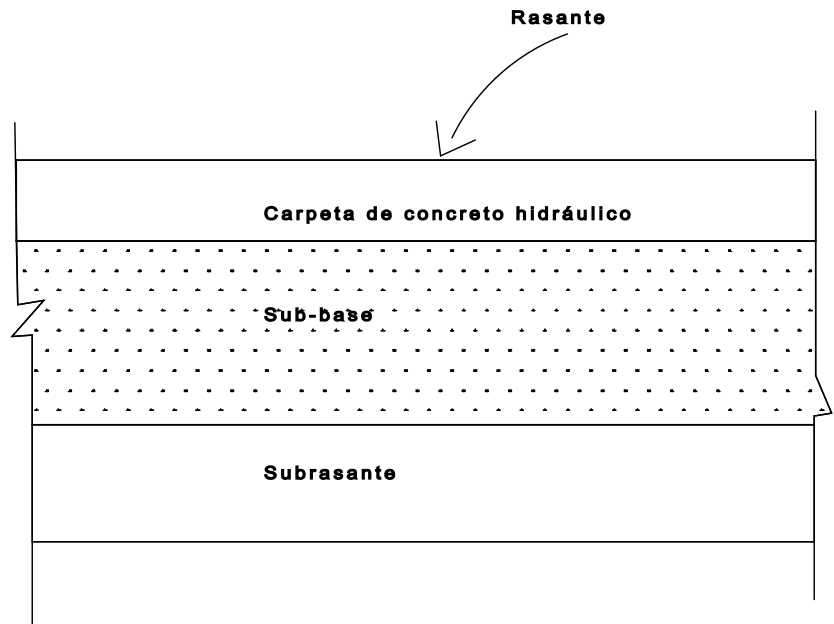
Entre las principales ventajas de un pavimento de concreto hidráulico podemos enumerar las siguientes:

- Durabilidad
- Bajo costo de mantenimiento
- Altos índices de servicio
- Mejor distribución de esfuerzos bajo las losas

Los beneficios socioeconómicos proporcionados por las vías terrestres incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en obras en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios sociales y el fortalecimiento de las economías locales.



**Figura 3** Estructura del pavimento flexible



**Figura 4** Estructura del pavimento rígido

## I.2 Clasificación de las carreteras

Existen tipos de clasificaciones de carreteras (ver figura 5), las cuales son:

- Por proyecto geométrico.
- Por su función.
- Por su transitabilidad.
- Por aspecto administrativo.
- Por su clasificación técnica oficial.

De acuerdo a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), propone la siguiente clasificación funcional de las carreteras mexicanas para fines de proyecto geométrico:

- **Alimentadoras o terciarias.** Son aquéllas utilizadas por viajes de muy corto itinerario. Se subdividen en:
  - **Colectoras (C).** Carreteras de un sólo cuerpo, control parcial de acceso, un carril por sentido de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de sesenta (60) km/h a cien (100) km/h. Sus tdpa van de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos.
  - **Locales (L).** Carreteras de un sólo cuerpo, sin control de acceso, un carril por sentido de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de cincuenta (50) km/h a ochenta (80) km/h. Sus tdpa van de cien (100) a quinientos (500) vehículos.
  - **Brechas (Br).** Carreteras de un sólo cuerpo, sin control de acceso, un carril de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de treinta (30) km/h a setenta (70) km/h. Sus tdpa son menores a cien (100) vehículos.
- **Arterias o secundarias.** Son vías que unen poblaciones medianas o pequeñas con los nodos de la red troncal, que aportan gran proporción de los viajes de mediano y corto itinerario. Tienen un sólo cuerpo, control parcial de acceso, un



carril por sentido de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de setenta (70) km/h a ciento diez (110) km/h. Sus tdpa van de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos.

- **Troncales o primarias.** Son parte de corredores de transporte que unen centros de población importantes, generalmente de más de 50,000 habitantes, cuyas actividades generan o atraen viajes de largo itinerario. A su vez, se subdividen en:
  - **Autopistas (AP).** Carreteras de sentidos separados físicamente por una faja central o mediana, control total de acceso, dos (2) o más carriles por sentido de circulación y velocidad de proyecto en el rango de ochenta (80) km/h a ciento diez (110) km/h. Sus tdpa son mayores a cinco mil (5,000) vehículos.
  - **Vías rápidas (VR).** Carreteras de sentidos separados físicamente por una faja central o mediana, y velocidad de proyecto en el rango de ochenta (80) km/h a ciento diez (110) km/h; y que en relación con uno o varios de los demás elementos (control de acceso, número de carriles por sentido, etc.) no cumple con los estándares de las autopistas. Sus tdpa van de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos.

### **I.2.1 Clasificación de carreteras por su función**

Según su función, las carreteras se dividen en:

- **Camino dividido:** circulación en dos sentidos, con faja central separando los sentidos de la circulación opuesta.
- **Camino no dividido:** circulación en ambos sentidos separados exclusivamente por la raya limitada de carriles.
- **Arteria urbana:** campo principal en zona urbana y que une los extremos de una población para tránsito de paso.
- **Camino de dos carriles:** circulación en ambos sentidos con un carril para cada uno.

- **Camino de tres carriles:** igual al anterior pero con un tercer carril que sirve para maniobras de rebase para ambos sentidos de la circulación.
- **Vía rápida:** camino dividido para tránsito de paso con control total o parcial de acceso y con paso a desnivel en intersecciones importantes.
- **Autopista:** arteria con control de acceso.

### I.2.2 Clasificación de carreteras por su transitabilidad

La clasificación por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

- **Revestida:** cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.
- **Terracerias:** cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.
- **Pavimentada:** cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.

### I.2.3 Clasificación administrativa de carreteras

Por el aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

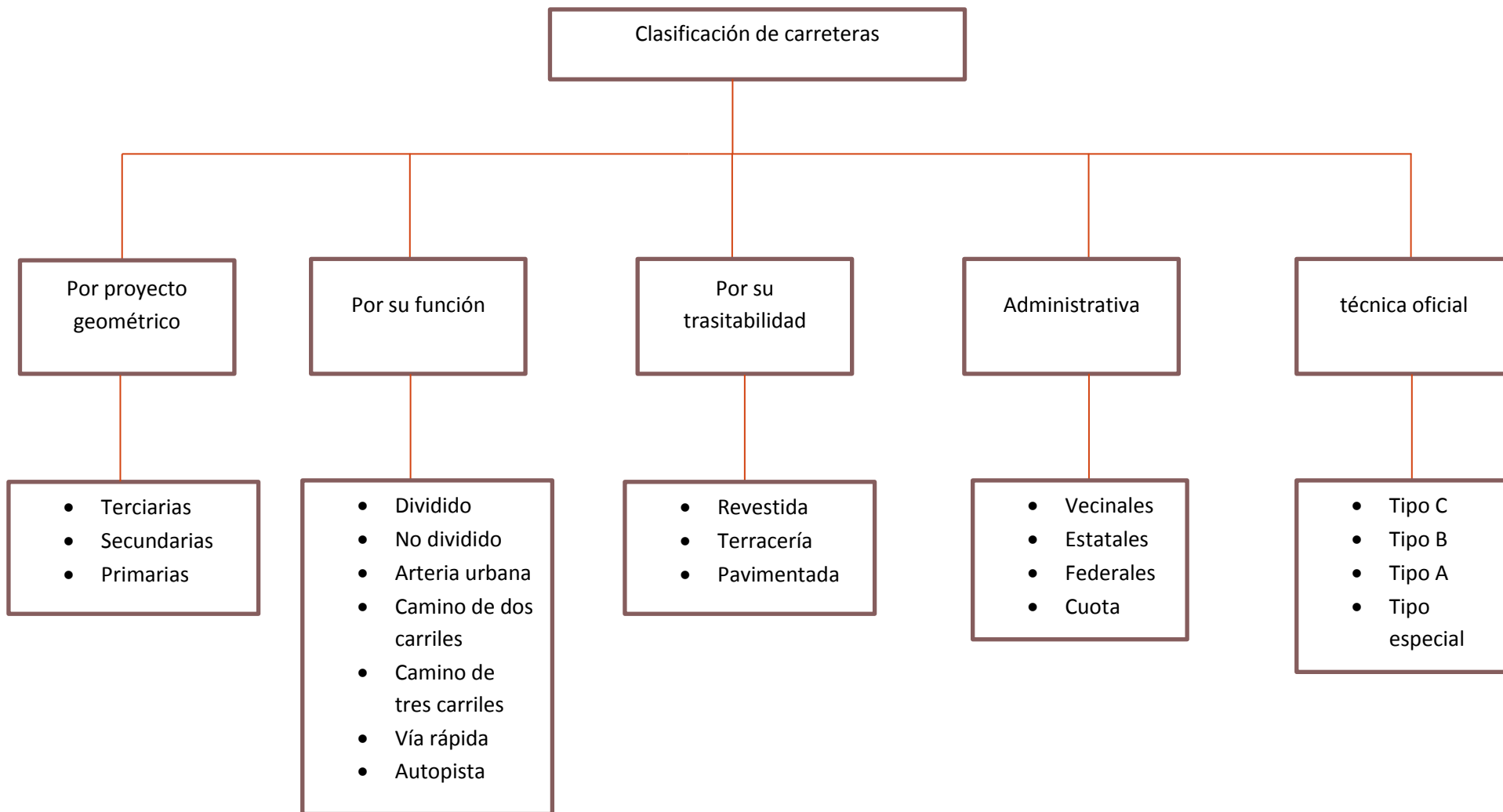
- **Vecinales o rurales:** cuando son construidos por la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la federación y el tercio restante el estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.
- **Estatales:** cuando son construidos por el sistema de cooperación a razón del 50% aportados por el estado donde se construye y el 50% por la federación. Estos caminos quedan a cargo de las antes llamadas juntas locales de caminos.
- **Federales:** cuando son costeadas íntegramente por la federación y se encuentran por lo tanto a su cargo.

- **De cuota:** las cuales quedan algunas a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

#### **I.2.4 Clasificación técnica oficial**

Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico del mismo (20 años). En México la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) clasifica técnicamente a las carreteras de la manera siguiente:

- **Tipo C:** para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% del tdpa).
- **Tipo B:** para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% de tdpa).
- **Tipo A:** para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del tdpa).
- **Tipo especial:** para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% de tdpa) estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoles A2 y A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4, S.



**Figura 5** Clasificación de carreteras

## I.3 Marco legal

En nuestro país existen tres niveles de gobierno: Federal, Estatal y Municipal, las municipalidades representan el nivel más local de del gobierno, cada nivel tiene su propio marco legal. En los niveles federal y estatal, existen el poder ejecutivo, judicial y legislativo, pero solo las legislaturas ejercen sus poderes independientemente del poder ejecutivo.

La regulación del sector transporte se realiza en dos niveles: federal y local. En esta se definen y regulan las atribuciones que la autoridad goza para la vigilancia y cumplimiento de las leyes.

Cabe mencionar que en México, además de las leyes, contamos con reglamento, los reglamentos son una norma o conjunto de normas jurídicas de carácter abstracto e impersonal que son expedidas por el poder ejecutivo, dichas normas, tienen por objeto, facilitar la exacta observancia de las leyes expedidas por el poder legislativo.

Las dependencias y entidades federales realizan obras públicas y servicios relacionados con las mismas, con el propósito de satisfacer el interés público. De esta manera, las obras públicas tienen diferentes tipos de impacto:

- **Social:** Impulsar el desarrollo nacional al elevar la calidad de vida de la población.
- **Arquitectónico:** Buscar la reordenación ecológica y urbana.
- **Económico:** Son el motor del desarrollo económico de las empresas constructoras.
- **Político:** La obra pública legitima al gobierno.
- **Administrativo:** La obra pública se realiza bajo técnicas administrativas como la planeación, programación, control y evaluación.
- **Jurídico:** La obra pública en México se regula por disposiciones de derecho público.

En el sector construcción se consideran las siguientes leyes, reglamentos y normas:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

- Tratados internacionales (multilaterales y bilaterales)
- Leyes:
  - Ley general de equilibrio ecológico y la protección del ambiente
  - Ley orgánica de la administración pública federal
  - Ley sobre la metrología y normalización
  - Ley general de bienes nacionales
  - Ley de obras públicas y servicios relacionados
  - Ley general de vías de comunicación
  - Ley de comercio exterior
  - Ley de inversión extranjera
  - Ley federal de las entidades paraestatales
  - Ley federal de procedimiento administrativo

De la ley general de vías de comunicación se desprenden las siguientes leyes:

- Ley de caminos, puentes y autotransporte federal
- Ley de navegación y comercio marítimos
- Ley de puertos
- Ley de aviación civil
- Ley de aeropuertos
- Ley reglamentaria del servicio ferroviario

A continuación se describen algunas de las leyes mencionadas anteriormente:

➤ **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La Constitución, es el máximo cuerpo normativo de nuestro sistema jurídico del cual emana todo ordenamiento legal ya sea federal o local. Contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.

➤ **Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente.**

Dicha ley, establece que competencia del gobierno federal, a través de la secretaria de medio ambiente y recursos naturales, la formulación, aplicación, expedición, ejecución, evaluación y modificación de los programas de ordenamiento ecológico.

El objetivo de esta ley es la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, para propiciar el desarrollo sustentable y garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente saludable y adecuado para su desarrollo y bienestar.

Asimismo, contempla a la educación como un medio de prevención del deterioro ambiental, preservación, restauración y el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y con ello evitar los desequilibrios ecológicos y los daños ambientales; además de considerar que a través del rubro educativo se puede lograr valorar la vida desde un punto de vista ecológico; ello en cuanto a la formulación de la política ambiental y expedición de Normas Oficiales Mexicanas.

➤ **Ley general de bienes nacionales.**

Esta ley tiene por objetivo establecer los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación, el régimen de dominio público de los bienes de la federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal, la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles, las bases para la integración y operación del sistema de administración inmobiliaria federal y paraestatal y del sistema de información inmobiliaria federal y paraestatal, incluyendo la operación del registro público de la propiedad federal, las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales, las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

➤ **Ley de obras públicas y servicios relacionados.**

Tiene por objeto reglamentar la aplicación del artículo 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que a la letra dice:

*“Los recursos económicos de que dispongan el gobierno federal y el gobierno del distrito federal, así como sus respectivas administraciones públicas paraestatales, se administraran con eficiencia, eficacia y honradez para satisfacer los objetivos a los que estén destinados. Las adquisiciones, arrendamientos y enajenaciones de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra que realicen, se adjudicaran o llevaran a cabo a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes. Cuando las licitaciones no sean idóneas para asegurar dichas condiciones, las leyes establecerán las bases, procedimientos, reglas, requisitos y demás elementos para acreditar la economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. El manejo de recursos económicos federales se sujetara a las bases de este artículo. Los servidores públicos serán responsables del cumplimiento de estas bases en los términos del título cuarto de esta Constitución.”*

En materia de contrataciones de obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen:

- Las unidades administrativas de la Presidencia de la República
- Las Secretarías de Estado y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal
- La Procuraduría General de la República
- Los organismos descentralizados
- Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el Gobierno Federal o una entidad paraestatal
- Las entidades federativas, los municipios y los entes públicos de unas y otros, con cargo total o parcial a recursos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal. No quedan comprendidos para la aplicación de la presente Ley los fondos previstos en el Capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal.



➤ **Ley general de vías de comunicación.**

Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones y procedimientos administrativos obligatorios a que deberán sujetarse los concesionarios, permisionarios o autorizados del servicio público federal de transporte de pasajeros y servicios turísticos de transporte; así como para las entidades de la Administración Pública Federal que los proporcionen, para responder del daño que se cause a los viajeros o a su equipaje con motivo de la prestación de los servicios a su cargo.

➤ **Ley de caminos, puentes y autotransporte federal**

La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen las vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Asimismo, se cuenta con una serie de normas que proponen valores específicos para diseño, las características y calidad de materiales y de los equipos de instalación permanente, así como las tolerancias en los acabados, métodos generales de ejecución de los diversos conceptos de obra y, en general, todos aquellos aspectos que se pueden convertir en especificaciones al incluirse en el proyecto para la ejecución de las obras.

Dichas normas se organizan según su temática, en once libros, a continuación se describen dichos libros:

➤ **Legislación**

Esta comprende los criterios y procedimientos para la contratación de las obras públicas y servicios relacionados con ellas, así como para la concesión de la infraestructura, los regímenes de contratación, los procedimientos de licitación pública o invitación restringida y los criterios generales de ejecución, medición y base de pago.

➤ **Planeación**

Contiene los criterios y métodos para la realización de estudios de planeación, así como para la elaboración de planes maestros y programas de inversión para las obras de infraestructura.

➤ **Derecho de vía y zonas aledañas**

Establece los criterios y procedimientos para la adquisición del derecho de vía, así como su uso y aprovechamiento en los casos de paradores, accesos y entronques, cruzamientos de tuberías o cables, entre otros.

➤ **Proyecto**

Trata de los criterios y métodos para la realización de los estudios y la elaboración de los proyectos de las obras de infraestructura.

➤ **Construcción**

Contiene los conceptos de obra para la construcción de la infraestructura del transporte y los conceptos de mitigación del impacto ambiental

➤ **Conservación**

Establece los criterios de y métodos para la evaluación de la infraestructura. Contiene los conceptos para la conservación rutinaria y la periódica, para la mitigación del impacto ambiental durante la conservación de la infraestructura.

➤ **Operación**

Contiene los criterios y métodos para la evaluación de la operación, incluyendo la medición y dimensiones de los vehículos, la relación oferta-demanda de la infraestructura, la determinación de los índices

➤ **Control y aseguramiento de calidad**

Contiene los criterios y métodos para el control y aseguramiento de la calidad, tanto de los estudios y proyectos, como de la construcción y conservación, incluye los requisitos para la certificación de laboratorios y los métodos estadísticos de control de calidad.

➤ **Características de los materiales**

Establece las características de calidad de los materiales que se utilicen en las obras.

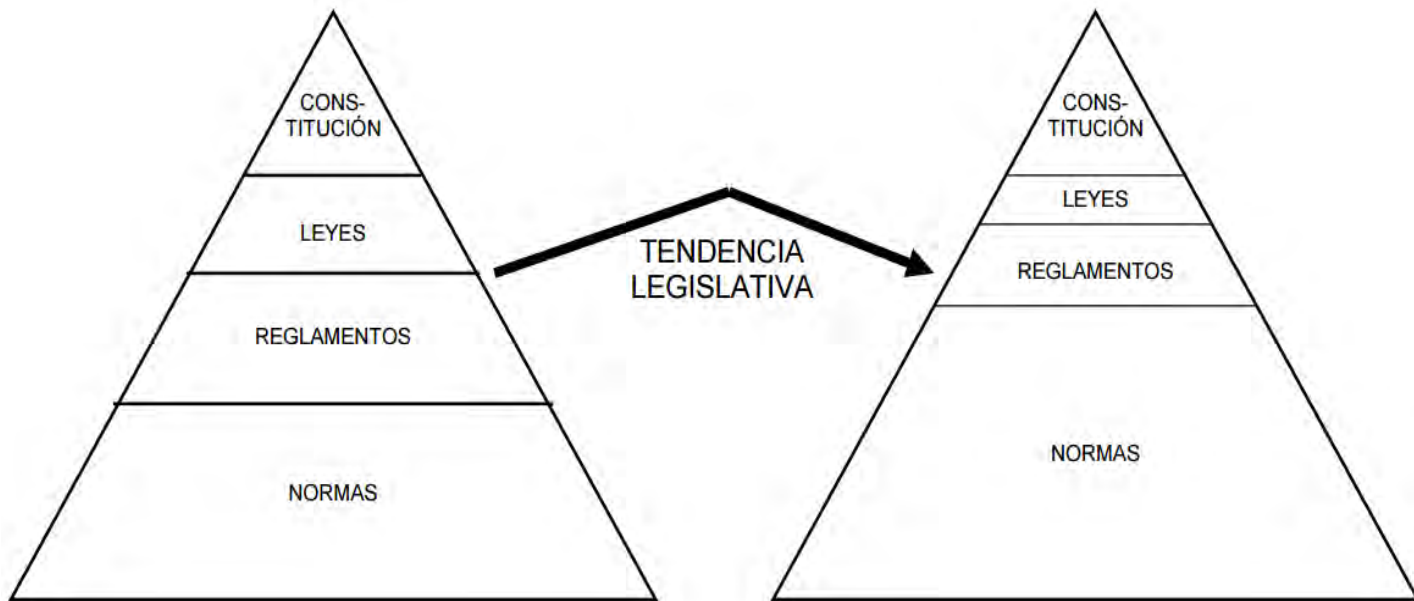
➤ **Características de los equipos y sistemas de instalación permanente**

Propone las características de los equipos fijos y sus sistemas de instalación, asimismo, establece los procedimientos para su verificación.

➤ **Métodos de muestreo y prueba de materiales**

Comprende los procedimientos para muestreo y prueba, tanto de laboratorio como de campo, de los materiales que se utilicen en las obras.

Es importante mencionar que la tendencia legislativa en el país es incrementar la parte de Reglamentos y Normas, que se hace de manera local, en áreas de trabajo (Subsecretarías y Secretarías de Estado) y no al nivel de leyes, ya que lo anterior implica involucrar a los legisladores, convirtiéndose en una lucha política donde es muy difícil su aprobación, como se observa en la figura 6.



**Figura 6** Tendencia legislativa en el país

## II. Participación del Ingeniero Civil en las vías terrestres.

El Ingeniero Civil es el profesional que interviene creativa y analíticamente en todos los ámbitos de la edificación y las construcciones del país, cumpliendo con una Ley General de Urbanismo y Construcción, lo que de acuerdo a esa normativa, toda edificación debe cumplir una serie de requisitos técnicos que garanticen seguridad.

Conocedor de Física, Estructuras, Técnicas de Construcción, Ciencias Económicas y de Administración que le permite abordar el estudio, planificación, proyecto, ejecución, operación y mantenimiento de obras de infraestructura y estructural.

Su labor se orienta fundamentalmente a:

- Diseño y cálculo de la infraestructura de las obras.
- Gestión, evaluación, gestión, planificación, y administración de proyectos de infraestructura de obras.
- Diseño y cálculo de la parte estructural de las obras, abarcando obras de distintos tipos, como:
- Edificios; torres para transmisiones radioeléctricas para líneas de alta tensión, para depósitos elevados, antenas; etc.
- Hidráulico como represas, embalses, canales y vial como redes camineras, puentes, túneles, aeropuertos, obras portuarias.
- Sanitaria como sistemas de agua potable, alcantarillado, tratamiento para aguas residuales, etc.
- Vías de transporte en todas sus formas, como: obras portuarias, aeropuertos, carreteras, puentes, vías férreas, etc.

El Ingeniero Civil juega un papel importante en la planeación, desarrollo, construcción, conservación, operación, mantenimiento y administración estratégica de las vías terrestres, ya que este personaje debe de conocer con detalle los requerimientos indispensables de seguridad y servicio para cada uno de ellos y aplicar sus conocimientos para proyectar, diseñar y construir la infraestructura apropiada con calidad, seguridad y optimización de recursos.

## II.1 Planeación de una vía terrestre.

Para llevar a cabo la planeación de una vía terrestre, es preciso que se establezcan los objetivos que se quieren alcanzar con las acciones que se van a emprender, en forma concreta y realizable, satisfaciendo la demanda de transporte de personas y mercancías con un mínimo de recursos.

El objetivo de la planeación en una vía terrestre, es evaluar la factibilidad del proyecto mediante el análisis del estudio socioeconómico, que dependerá de que los beneficios que se obtengan con la obra superen a los costos de inversión, mantenimiento y operación, cumpliendo con las expectativas de obtener un rendimiento en un plazo determinado.

Asimismo, disminuir desequilibrios sociales y económicos, mejorando el desarrollo regional y el acceso a zonas rurales marginadas eficientando el uso de los recursos, satisfaciendo las necesidades del usuario, considerando aspectos de seguridad y movilidad, tomando en cuenta la protección al medio ambiente y el desarrollo de proyectos que contribuyan al reordenamiento territorial y la eficiencia operativa.

Para cumplir con los objetivos establecidos en la planeación de una vía terrestre se necesitan realizar los siguientes estudios:

- Estudio de interacción oferta-demanda
- Estudio de ingeniería de tránsito
- Estudio de pre factibilidad socioeconómica
- Estudio geotécnico
- Estudio de factibilidad técnica
- Estudio de factibilidad ambiental
- Estudio de factibilidad legal
- Estudio de costo-beneficio

A continuación se describen los estudios anteriormente mencionados

### ➤ **Estudio de interacción de oferta-demanda**

Los estudios de interacción entre oferta y demanda, conducen a la conclusión en primera instancia de la necesidad de una vía terrestre o de mejoras de la misma; o bien, se puede concluir también que por ahora la demanda actual y a futuro se encuentra cubiertas adecuadamente y no se requiere obra alguna. En el caso de que la oferta no cubra la demanda, se requerirá una mejora y el caso pasará al análisis de alternativas de solución.

### ➤ **Estudio de ingeniería de tránsito**

Se consideran dos etapas en la elaboración de este estudio correspondiente al proceso de planeación. La primera es el monitoreo constante de los volúmenes y clasificación del tránsito en toda la red federal de carreteras, y la segunda que consiste en la identificación de una demanda de servicios en base tanto a la información de la primera como a que hayan sido detectadas necesidades regionales o nacionales derivadas de desarrollos económicos, industriales, de crecimiento de ciudades, migraciones, tanto actuales como a futuro.

El conocimiento del flujo vehicular en una red de carreteras permite conocer el grado de ocupación y las condiciones en que cada segmento opera; el análisis de su evolución histórica permite definir las tendencias de crecimiento y el momento a partir del cual ciertos segmentos dejarán de prestar un servicio adecuado, convirtiéndose en el cuello de botella del transporte que estanque el desarrollo en lugar de seguir propiciándolo

La segunda etapa del Estudio de Ingeniería de Tránsito, consiste esta etapa en la detección de tramos carreteros en los que la demanda supera la oferta de servicio actual o a futuro, en cuyo caso proceden a considerar una propuesta de modernización, ampliación o nueva ruta carretera, que pasará al siguiente análisis, titulado: “Análisis de Alternativas de Solución”, donde se dictaminará si la propuesta es rentable; de lo contrario, se buscará otra alternativa y se analizará nuevamente, hasta encontrar una alternativa rentable que satisfaga la demanda de servicio.

### ➤ **Estudio de pre factibilidad socioeconómica**

El objetivo en esta etapa es determinar mediante una evaluación de pre factibilidad socioeconómica, si la nueva carretera, o la modernización de la carretera existente, puede ser construida mediante una concesión recuperable con pago de peaje; o si puede ser modernizada por una concesión sin pago de peaje, con sistema PPS (Proyecto de Prestación de Servicios) de pago por servicio prestado; o si debe ser construida con recursos del presupuesto federal. Dependiendo si los beneficios son monetarios o son indirectos derivados del proyecto, se podrá clasificar el proyecto en una de las tres posibilidades de obtención de recursos para su construcción.

➤ **Estudio geotécnico**

El estudio geotécnico en la etapa de planeación tiene el objetivo de alertar al proyectista sobre la ruta que pueda tener algún problema de este tipo para que la evite en lo posible, o bien indicarle qué medidas debe prever si inevitablemente tiene que afrontar algún problema.

Dicho estudio, debe proporcionar un plano en planta con todas las unidades geotécnicas que se encuentren en la zona donde se ubiquen todas las alternativas de ruta, así como un plano con los perfiles estratigráficos de las diferentes unidades geotécnicas.

➤ **Estudio de factibilidad técnica**

Este estudio debe de apoyarse en la decisión de la ruta con el estudio geológico, el estudio de tránsito, y con una descripción de la magnitud de los cortes, terraplenes, puentes y demás estructuras previstas en el proyecto.

➤ **Estudio de factibilidad ambiental**

El estudio de factibilidad ambiental, establece la posibilidad de implementar todas las medidas necesarias para la mitigación de los impactos negativos, así como la cuantificación de los impactos tanto negativos como positivos, tomando en cuenta la necesidad del país de contar con un proyecto de inversión que estimule la economía regional y nacional, proporcione un servicio demandado por la sociedad y que, a la postre, pueda mitigar, solucionar y resarcir los impactos ambientales negativos inherentes al desarrollo de cualquier obra de ingeniería.

➤ **Estudio de factibilidad legal**

En el estudio de Factibilidad Legal se analiza los terrenos que podrían ser afectados por la ruta de la carretera dictaminará la factibilidad legal de la obra.

➤ **Estudio de costo-beneficio**

Es el estudio culminante, que tomando en cuenta los resultados de todos los estudios que se hacen en la etapa de planeación, determina finalmente si el proyecto carretero, que es un proyecto de inversión, es rentable, es decir, que sus beneficios superen a sus costos.

## **II.2 Diseño de una vía terrestre.**

La carretera es una faja de terreno con un plano de rodadura especialmente dispuesto para el tránsito adecuado de vehículos y está destinada a comunicar entre si regiones y sitios poblados

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal del eje real o espacial de la carretera. En la filosofía del diseño convencional, dicho eje está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas horizontales.

Las curvas horizontales que conectan dos secciones tangentes rectas pueden ser de dos tipos: arcos circulares y espirales.

Los estudios para trazado y localización de una carretera cubren 5 etapas:

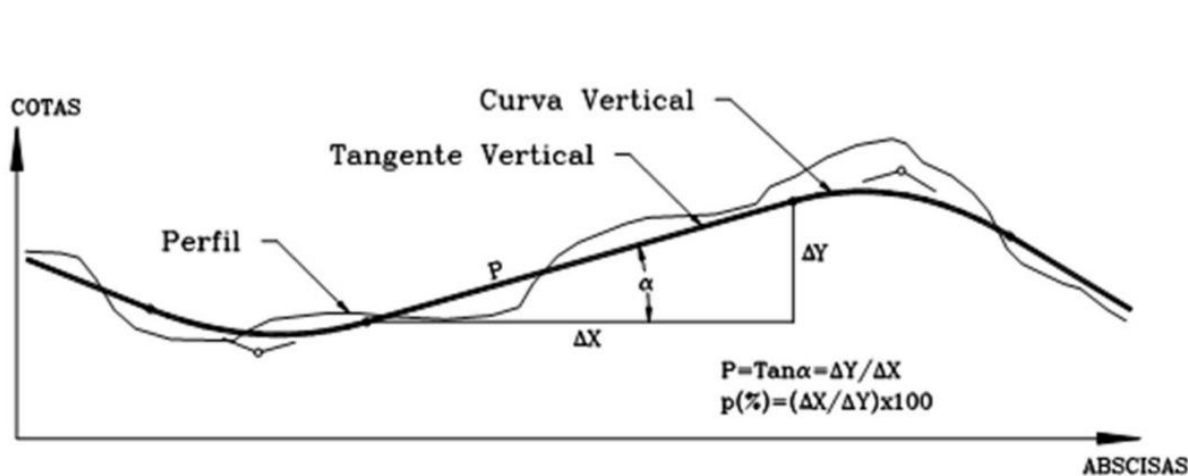
- Reconocimiento: Es un examen general del terreno para determinar la ruta o rutas posibles de unión entre los puntos primarios de control que se señalan al Ingeniero de Vías.
- Trazado antepreliminar: Se adopta la mejor o mejores ubicaciones de la vía.
- Trazado preliminar: Se realiza sobre la ruta escogida con aparatos de precisión para el levantamiento topográfico de una zona de terreno en la cual va a proyectarse.
- Proyecto: Comprende los diseños en planta y en perfil del eje de la vía.
- Localización: Consiste en las labores necesarias para transferir al terreno el eje de la vía determinado en el proyecto.



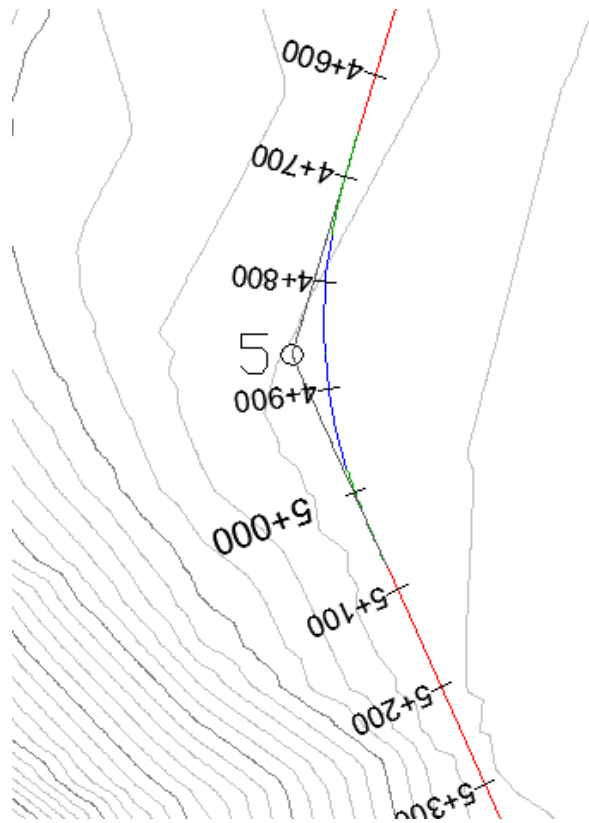
El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. Estos tres elementos, son:

- Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este (ver figura 7).
- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas (ver figura 8).
- Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas (ver figura 9).

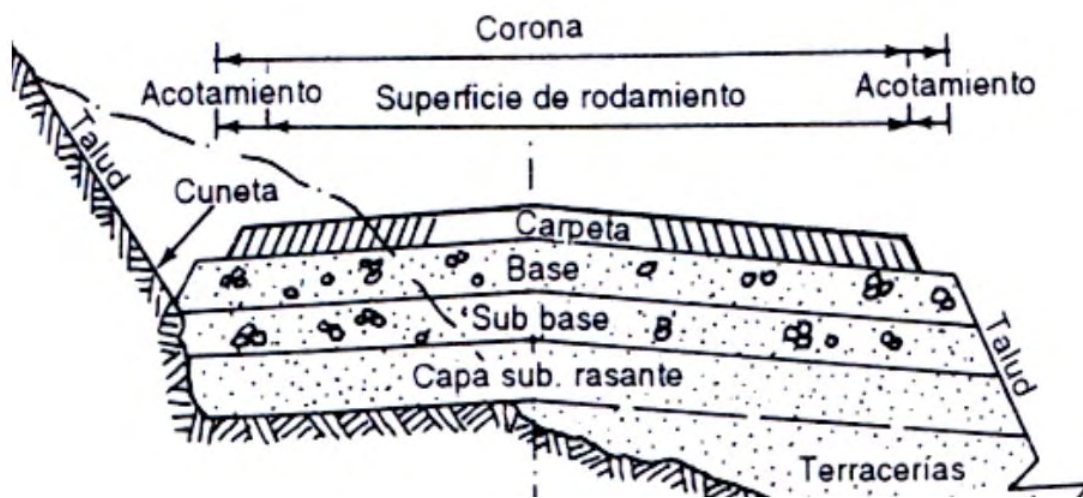
El diseño es una de las partes más importantes de un proyecto de carreteras y a partir de diferentes elementos y factores, internos y externos, se configura su forma definitiva de modo que satisfaga de la mejor manera aspectos como la seguridad, la comodidad, la funcionalidad, el entorno, la economía, la estética y la elasticidad.



**Figura 7** Ejemplo de alineamiento vertical



**Figura 8** Ejemplo de alineamiento horizontal



**Figura 9** Ejemplo de una sección transversal

### ➤ **Seguridad**

La seguridad de una carretera debe ser la premisa más importante en el diseño geométrico. Se debe obtener un diseño simple y uniforme, exento de sorpresas, fácil de entender para el usuario y que no genere dudas en este. Cuanto más uniforme sea la curvatura de una vía será mucho más segura. Se debe dotar a la vía de la suficiente visibilidad, principalmente la de parada y de una buena y apropiada señalización, la cual debe ser ubicada antes de darse al servicio la vía.

### ➤ **Comodidad**

La comodidad se incrementa al obtener diseños simples y uniformes ya que esto disminuye los cambios de velocidad, aceleraciones y desaceleraciones. Cuando no se pueda lograr una buena uniformidad, se debe dotar la vía de una curvatura con transiciones adecuadas de modo que permita a los conductores adaptarse de la mejor manera a las velocidades de operación que esta brinda a lo largo de su recorrido.

### ➤ **Funcionalidad**

Se debe garantizar que los vehículos que transitan una vía circulen a velocidades adecuadas permitiendo una buena movilidad. La funcionalidad la determina el tipo de vía, sus características físicas, como la capacidad, y las propiedades del tránsito como son el volumen y su composición vehicular.

### ➤ **Entorno**

Se debe procurar minimizar al máximo el impacto ambiental que genera la construcción de una carretera, teniendo en cuenta el uso y valores de la tierra en la zona de influencia y buscando la mayor adaptación física posible de esta al entorno o topografía existente.

### ➤ **Economía**

Hay que tener en cuenta tanto el costo de construcción como el costo del mantenimiento. Se debe buscar el menor costo posible pero sin entrar en detrimento de los demás objetivos o criterios, es decir buscar un equilibrio entre los aspectos económicos, técnicos y ambientales del proyecto.

### ➤ **Estética**

Se debe buscar una armonía de la obra con respecto a dos puntos de vista, el exterior o estático y el interior o dinámico. El estático se refiere a la adaptación de la obra con el paisaje, mientras que el dinámico se refiere a lo agradable que sea la vía para el conductor. El diseño debe de ser de tal forma que no produzca fatiga o distracción al conductor con el fin de evitar posibles accidentes.

### ➤ **Elasticidad**

Procurar la elasticidad suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro y facilitar la comunicación e integración con otras vías. Además se debe pensar en la posibilidad de interactuar con otros medios de transporte (fluvial, aéreo, férreo) de modo que haya una transferencia, tanto de carga como de pasajeros, de una forma rápida, segura y económica.

Los factores que intervienen o influyen en el diseño definitivo de una vía son muy variados y podrían catalogarse como externos e internos.

Los factores externos corresponden a las condiciones preexistentes y de los cuales se deben obtener toda la información posible a fin de analizarlos y determinar algunas características importantes de la nueva vía.

Estos factores pueden ser:

- Las características físicas (topografía, geología, climatología, hidrología)
- El volumen y características del tránsito actual y futuro
- Los recursos económicos de que se pueda disponer para su estudio, construcción y mantenimiento
- Los aspectos ambientales
- Los desarrollos urbanísticos existentes y previstos en la zona de influencia
- Los parámetros socioeconómicos del área de influencia (uso de la tierra, empleo, producción)
- La calidad de las estructuras existentes
- Los peatones
- Tráfico de ciclistas
- La seguridad vial

Por su parte los factores internos son aquellos que son propios a la vía pero que en parte dependen de los externos. Estos factores son:

- Las velocidades a tener en cuenta
- Las características de los vehículos
- Los efectos operacionales de la geometría
- Las características del tráfico
- Las capacidades de las vías
- Las aptitudes y comportamiento de los conductores
- Las restricciones a los accesos

## **II.3 Construcción de una vía terrestre.**

La construcción de carreteras requiere la creación de una superficie continua, que atraviese obstáculos geográficos y tome una pendiente suficiente para permitir a los vehículos o a los peatones circular. El proceso comienza a veces con la retirada de vegetación (desbroce) y de tierra y roca por excavación o voladura, la construcción de terraplenes, puentes y túneles, seguido por el extendido del pavimento.

Para la ejecución de un proyecto vial, se puede considerar la existencia de zonas o actividades netamente definidas relacionadas y dependientes entre sí que conforman el total de actividades vinculadas a la construcción de la vía, como se observa en la figura 9, como son las siguientes:

- Terraplén
- Sub-Base
- Base
- Carpeta (asfáltico o concreto hidráulico)

A continuación se describen los siguientes grupos antes mencionados:

### ➤ **Terraplén**

De acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-01-009-11, en su apartado de ejecución, se utiliza material proveniente de cortes o bancos, se descarga sobre la superficie se extenderá, en una cantidad prefijada por estación de 20 m. En caso de que el material sea compactable, se prepara hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría; se extiende parcialmente, incorporándole agua necesaria para la compactación, por medio de riegos mezclados sucesivos, o eliminando e agua excedente.

Siempre que la topografía lo permita el material se extiende en capas sucesivas, sensiblemente horizontales en toso el ancho de la sección.

En caso de que el material no se compactable, dicho material se humedece y se extiende en todo el ancho del terraplén, en capas sucesivas, con el espesor mínimo que permita el tamaño máximo de las partículas del material, se conforma de tal manera que se obtiene una capa con superficie sensiblemente horizontal y se acomoda mendiente bandeado, ronceando un tractor montado sobre orugas, que tenfa una masa mínima de 36 toneladas, de forma que, dicho tractor pase por lo menos 3 veces por cada sitio.

El bandeado se realiza de forma longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del tractor en cada franja bandeada.

#### ➤ **Base y Sub-base**

De acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-002-11 en su apartado de ejecución señala que cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un material homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, mediante uno de los siguientes procedimientos:

- Mezclado en planta
- Mezclado en el lugar

En plantas del tipo pugmill o de tambor rotatorio, la dosificación de los materiales y el agua, se hace por masa. En mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los materiales y el agua, puede hacerse por masa o por volumen.

Si la mezcla de los materiales se hace en el lugar de su utilización, se mezclarán en seco y posteriormente se incorporará el agua

Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la subbase o la base hidráulica, la superficie sobre la que se coloca deberá estar debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.

Los acarrees de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la subbase o la base hidráulica, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

Se descarga el material sobre la capa inferior (sub-base o subrasante), según sea el caso, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material.

Se prepara el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Para el tendido y conformación el material se extiende en todo el ancho de la corona y se conforma de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

El material se extiende en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Una vez compactada la última capa se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto. Si el tendido se realiza con extendedora, su tolva de descarga permanecerá llena para evitar la segregación del material.

Para la compactación se realiza con pata de cabra y rodillo liso, hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o el que apruebe la Secretaría. La última capa que se extienda se terminará con rodillo liso.

La compactación se hace longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

### ➤ **Carpeta asfáltica**

En la norma N-CTR-CAR-1-04-006/14, menciona que para el tendido de la mezcla asfáltica, esta se extiende y se conforma con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtiene una capa de material sin compactar de espesor uniforme, sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla asfáltica se tiende y se termina a mano.

La ejecutora es la que determina mediante la curva Viscosidad-Temperatura del material asfáltico utilizado, las temperaturas mínimas convenientes para el tendido y compactación de la mezcla asfáltica. En el caso de emplear asfalto modificado, el proveedor del mismo indicará al Contratista de Obra, las temperaturas adecuadas de mezclado y compactación para su producto.

El tendido se hace en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.

Cuando el tendido se haga en dos (2) o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas se ligarán con el cemento asfáltico que se utilice en la mezcla o con emulsión de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando pavimentadoras en batería.

Durante el tendido de la mezcla asfáltica en caliente, la tolva de descarga de la pavimentadora permanece llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permite el tendido de la mezcla asfáltica si existe segregación. Es recomendable utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el camión vacíe directamente en la tolva de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica.

Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, es compactada.

La capa extendida se compacta lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.



La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

Una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona de la última capa de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será 1.5 veces el espesor de la carpeta asfáltica, compactándolo con el equipo adecuado. Para ello se utilizará mezcla asfáltica adicional, colocándola inmediatamente después del tendido, o bien directamente con las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.

### ➤ **Carpeta de concreto hidráulico**

Como lo menciona la norma N-CTR-CAR-1-04-009/06, para la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, la superficie sobre la que se colocará, deberá estar debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de partículas extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente y reparados los baches que hubieran existido.

Las pasajuntas y barras de amarre para losas de concreto hidráulico con juntas, se colocan de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Dependencia.

Las pasajuntas que se utilicen en las juntas transversales de contracción, deben ser lisas con las características indicadas en el proyecto y con sus extremos libres de rebabas cortantes, estas se colocan antes del colado del concreto, mediante silletas o canastas metálicas de sujeción que las aseguren en la posición correcta durante el colado y el vibrado del concreto sin impedir sus movimientos longitudinales. Una vez colocadas, la superficie expuesta de las pasajuntas se someterá a un tratamiento antiadherente, con grasa, una funda de plástico u otro procedimiento autorizado por la dependencia.

Las barras de amarre que se coloquen en las juntas longitudinales, serán corrugadas, con las características indicadas en el proyecto y se colocan mediante silletas o insertadas por vibración si se usa equipo deslizante. En una longitud de 45 cm antes y después de una junta transversal, no se colocarán barras de amarre.

Para el acero de refuerzo utilizado en las carpeta de concreto hidráulico, se puede hacer con varillas de acero o mallas prefabricadas electrosoldadas, colocadas a la altura y con los traslapes que indique el proyecto a apruebe la Secretaría. En algunos casos, las varillas se pueden colocar y alinear con un equipos especial ubicado frente a la pavimentadora, el cual guía y posiciona las carillas con espaciamiento y elevación de proyecto mientras se coloca el concreto.

Después de elaborado el concreto hidráulico, será colocado extendiéndolo y consolidándolo con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una de material de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, el concreto puede extenderse y terminarse a mano.

El colado se hará de forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranque de la pavimentadora.

Cada franja de concreto hidráulico se colará cubriendo como mínimo el ancho total del carril o, de preferencia el ancho total de la calzada y sus acotamientos.

Inmediatamente después del colado, el concreto hidráulico se consolida mediante vibrado.

El vibrado se realiza uniformemente en todo el volumen de la carpeta.

El acabado del concreto, se realiza pasando sobre la superficie la rastra de texturizado y la texturizadora, o bien, mediante el método de denudado químico, el cual consiste en rociar un retardante de fraguado sobre la superficie, después de que la masa de concreto ha endurecido, se realiza un cepillado enérgico con un dispositivo de cerdas metálicas para eliminar el mortero de la superficie.

En la figura 10 se pueden apreciar todos los elementos que conforman una sección tipo de una carretera.

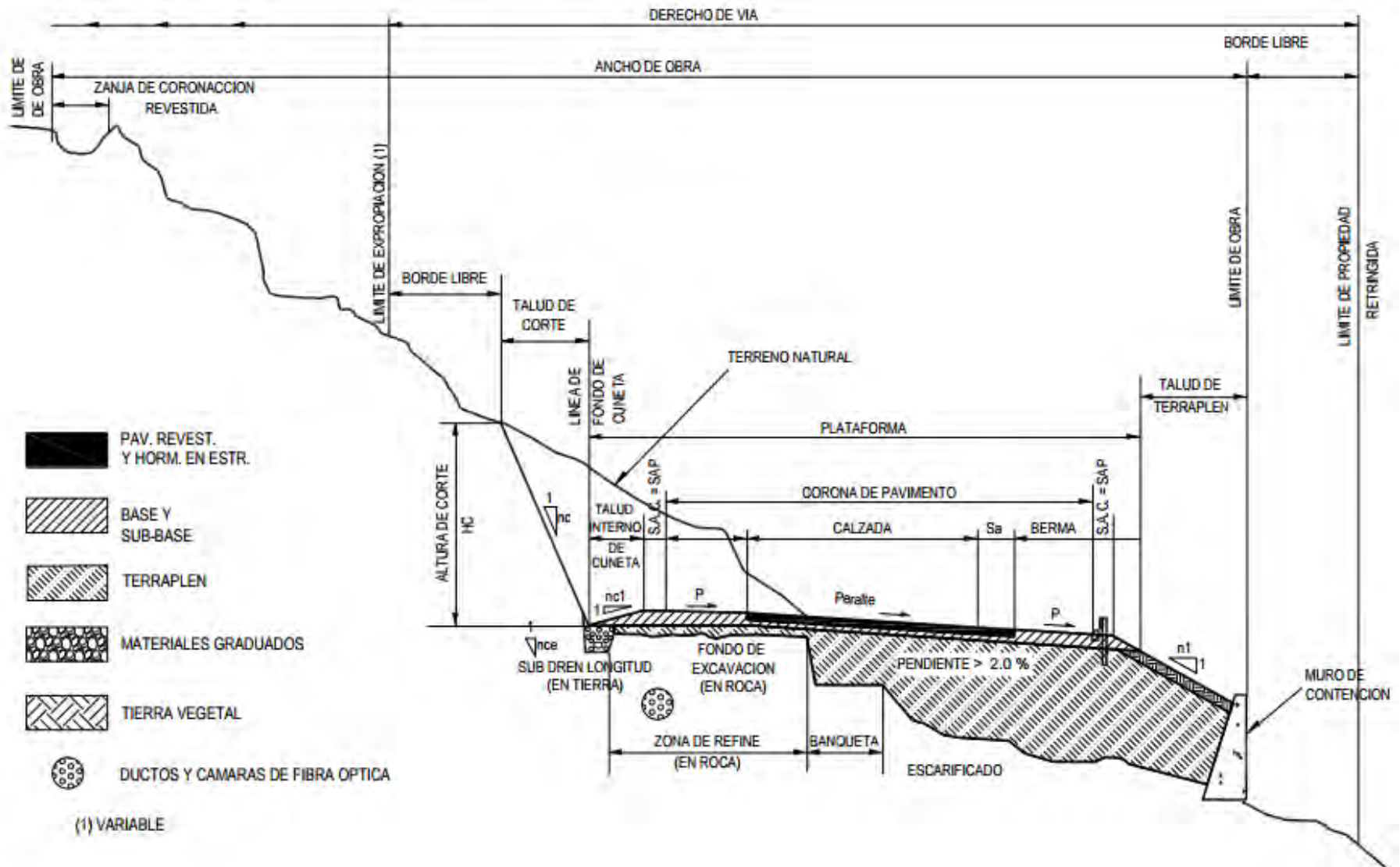


Figura 10 Sección tipo de una carretera

## II.4 Conservación de una vía terrestre.

De acuerdo a la Guía de conservación de carreteras emitida por SCT en el 2014, el objetivo principal conservación, es garantizar el tránsito, la seguridad y el confort de los usuarios del camino durante cualquier época del año.

La Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) es la responsable de las actividades propias de este rubro, para lo cual ha subdividido éstas de modo que atiendan, de manera puntual, todas las necesidades pero ajustándose a la disposición de los recursos autorizados en cada ejercicio presupuestal.

Para preservar el estado físico de una se deben de desarrollar anualmente los siguientes subprogramas:

- Conservación rutinaria de tramos
- Conservación rutinaria de puentes
- Conservación periódica
- Reconstrucción de tramos
- Reconstrucción de puentes
- Señalamiento
- Atención a puntos de conflicto
- Mantenimiento integral

A continuación se detalla cada uno de los programas mencionados anteriormente.

### ➤ **Conservación rutinaria de tramos**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.

Los trabajos que se ejecutan sobre la superficie de rodamiento son, entre otros:

- Bacheo, relleno de grietas
- Renivelaciones aisladas

- Riegos de sello aislados
- Riegos asfálticos de protección, retiro de obstáculos
- Rastreos y/o recargues en caminos revestidos o en terracerías.

Y los trabajos a ejecutar en zonas laterales a la superficie de rodadura son, entre otros:

- Limpieza de cunetas
- Desazolve de alcantarillas
- Deshierbe
- Retiro o pepena de basura
- Reparación o reposición del cercado
- Recargue de taludes
- Rastreo del derecho de vía

#### ➤ **Conservación rutinaria de puentes**

Los trabajo a ejecutar en este subprograma son:

- limpieza de la superficie de rodadura
- Limpieza de los drenes de la superestructura y de las coronas de las subestructura
- Reparación y pintura de parapetos
- Resanes y reparaciones menores en las superestructura y subestructura para atenuar el deterioro de los puentes.

Dichos trabajos se realizan cada año ya que es el periodo mínimo que requieren para su conservación.

#### ➤ **Conservación periódica**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

Las actividades principales son:

- Recuperación de pavimentos

- Renivelación
- Tratamientos superficiales
- Bacheo profundo
- Reconstrucción de terraplenes
- Rehabilitación de bases
- Reconstrucción de carpetas
- Riegos de sello
- Restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.

#### ➤ **Reconstrucción de tramos**

Esta actividad es la más completa y costosa, ya que rehabilita parcial o totalmente la estructura de los pavimentos, comprendiendo la recuperación de una parte de la estructura, previo tratamiento de estabilización con adición de pétreos, productos asfálticos, cemento Portland u otros aditivos, tratamiento de la capa descubierta, tendido de la parte recuperada y de la carpeta asfáltica, restitución o reparación de obras menores de drenaje dañadas, instalación de sistemas de subdrenaje y otros.

#### ➤ **Reconstrucción de puentes**

En este apartado se llevan actividades como:

- Reforzamiento de superestructura y/o subestructura
- Protecciones contra socavación
- Recimentaciones
- Sustituciones de superestructura y adecuación de puentes angostos a los anchos de calzada existentes o para mejorar su capacidad hidráulica

Cada tipo de trabajo a realizarse tienen un costo diferente por las características geométricas y de materiales propias de cada estructura y del sitio donde se encuentran, con la finalidad de mejorar su parámetro de calidad de no satisfactorio a bueno y adecuando su estado físico a las cargas y condiciones del entorno, de tal manera que garanticen la seguridad y comodidad de los usuarios.

➤ **Señalamiento**

Se ha implementado como un subprograma independiente por la importancia que tiene la seguridad vial.

➤ **Atención de puntos de conflicto**

Un punto de conflicto es el sitio o tramo carretero donde ocurren 4 accidentes o más por año, en promedio, considerando que las circunstancias generadoras de los accidentes son el entorno, el conductor, el vehículo y el camino, de tal manera que la SCT se ha dado a la tarea de llevar a cabo el Programa Nacional de Atención de Puntos de Conflicto, con la finalidad de reducir los índices de accidentalidad en las carreteras federales libres de peaje, por lo que es necesario realizar trabajos que incrementen la seguridad vial a los usuarios.

➤ **Mantenimiento integral**

Los trabajos que se desarrollan son: Reconstrucción de Tramos y Puentes, la Conservación Periódica y la Conservación Rutinaria en tramos y puentes; todos ellos en un sólo rubro “Mantenimiento Integral”, programando los trabajos para tres años, coordinándose la DGCC con los centros SCT en cada entidad federativa, para las acciones técnico-administrativas que de ello deriven.

### **III. Nuevas figuras de participación en proyectos carreteros.**

La labor del Ingeniero Civil es conocer todas las posibles soluciones para descartar las menos adecuadas y desarrollar únicamente aquellas más prometedoras, ahorrando así tiempo y dinero. Es también labor del Ingeniero Civil el conocimiento de las posibles formas de ejecución de la solución adoptada o de la maquinaria disponible para ello. Debe, además, tener los conocimientos necesarios para evaluar los posibles problemas que se puedan presentar en la obra y adoptar la decisión correcta, considerando, entre otros, aspectos de carácter social y medio ambiental.

Como se conoce, los conocimientos del Ingeniero Civil son muy amplios, nos enfocaremos a la parte de conservación y operación, en específico a la de las carreteras.

Como se mencionó en el sub-capítulo II.4, la conservación de carreteras tiene como propósito preservarlas en buenas condiciones de operación, para que los costos de operación se mantengan en niveles aceptables y no se presenten incrementos notables que afecten el tiempo y la economía de los usuarios.

En la conservación de carreteras existen nuevas figuras como son:

- Ingeniero Independiente
- Agente Administrados Supervisor (AAS)-Mantenedor Rehabilitador Operador
- Revisor Técnico

A continuación se describirán las funciones y alcances que pueden tener las figuras mencionadas anteriormente.

#### **III.1 Ingeniero Independiente.**

El Ingeniero Independiente, desarrolla la labor de supervisor técnico como entidad ajena al concesionario y/o al Operador de una vía concesionada para asegurar el buen estado físico de ésta, asimismo, es responsable de evaluar, validar y dar



seguimiento principalmente a las actividades de mantenimiento de la infraestructura. La existencia de tal figura trae como consecuencia los siguientes beneficios:

- Opinión técnica imparcial ajena al concesionario u operador.
- Respaldo en las decisiones técnicas al comité del fideicomiso de administración
- Seguimiento a las actividades y programas de mantenimiento menor y mayor a la infraestructura carretera.
- Detección de problemas técnicos en la infraestructura y recomendaciones para su posible solución
- Optimización de recursos.

El principal objetivo de la figura de Ingeniero Independiente es proveer de información técnica oportuna a un Fideicomiso Privado como apoyo para tomar decisiones que permitan mantener en todo momento a la autopista en óptimas condiciones físicas y operacionales, optimizando la inversión de los recursos asignados y permitiendo mejorar las labores de las empresas que administran y conservan dicha autopista.

El Ingeniero Independiente de la operación debe ser una entidad ajena al Operador, de tal manera que pueda presentar sus reportes y opiniones con total independencia al Fideicomiso y que constate la correcta aplicación de los recursos.

El objetivo del Ingeniero Independiente, es contribuir en la toma de decisiones y optimizar la aplicación de los recursos del Fideicomiso a través del suministro de información técnica, administrativa y financiera de manera clara y oportuna a los encargados de la operación, conservación y administración del activo carretero.

La revisión del presupuesto anual de operación y conservación (rutinaria y periódica, cuando está última aplique), se lleva a cabo anualmente, con la finalidad de presentar al comité técnico un presupuesto revisado y conciliado, que incluya volúmenes y aplicación de los mismos.

Para poder llevar a cabo la revisión de dichos presupuestos, el comité técnico deberá entregar al Ingeniero Independiente los catálogos de conceptos por partida, donde

se incluyan cantidades, precios unitarios y la ubicación donde se llevarán a cabo las actividades, así como el programa de obra.

Para el caso de la conservación periódica o mantenimiento, el Ingeniero Independiente actúa con base en la revisión general de los estudios ejecutados y de acuerdo con el programa vigente autorizado por el Fideicomiso para seleccionar e identifica primeramente, que los trabajos clasificados por su magnitud (en volumen y costo) efectivamente corresponden a este tipo de conservación y que dichos trabajos sean acordes con las necesidades reales de la infraestructura.

En el caso de que el Operador no haya considerado los conceptos, actividades o gastos de conservación que correspondan, el Ingeniero Independiente efectuará la observación y recomendará la subsanación de los mismos, para efectos de no verse afectadas las actividades futuras en dicho rubro.

### **III.2 Agente Administrador Supervisor (AAS) y Mantenedor Rehabilitador Operador (MRO).**

De acuerdo con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de la SCT y Programa Nacional de Infraestructura, el gobierno de la Republica, apoyado en el Banco Nacional de Obras Públicas (Banobras) busca lo siguiente:

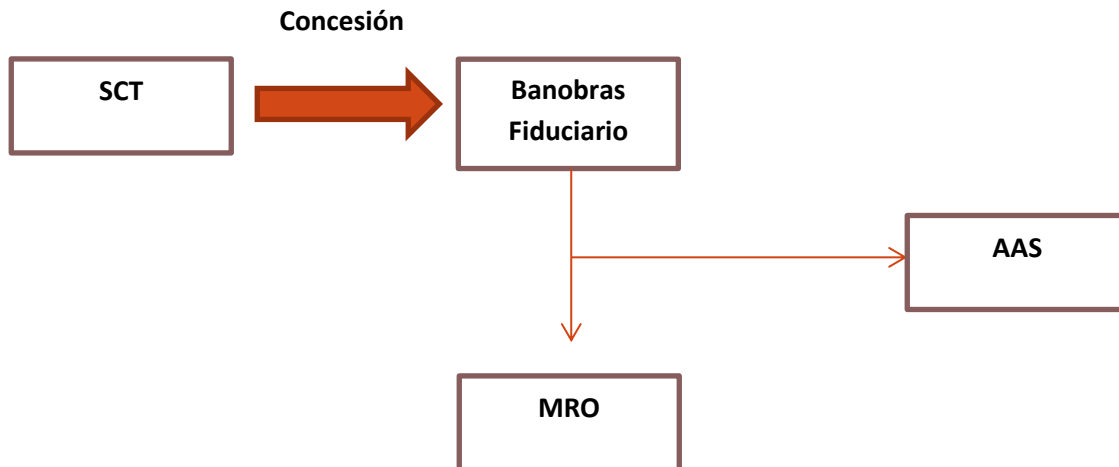
- Impulsar el desarrollo y la modernización de la infraestructura carretera.
- Aumentar la calidad de los servicios prestados a los usuarios.
- Promover esquemas de asociación público-privada
- Incorporar mecanismos de gestión y supervisión eficientes.

Lo anterior, a fin de consolidar al país como una de las principales plataformas logísticas del mundo, a través de infraestructura competitiva.

Banobras y el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), en su conjunto, son de los concesionarios más importantes a nivel mundial, al contar con una red de autopistas y puentes de alrededor de 4500 km.

Por su importancia para el desarrollo económico y social del país, prioritario el diseño de una planeación estratégica para la red concesionada que oriente hacia una mejora al usuario.

Para cumplir con el propósito, Banobras diseñó un modelo de explotación de autopistas apoyado en dos grandes pilares: la calidad en el servicio al usuario y la rentabilidad de las autopistas, como se muestra en la figura 11.



**Figura 11** Nuevo modelo de administración de autopistas

El Mantenedor Rehabilitador y Operador (MRO), es el agente encargado de la operación y conservación de la autopista (ver figura 12) a través de estándares de desempeño como son las siguientes:

- Atención de accidentes y emergencias
- Gestión de peaje
- Servicios al usuario
- Administración de derecho de vía
- Bienes afectos a la concesión
- Telepeaje
- Seguridad vial

El Agente Administrador Supervisor (AAS), es el representante designado del Fiduciario con objeto de cumplir con la vigilancia y monitoreo de los servicios,

trabajos y actividades a desarrollar tanto por el Operador (O) como por el Mantenedor Rehabilitador (MR) de un tramo carretero en específico.

En otras palabras, es el responsable único ante el cliente o dueño de la infraestructura, encargándose del seguimiento y la administración de los contratos de operación y mantenimiento - rehabilitación mediante estándares de desempeño.

El AAS, verifica la atención del MRO a las emergencias técnicas y operativas que se produzcan en el tramo y los procedimientos para la atención de dichas emergencias técnicas, de acuerdo al procedimiento establecido en la Normativa Aplicada y demás disposiciones establecidas por el Fiduciario.

A continuación se mencionan los beneficios otorgados del nuevo modelo de gestión de Banobras.

- Constancia y uniformidad en la calidad de los servicios que se ofrecen a los usuarios.
- Eficiencia en el proceso de administración de la autopista (proyecto, construcción, conservación, rehabilitación y operación).
- Seguridad en el uso de la infraestructura y/o tránsito sobre la autopista.
- Inversión e intervenciones de carácter preventivo, no correctivo.
- Sostenibilidad del proyecto y acciones con posibilidad de monitorear y adecuar la evolución en el tiempo.

Desde 2012, Banobras, en su calidad de concesionario de las autopistas Atlacomulco–Maravatío y Guadalajara–Colima implementó en esas autopistas dicho modelo. Las mejoras, que han sido significativas; de 2012 a 2015 los ingresos se incrementaron 9.9% en Atlacomulco-Maravatío y 18.7% en Guadalajara-Colima, en tanto que los costos anuales de operación por kilómetro se redujeron cerca de un 20% en Atlacomulco-Maravatío y más de 9% en Guadalajara-Colima y se incrementó la calificación del nivel de servicio de las autopistas, al pasar de 426 puntos en 2011 a 465 puntos en 2014 en Atlacomulco-Maravatío, así como de 420 a 466 puntos en Guadalajara-Colima, para esos mismos años. Las calificaciones son otorgadas por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

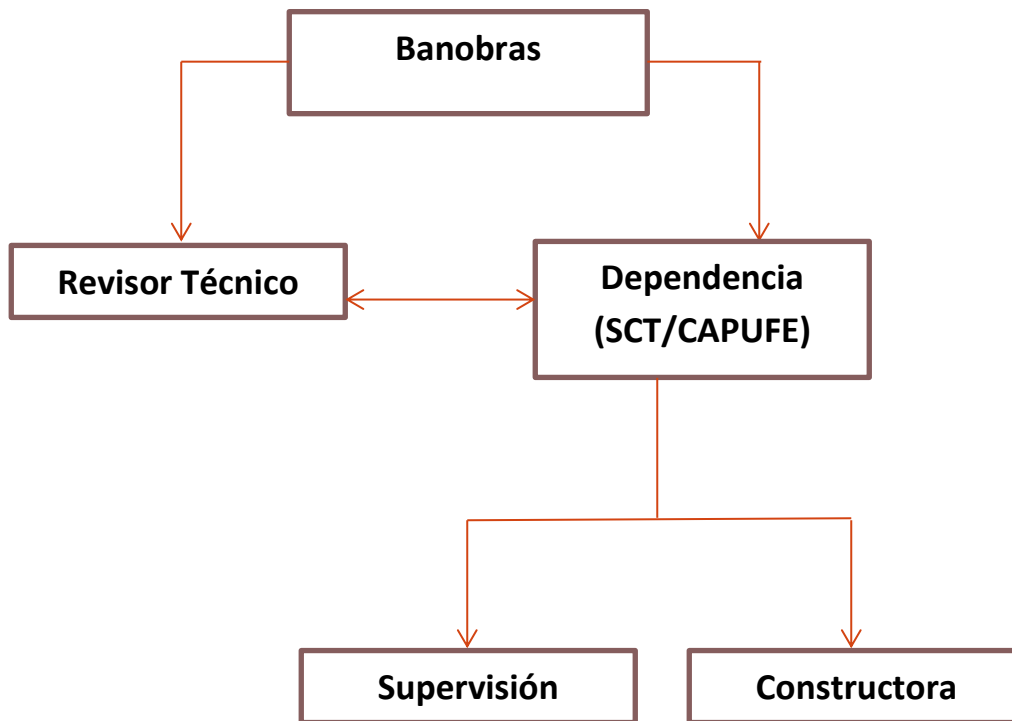
<b>Mantenedor Rehabilitador y Operador (MRO)</b>	
<b>Operación</b>	<b>Conservación</b>
Operación de plazas de cobro	Mantenimiento mayor (rehabilitaciones)
Gestión de servicios conexos	Mantenimiento menor
Administración del derecho de vía	Elaboración de estudios y proyectos ejecutivos
Atención a usuarios en caso de siniestro en la vía	Restitución de la infraestructura por fenómenos naturales
Implementación de sistemas ITS	

**Figura 12** Tabla de funciones del MRO

### **III.3 Revisor Técnico.**

Los servicios de Revisión Técnica, es una actividad independiente de apoyo a la función directiva, enfocada al examen objetivo de la contratación, ejecución y puesta en operación de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas; de los sistemas para verificar el apego a la normatividad, así como que los trabajos se ejecuten de acuerdo con las especificaciones, cantidad, calidad y tiempo contratados (ver figura 13).

El Revisor Técnico es la persona física o moral que lleva a cabo las actividades de Revisión Técnica para verificar que los trabajos de ejecución de las obras públicas o servicios relacionados con las mismas, se realizan de acuerdo con las especificaciones, cantidad, calidad y tiempo solicitados en el contrato respectivo, ésta puede ser llevada a cabo por la propia dependencia o entidad, o por una empresa externa.



**Figura 13** Modelo de Revisor Técnico

### **III.3.1 Revisión de los procedimientos de contratación**

Se revisará los procedimientos de contratación, deberá obtener copia de aquella documentación que considere que es conveniente que el revisor de la ejecución de la obra, cuente con ella, deberá tener conocimiento del contenido de los documentos clave de la convocatoria que pudieran servir de apoyo para la revisión de la etapa de ejecución:

- Convocatoria y anexos
- Catálogo de conceptos
- Especificaciones
- Etc.

### **III.3.2 Actas de juntas de aclaraciones**

El Revisor debe de analizará el contenido del (las) acta(s) de la(s) juntas(s) de aclaraciones, a fin de determinar aquellas aclaraciones que pudieran ser importantes durante la ejecución de la obra.

### **III.3.3 Formalización de contratos**

El Revisor Técnico verificará que la obra pública y los servicios relacionados con las mismas estén debidamente formalizados a través de los contratos correspondientes; se corroboró que:

- Los contratos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas contengan como mínimo los requisitos señalados en los artículos 46 de la LOPSRM y 49 y 50 de su Reglamento.
- Se verificó que los contratos mencionen la autorización presupuestal para su formalización.
- Constató que la firma del contrato, se haya dado en la fecha, hora y lugar previstos en el propio fallo, o bien en la convocatoria a la licitación pública y en su defecto, dentro de los quince días naturales siguientes al de la citada notificación.
- El importe por concepto de anticipo sea hasta un 30% de la asignación presupuestal aprobada, a excepción de lo señalado en la fracción V del artículo 50 de la LOPSRM. Si el importe del anticipo fue mayor al 30%, verificar que exista el oficio de autorización del titular de la contratante, o en su caso de la persona en quien se haya delegado tal facultad.

### **III.3.4 Garantías**

El Revisor Técnico verificará que en ellas se haya establecido correctamente el nombre, denominación o razón social, tanto de la convocante como del contratista; el número de contrato; el importe del mismo; el plazo de ejecución de los trabajos y una breve descripción del objeto del contrato.

Identifique el tipo de garantía señalado por la LOPSRM (correcta inversión de anticipos, cumplimiento de contratos, responsabilidad civil).

Las garantías deberán constituirse a favor del Fiduciario o de quien se indique en el contrato respectivo, por actos o contratos celebrados con la Convocante.

Se verificará que:

- Las garantías por la correcta inversión de anticipos y por el cumplimiento de los contratos, se hayan entregado a la convocante dentro de los 15 días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo y con antelación a la fecha de formalización del contrato.
- La garantía de cumplimiento de obligaciones del contrato no será menor al 10% del monto total autorizado al contrato en cada ejercicio, cuando los trabajos se realicen en más de un ejercicio presupuestario.
- Esta garantía deberá sustituirse en el o los siguientes ejercicios por otra u otras equivalentes al importe de los trabajos faltantes por ejecutar, actualizando los importes de acuerdo con los ajustes de costos autorizados y modificaciones contractuales.
- Las garantías por concepto de anticipo se hayan constituido por el 100% del monto de los mismos. Si los trabajos se realizaron en más de un ejercicio presupuestario, constatar que la entrega de la garantía correspondiente al segundo ejercicio y subsecuentes, se hayan efectuado dentro del plazo de quince días naturales contados a partir de que la convocante haya notificado por escrito al contratista, el monto del anticipo autorizado de acuerdo a la inversión presupuestada.
- Si en los contratos se estableció la entrega de una póliza de responsabilidad civil, dado que los trabajos a realizar representan cierto riesgo en su ejecución, debido a que la zona o área de trabajo se encuentra dentro o muy cercana a equipos de proceso que utilicen productos inflamables, de alto grado de corrosión, de transmisión o conducción eléctrica, se deberá corroborar si se dio cumplimiento en tiempo y forma.



### **III.3.5 Actividades iniciales**

El Revisor Técnico verificará que previo al inicio de los trabajos, se haya contado, en lo procedente con la totalidad de dictámenes, licencias, permisos, derechos de bancos de materiales, la propiedad o los derechos de propiedad, incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles, así como la evaluación de seguridad e higiene y señalización

Que la Supervisora cuente con la información necesaria para que pueda realizar de manera debida y continua sus trabajos, tal como: proyecto ejecutivo, especificaciones generales y particulares de construcción, catálogo de conceptos con sus respectivos análisis de PU, alcance de las actividades de obra, programas de ejecución y suministros, de utilización de mano de obra, materiales, maquinaria y equipo, términos de referencia, etc.

La disposición oportuna por parte de la contratante al contratista, del o los inmuebles donde se desarrollarán los trabajos. El incumplimiento de la contratante es motivo para prorrogar en igual plazo la fecha originalmente pactada para la conclusión de los trabajos.

Se corroborará que el inicio de los trabajos se haya dado en la fecha establecida en el contrato y que los mismos estén apegados a la secuencia y el tiempo previstos en los programas pactados

La designación del servidor público por parte de la contratante que fungirá como residente de obra y que deberá contar con los conocimientos, habilidades, experiencia y capacidad suficiente para llevar la administración y dirección de los trabajos; debiendo considerar el grado académico de formación profesional de la persona, experiencia en administración y construcción de obras, desarrollo profesional y el conocimiento de obras similares a las que se hará cargo.

La designación del representante del contratista y supervisora, que fungirán como superintendente de la obra o de los servicios y que deberá conocer con amplitud los proyectos, normas de calidad y especificaciones de construcción, catálogo de conceptos o actividades de obra, programas de ejecución y de suministros, incluyendo los planos con sus modificaciones, especificaciones generales y

particulares de construcción y normas de calidad, Bitácora, convenios y demás documentos inherentes, que se generen con motivo de la ejecución de los trabajos.

### **III.3.6 Inspección física de los trabajos**

Para la revisión de la ejecución de los trabajos, tanto de obra como de supervisión, el Revisor Técnico se auxilia mediante visitas periódicas (quincenales) de campo, dependiendo de la magnitud y avances de los trabajos, deberá programar la duración (2 a 4 días) de las visitas según considere necesario, y apoyarse en la documentación soporte como: planos, especificaciones, catálogo de conceptos, programas, calendarios de obra, etc., recorrerá el sitio de los trabajos con la finalidad de: verificar su ejecución y los recursos (mano de obra, materiales y equipo) utilizados y, comparar lo plasmado en los documentos (programas y reportes) con la situación real, como por ejemplo:

- Verificar o comparar la información de recursos (mano de obra y maquinaria) entre lo observado en campo, lo programado y lo reportado por la supervisión.
- Verificar o comparar la información de avances físicos, entre lo apreciado en campo, lo programado y lo reportado por la supervisión (informes y gráficos).
- En la visita verificar si las técnicas, procedimientos, maquinaria, materiales y recursos humanos empleados por el contratista son congruentes con lo estipulado en el contrato y en su propuesta.
- Con el apoyo de los reportes de supervisión y lo observado en los recorridos de obra, deberá corroborar en cantidad y calidad que tanto el personal técnico como la maquinaria y equipo comprometidos para la obra en las propuestas técnica y económica, sean los utilizados en la ejecución de los trabajos.

Con base en lo observado en campo y el programa de ejecución, verificar la congruencia de los avances físicos reportados por la supervisión, con lo observado.

Verificar con la supervisión de la obra, cuáles son los mecanismos de control de obra que utiliza para realizar sus funciones.

### **III.3.7 Atrasos en la ejecución**

Si durante la revisión se identifica algún atraso en la ejecución de los trabajos, que pudieran derivar en incumplimientos de los plazos establecidos en el programa de ejecución respectivo, se deberá solicitar a la supervisión, los informes referentes a los avances físicos y financieros de la obra en ejecución, así como los informes y comunicados de la supervisión referentes a las causas que originan las desviaciones y sus posibles consecuencias y revisarlos tanto en gabinete como en campo.

Deberá verificar con la supervisión los motivos y causas que los han originado y analizar sus soportes y procedencia. Asimismo, verificar si ya se han tomado las medidas pertinentes para recuperar el atraso.

Si el algún atraso en la ejecución de los trabajos detectado durante la revisión fuese imputable al contratista, se deberá verificar que la Contratante (a través de la supervisión) haya aplicado en las estimaciones, las retenciones o penas estipuladas en el contrato.

### **III.3.8 Bitácora de obra**

El Revisor Técnico constatará que se esté utilizando la Bitácora Electrónica de Obra Pública, en la elaboración, control y seguimiento de la Bitácora.

Caso contrario, verificar que exista la autorización por parte de la Secretaría de la Función Pública para el uso de la Bitácora convencional.

Verificará que se haya asentado la nota especial al inicio, referida en la fracción III del artículo 123 RLOPSRM, relacionando como mínimo la fecha de apertura, datos generales de las partes involucradas, nombre y firma del personal autorizado, domicilios y teléfonos, datos particulares del contrato y alcances descriptivos de los trabajos y de las características del sitio donde se desarrollarán; la inscripción de los documentos que identifiquen oficialmente al residente y, en su caso, al supervisor, así como al superintendente por parte del contratista, quienes serán los responsables para realizar registros en la Bitácora, indicando, en su caso, a quién o a quiénes se autoriza para llevar a cabo dichos registros.

Revisará la Bitácora para corroborar las fechas de inicio de obra, avance de la misma, presentación de estimaciones, números generadores, autorización de las mismas, modificaciones eventualidades, llegada de equipo de instalación permanente, peticiones del contratista, autorizaciones, y otros aspectos relevantes, respuesta a notas, etc. En general, debe verificarse que la Bitácora se utilice de conformidad a lo señalado en los artículos 123, 125 y 126 del RLOPSRM. En términos generales, el Revisor Técnico entre otros puntos deberá verificar:

1. Datos de apertura de la Bitácora y firmas autorizadas.
2. Prórrogas.
3. Cambios o modificaciones al proyecto.
4. Evaluación de la obra programada y realizada.
5. Reducciones o ampliaciones al contrato.
6. Solicitud de ajustes.
7. Enlace de tomos de Bitácora.
8. Cuadro de liquidación final.
9. Aviso de terminación de obra.
10. Aviso de recepción de obra.
11. Acta de recepción de obra.
12. Envío del Acta de recepción de la obra.
13. Cierre de la Bitácora.

Respecto a contratos de servicios, la Bitácora deberá contener como mínimo las modificaciones autorizadas a los alcances del contrato, las ampliaciones o reducciones de los mismos y los resultados de las revisiones que efectúe la contratante, así como las solicitudes de información que tenga que hacer el contratista, para efectuarse las labores encomendadas.

Se constatará que el contenido de cada nota precise, según las circunstancias de cada caso: número clasificación, fecha, descripción del asunto, y en forma adicional ubicación, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si

la hubiere y fecha de atención, así como la referencia en su caso, a la nota que se contesta.

### **III.3.9 Convenios**

Preguntar a la supervisión si ha sido tramitado y autorizado algún convenio modificatorio. En tal caso, solicitar el expediente relacionado con dicho convenio (solicitud del contratista, justificación, soportes, dictamen para su procedencia, etc.).

- Verificar que los convenios modificatorios se suscriban en un lapso que no deberá exceder de 45 días naturales contados a partir de la fecha en que se tengan determinadas las posibles modificaciones al contrato respectivo.
- Mediante el análisis al dictamen del Convenio, verificar que las causas y motivos que lo originaron se encuentran debidamente sustentados y fundamentados, de manera tal que los Convenios no impliquen variaciones sustanciales al proyecto original, ni se hayan celebrado para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley, es decir, que no hayan sido celebrados para regularizar incumplimientos del contratista en el tiempo de ejecución de los trabajos y con ello, condonar las penalizaciones correspondientes o, en su caso, regularizar excedentes de obra no ejecutados o la inclusión de conceptos extraordinarios no justificados.
- Verificar que los Convenios considerados conjunta o separadamente, no rebasen el 25% del monto o del plazo pactado en el contrato. En caso contrario (excepcional y debidamente justificado), la contratante debió solicitar la autorización de la Secretaría de la Función Pública para revisar los indirectos y el financiamiento originalmente pactados y determinar la procedencia de ajustarlos (en estos casos, verificar lo que señala el artículo 102 RLOPSRM).

### **III.3.10 Seguridad e higiene en la obra**

Previamente a la realización de la visita, el Revisor Técnico debe tomar conocimiento de las Especificaciones Complementarias, en lo que respecta a la señalización de la obra.

Verificará con la supervisión si ya se tiene el visto bueno al señalamiento por parte de la ésta y del Residente de Obra para poder iniciar los trabajos de la jornada.

Asimismo en campo, durante los días de estancia del Revisor Técnico en la obra, el cumplimiento de la normativa de la SCT, referente al señalamiento de aviso de inicio de obra, de protección de obra, obras de desvío y de operación en cada uno los diferentes frentes de trabajo.

- Colocación de cartelera panorámica de la obra y/o de los letreros informativos, si éstos se encuentran dentro de los alcances o especificaciones del contrato.
- Si se cuenta con el señalamiento mínimo de protección de obra, tanto en ambos sentidos de la autopista, como en la zona de obra.
- Si se cuenta con el personal (bandereros) al inicio y final de la zona de obra.
- En el caso de las obras que lo requieran, verificar la colocación de señalamiento nocturno y, en su caso, del sistema de alumbrado para trabajos nocturnos.

Verificará que el personal cuente con el equipo de protección de acuerdo al trabajo específico que realicen (casco, chaleco, calzado, cubre bocas o mascarillas, etc.).

Verificará la limpieza general de la zona de obra y la disposición de residuos; identificar si es necesario, contar con tambos o recipientes suficientes en la zona de obra para el depósito de la basura generada en la misma.

Identificará que las actividades se realicen dentro del derecho de vía y que no haya afectación por residuos de manejo especial y peligroso a cuerpos de agua o suelo natural, el manejo adecuado de residuos peligrosos y la colocación de un almacén temporal de residuos peligrosos de acuerdo a lo que marca la Ley, que se cuente en obra con sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores y el adecuado manejo de aguas residuales.

### **III.3.11 Control de calidad**

Una vez que haya observado cuáles trabajos se han ejecutado o están siendo ejecutados, corroborará con la supervisión que realmente tanto la contratista como la supervisión estén efectuando las pruebas de control de calidad estipuladas en el contrato, así como que se turnen oportunamente los resultados a la residencia de obra y éstas se registren y se lleve un control estadístico de las mismas.

El Revisor Técnico verificará los resultados de las pruebas de control de calidad informados por la supervisión, con los documentales de dichas pruebas que muestren los resultados, identificará si hubo algún resultado no satisfactorio e investigar qué se hizo al respecto.

### **III.3.12 Estimaciones**

El Revisor Técnico deberá solicitar a la supervisora, las estimaciones autorizadas y tramitadas para su pago a la fecha de la revisión (si fuese la primera visita) o en el periodo revisado (para las visitas subsecuentes), así como la relación de las mismas o, en su caso, elaborar el dicho listado, con los datos generales de cada una (número, periodo, importe, retenciones por atraso, en su caso, anticipo amortizado, montos acumulados, saldos, etc.).

Revisar la correcta integración de las estimaciones de obra y supervisión, que éstas cuenten con la documentación que soporte la procedencia de su pago, la cual será entre otra:

- Números generadores.
- Notas de Bitácora.
- Croquis.
- Controles de calidad, pruebas de laboratorio y fotografías
- Análisis, cálculo e integración de los importes de cada una de las estimaciones.
- Sanciones o retenciones.
- Avances de obra (parcial y acumulado).

Constatar que en todos los casos, el residente de obra hizo constar en la Bitácora, la fecha en que se presentan las estimaciones.

En los contratos de obras y servicios únicamente se reconocerán los siguientes tipos de estimaciones:

- De trabajos ejecutados.
- De cantidades adicionales o conceptos no previstos en el catálogo original .
- De gastos no recuperables (artículo 62 de la LOPSRM).

Verificar que cuando el contratista no presentó sus estimaciones en el plazo estipulado, la estimación correspondiente se presentó posteriormente en la siguiente fecha de corte, sin que resultara procedente el reclamo de gastos financieros por parte del contratista.

El Revisor Técnico debe comprobar que los números generadores correspondan al avance real de la obra y estén autorizados por el residente y/o supervisor, para que el contratista los haya incluido en las estimaciones correspondientes para su pago.

Si en la verificación física de los trabajos y su comparativa con lo estimado, resultasen diferencias a favor de la contratante, el Revisor Técnico deberá registrar en los papeles de trabajo las cantidades e importes pagados en exceso (sobrestimación) y conservar copia de la evidencia de dicho pago en exceso. No se considerará pago en exceso cuando las diferencias que resulten a cargo del contratista hayan sido compensadas en la estimación siguiente, o en el finiquito, si dicho pago no se hubiera identificado con anterioridad.

Corroborar que las estimaciones de los trabajos se hayan presentado y aprobado en tiempo y forma, de acuerdo con el procedimiento indicado en el artículo 54 de la LOPSRM.

Solicitar a la supervisora, informe sobre cuáles estimaciones autorizadas y tramitadas han sido pagadas, a fin de contar con soporte para corroborar el avance físico-financiero de los contratos de obra y supervisión y, en su caso, el atraso en el pago de las mismas (que debe estar anotado en Bitácora).

Verificar la congruencia de los avances financieros reportados por la supervisión, con la información obtenida en los párrafos citados anteriormente.



### **III.3.13 Retenciones y penas convencionales**

El Revisor Técnico debe verificar en el contrato, los términos en los que se estableció la aplicación de las retenciones y penas convencionales por atraso en la ejecución de la obra (artículo 46 fracción X LOPSRM).

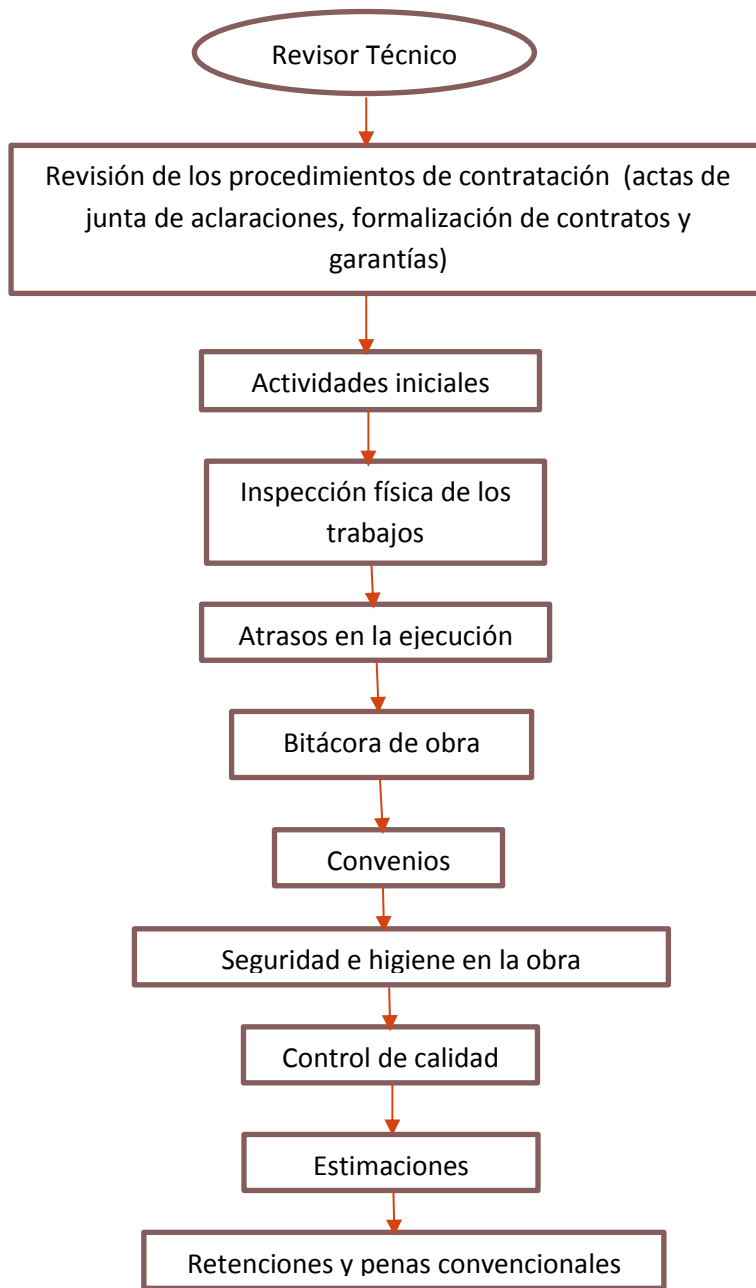
En caso de haber detectado o tomado conocimiento de la existencia de atrasos por motivos imputables al contratista, verificar que la supervisión haya aplicado en las estimaciones, las retenciones y/o penas convencionales al contratista, en los términos establecidos en los contratos.

En tal caso, se debieron aplicar retenciones económicas a las estimaciones que se encontraban en proceso en la fecha que se determinó el atraso, las cuales fueron calculadas en función del avance en la ejecución de los trabajos conforme a la fecha de corte para el pago de estimaciones pactada en el contrato. Verificar que las retenciones realizadas fueron recuperadas por el contratista en las siguientes estimaciones, cuando regularizó los tiempos de atraso conforme al programa de obra.

Verificar el cálculo del importe de las retenciones, las cuales deben haberse determinado únicamente en función del importe de los trabajos no ejecutados en la fecha pactada en el contrato para la conclusión total de las obras.

Al finalizar la obra deberá verificar que las retenciones económicas fueron definitivas, cuando a la fecha pactada de terminación de los trabajos, éstos no habían sido concluidos.

En la figura 14 se observan las actividades que realizará el Revisor Técnico.



**Figura 14** Actividades del Revisor Técnico

#### **IV. Caso particular: modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora.**

En este capítulo definiré la importancia de la figura del Revisor Técnico y las incidencias que se suscitaron en la obra de modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A".

Las actividades que analizará el Revisor Técnico en la obra en cuestión son:

- Procedimientos de contratación
- Actividades iniciales del Revisor Técnico
- Inspección física al sitio de los trabajos
- Atrasos significativos en la obra
- Análisis de la Bitácora de obra.
- Convenios suscitados en el transcurso de la obra
- Seguridad e higiene
- Análisis de los informes de verificación de calidad
- Estimaciones

El tramo Hermosillo – Santa Ana de la autopista México- Nogales, se ubica entre los municipios de Hermosillo y Santa Ana, como se muestra en la figura 15, forma parte del corredor México – Nogales, con ramal a Tijuana en el estado de Sonora.

Tramo Hermosillo – Santa Ana del corredor México-Nogales presenta las siguientes características:

- Tiene una longitud de 37 km, comprendida del km 83+000 al km 120+000 (ver figura 16)
- Presenta una sección A4S



Figura 15 Ubicación de los frentes de trabajos

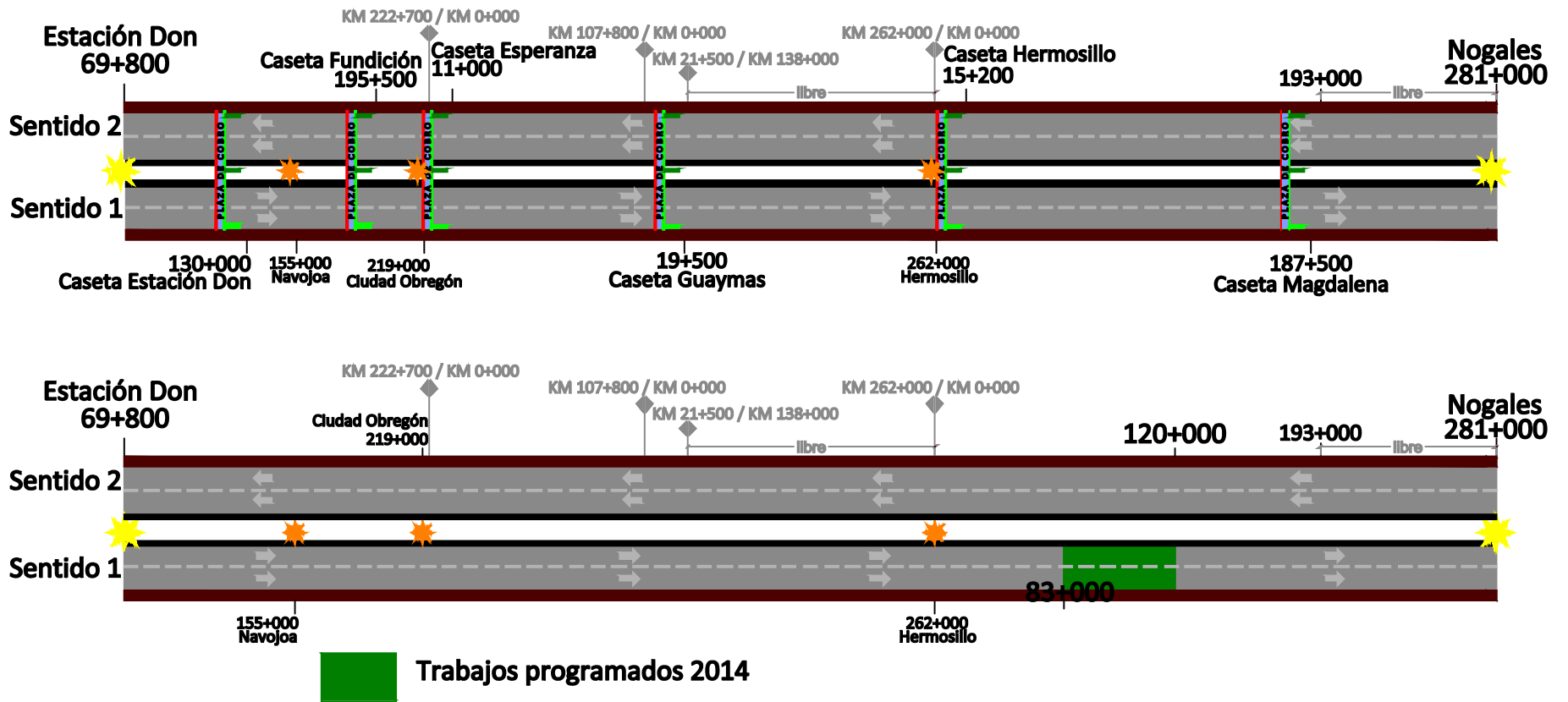


Figura 16 Planta general y ubicación de los trabajos

## **IV.1 Descripción de los trabajos de modernización y ampliación.**

La obra consiste en la modernización y ampliación de 8.00 a 10.50 metros de ancho de corona mediante la construcción de terracerías, obras de drenaje, pavimentación, estructuras, trabajos diversos y señalamiento, de la carretera: Federal N° 15 Estación Don - Nogales, Tramo: Hermosillo – Santa del km 83+000 al km 120+000, cuerpo derecho (A), Origen en Hermosillo, Sonora, en el Estado de Sonora.

Los trabajos por ejecutar a que se refiere esta Licitación, se realizarán de acuerdo con lo que corresponda aplicar de las Normas para Construcción e Instalaciones editadas por la SCT (Libro de Construcción), así como los lineamientos generales para la aplicación de sanciones por incumplimiento del programa de ejecución o de la calidad establecida en las Normas de Legislación (libro de legislación (N.LEG)).

Los materiales que se utilicen deberán cumplir con lo que corresponda aplicar de las Normas de Calidad de los Materiales editadas por la SCT (libro de características de los materiales), salvo que el proyecto, las normas particulares o en esta descripción mencionen otra cosa.

El muestreo y las pruebas de los materiales que se utilicen en la ejecución de las obras se ejecutaran de acuerdo con lo que corresponda aplicar de las normas para muestreo y pruebas de los materiales, equipos y sistemas editadas en 1991 por la SCT (libro método de muestreo y pruebas de materiales MMPM).

La correcta ejecución y buena presentación son requisitos indispensables para que se acepten los trabajos; la limpieza de las partes de la obra, la limpieza general de la misma y de la zona adyacente; así como la correcta y oportuna instalación, conservación y mantenimiento del señalamiento de protección de la obra, son parte de la correcta ejecución de los trabajos.

Las cláusulas e incisos a que se hace mención en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para la Construcción e Instalaciones de la SCT, las Normas de Calidad de los Materiales y las Normas para Muestreo y Pruebas de los Materiales, Equipos y Sistemas, editadas por la SCT, cabe señalar que las

especificaciones particulares prevalecerán en lo que corresponda sobre el proyecto y este a su vez prevalecerá en lo que corresponda sobre las normas antes citadas.

El procedimiento de construcción para la Modernización y Ampliación del tramo Hermosillo – Santa Ana cuerpo derecho (A), del km 83+000 al km 120+000, consiste en la ampliación de terracerías, obras de drenaje, estructuras y pavimentos de acuerdo con lo indicado en proyecto, para lo cual en el caso de las terracerías se señala la construcción de terraplenes al 90% de compactación con espesor variable, para el caso de terraplenes al 95% de compactación varía de 20 cm a 50 cm de espesor y para la subrasante al 100% de compactación con un espesor de 30 cm.

Para la sección de los pavimentos, 20 cm de base hidráulica compactada al 100%, 25 cm de base estabilizada con cemento portland con un contenido del 6% (a título informativo la dosificación se determinara con las pruebas de laboratorio) y un 100% de compactación, la carpeta asfáltica de alto desempeño con cemento asfáltico PG 70-22 con un espesor de 10 cm. compactada al 97%, conforme a las normas N-CMT.4.05.004/05.

La ampliación del tramo se realizara con la maquinaria y equipo propuestos por la empresa, para lo cual previamente deberá colocar el señalamiento necesario y suficiente en los límites de la zona donde se realizaran los trabajos y la superficie de rodamiento en operación, debiendo apegarse el señalamiento a lo indicado en el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras

En los subtramos que señale el proyecto mejorar el alineamiento horizontal y vertical realizando trabajos en todo el ancho de la corona y que sea necesario consensadamente con el representante de la empresa a cargo del otro tramo, desviar el tráfico vehicular al cuerpo contrario en construcción, previamente deberá colocar el señalamiento necesario y suficiente conforme a lo indicado en el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, para que los vehículos circulen en ambos sentidos, en una longitud aproximada de 5 km o conforme a las necesidades de avance de la empresa, procurando la seguridad vehicular.

De la misma manera en los casos en que se tenga que sustituir las estructuras existentes así como las obras de drenaje que el proyecto indique, se deberá

aprovechar en la medida de lo posible las desviaciones consideradas en los tramos de rectificación, en caso contrario deberá realizarse la desviación correspondiente.

Es importante hacer notar que todas las desviaciones que sean necesarias construir para el desvío del tráfico vehicular deberán apegarse a lo indicado en el manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras, aprovechando para ello el cuerpo contrario a la construcción.

Así mismo el señalamiento de protección de obra diurno y nocturno deberá apegarse a lo indicado en la nueva normativa PRY. Proyecto, CAR. Carreteras, proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad en calles y carreteras.

Con respecto a la transición de la desviación esta deberá construirse con un grado máximo de curvatura  $1^{\circ} 30'$  y considerar el drenaje provisional que sea necesario que garantice el flujo continuo, seguro y confortable del tráfico vehicular, lo anterior con la finalidad de que el tránsito no sea interrumpido por lluvias normales que se presenten en la región.

Previo al inicio de los trabajos, el contratista se obliga a presentar al residente de supervisión de la Dependencia, la propuesta de logística para realizar los trabajos, con planos detallando las desviaciones del tránsito principal, con una estructura de pavimento del camino de la desviación con espesores mínimos como los que se indican en la EPG.-Construcción de desviaciones y su señalamiento anexo, incluyendo su mantenimiento, así como el señalamiento diurno y nocturno que garantice la seguridad y la comodidad de los automovilistas.

## **IV.2 Procedimiento de contratación**

Los trabajos de “Modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora” fueron adjudicados a la empresa Gluyas Construcciones, S.A. de C.V., Proyectos y Construcciones Virgo, S.A. de C.V. y La Azteca Construcciones y Urbanizaciones S.A. de C.V.; los trabajos, al amparo del contrato 2014-26-CE-A-046-W-00-2014 fueron adjudicados mediante la licitación



pública nacional LO-009000999-T219-2014, en dicha licitación se dieron los siguientes hechos:

El día 8 de mayo de 2014, se llevó a cabo la junta de aclaraciones, en la cual se hizo del conocimiento de los licitantes que el día 15 de mayo se llevaría el acto de apertura.

El día 15 de mayo del 2014 se llevó a cabo el acto de apertura de proposiciones, donde se llevó a cabo la apertura de las proposiciones, procediendo a la revisión cuantitativa a través de la recepción y verificación de los documentos solicitados por la convocante en la convocatoria a ésta licitación y junta de aclaraciones, sin evaluar su contenido, se citó a los participantes el día 27 de mayo de 2014, para proceder con el fallo de la licitación en cuestión.

Con fecha 27 de mayo de 2014, la Dirección General de Carreteras Centro SCT Sonora en las Oficinas del Departamento de Contratos y Estimaciones del Centro SCT Sonora y el contratista celebraron el contrato de Obra Pública a Precios Unitarios y Tiempo Determinado N° 2014-26-CE-A-046-W-00-2014, adjudicado mediante la licitación pública número LO-009000999-T219-2014, para la obra “Modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora”, por un monto de \$268,773,020.17 más el impuesto al valor agregado, teniendo un plazo de ejecución de los trabajos por 365 días naturales y a iniciar los trabajos el día 9 de junio de 2014 y terminar el 8 de junio de 2015.

## Contratos de obra y supervisión

En la figura 17 se muestran los contratos asignados de construcción y supervisión para la obra de “Modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora”.

## CONSTRUCCIÓN

<b>Licitación/convocante:</b>	LO-009000999-T219-2014
<b>Número de contrato:</b>	2014-26-CE-A-046-W-00-2014
<b>Trabajos:</b>	Modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora.
<b>Contratista:</b>	Gluyas Construcciones, S.A. de C.V., Proyectos y Construcciones Virgo, S.A. de C.V. y La Azteca Construcciones y Urbanizaciones S.A. de C.V.
<b>Duración:</b>	365 días naturales
<b>Fecha de Inicio:</b>	8 de junio de 2014
<b>Fecha de Término:</b>	9 de junio de 2015
<b>Monto:</b>	\$ 268,773,020.17
<b>Monto más IVA.</b>	\$ 311,776,703.40

### SUPERVISIÓN

<b>Licitación/convocante:</b>	Datos obtenidos de oficio de SCT
<b>Número de contrato:</b>	14-Z-CF-A-012-Y-0-14
<b>Trabajos:</b>	Supervisión y control de calidad de la obra: Modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora.
<b>Contratista:</b>	Consorcio Constructor AA S.A. de C.V.
<b>Duración:</b>	450 días naturales
<b>Fecha de Inicio:</b>	8 de agosto de 2014
<b>Fecha de Término:</b>	31 de octubre de 2015
<b>Monto:</b>	\$4,592,910.35
<b>Monto más IVA.</b>	\$5.327.776,00

**Figura 17** Contratos de supervisión y Construcción

Principales volúmenes a ejecutar

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Volumen</b>
<b>Terracerías</b>		
Desmonte	ha	22.00
<b>Cortes</b>		
Despalmes, por unidad de obra terminada: de cortes	$m^3$	14,712.00
Despalmes, por unidad de obra terminada: para desplante de terraplén	$m^3$	37,840.00
<b>Terraplenes</b>		
Compactación, por unidad de obra terminada, para noventa por ciento (90%)	$m^3$	21,273.00
Compactación, por unidad de obra terminada, de la cama de los cortes (95%)	$m^3$	105,746.00
<b>Formación y compactación, por unidad de obra terminada</b>		
De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho, para noventa por ciento (90%)	$m^3$	81,958.00
De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho, para noventa y cinco por ciento (95%)	$m^3$	71,910.00
De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho, para cien por ciento (100%)	$m^3$	76,978.00
<b>Canales</b>		
Excavación para canales, por unidad de obra terminada, cualesquiera que sea su clasificación y profundidad, de entrada y salida a obras de drenaje.	$m^3$	3,948.00
<b>Drenaje y subdrenaje</b>		
Excavado, por unidad de obra terminada cualesquiera que sea su clasificación y profundidad	$m^3$	10,461.00
Rellenos para la protección de las obras de drenaje, por unidad de obra terminada	$m^3$	4,541.00
Zampeados a cualquier altura, por unidad de obra terminada de concreto hidráulico simple de $f'c= 150$ kg/cm <sup>2</sup>	$m^3$	1,561.00
Varillas de limite elástico igual o mayor de 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	131,967.00
Tubería de concreto reforzado de 280 kg/cm <sup>2</sup> de 120cm	m	385.00

### Trabajos Diversos

Cerco con poste de concreto y 4 (cuatro) hilos de alambre de púas calibre No.12, PUOT	m	37,000.00
Desmantelamiento de cercado de derecho de vía, PUOT	m	37,000.00
Desmantelamiento y reubicación de defensa metálica de tres crestas	m	2,450.00

### Pavimentos

Base hidráulica compactada al cien por ciento (100%) utilizando el material del banco que elija el contratista, incluye acarreo	$m^3$	108,102.00
Base estabilizada con cemento Portland con espesor indicado en el proyecto, compactada al 100%	$m^3$	118,246.00
Cemento Portland Compuesto Puzolánico (CPC o CPP) para modificar base estabilizada, en una proporción aproximada de 6% con respecto al PVSM del material pétreo	kg	15,608,472.00
Emulsión asfáltica ECI-60 en riego de impregnación	L	778,874.00
Cemento asfáltico PG 70-22 empleado en carpeta asfáltica	kg	5,772,215.00
Barrido sobre la superficie de la base por tratar	ha	50.00
Carpeta de concreto asfáltico de alto desempeño, por unidad de obra terminada	$m^3$	44,104.00

### Señalamiento

Raya en la orilla derecha discontinua, color blanco de 15 cm de ancho (longitud efectiva)	m	18,500.00
Raya en la orilla izquierda continua color amarillo reflejante de 15 cm de ancho (longitud efectiva)	m	37,000.00

### Estructuras

Pilotes colados en el lugar Concreto de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ en pilotes colados en el lugar de 1.20 m de diámetro, dentro de una perforación previa en cualquier tipo de material, P.U.O.T	$m^3$	730.00
--	-------	--------

Concreto hidráulico de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ colado en seco: cabezales, diafragmas, pantallas, bancos y topes	$m^3$	377.00
Varillas de límite elástico igual o mayor de 4,200 $\text{kg/cm}^2$	kg	311,076.00
Trabes de concreto hidráulico presforzadas de $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto	$m^3$	1,065.00
Concreto hidráulico de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en losas y diafragmas	$m^3$	638.00
Acero de refuerzo	kg	65,309.00
<b>Sub bases o bases</b>		
Subbase compactada al 100%, del banco que elija el contratista (incluye acarreos)	$m^3$	1,159.00
Acero de refuerzo de $L E \geq 4,000 \text{ kg/cm}^2$	kg	7,022.00
<b>Demoliciones</b>		
De concreto hidráulico reforzado	$m^3$	1,331.00

### IV.3 Actividades iniciales

Es importante mencionar que la Revisión Técnica inició cuando la ejecutora llevaba 9 meses de haber iniciado los trabajos de “Modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora”.

Por lo antes expuesto, se menciona que independientemente que el contrato de obra estuvo en ejecución, algunos frentes de trabajo fueron concluidos, y se continuó con la ejecución de trabajos en otros frentes de trabajo que conllevan mayor volumen de obra por ejecutar.

La obra presenta un atraso de 12.14%, un avance programado al 30 de abril de 2015, fecha en la cual se realizó el primer recorrido al sitio de los trabajos.

El volumen contractual de carpeta de concreto asfáltico es de 37 km, al momento que se inició los trabajos de revisor técnico se había ejecutado 13 km.

A continuación se presentan las principales actividades que ejecutó por la contratista “Gluyas Construcciones, S.A. de C.V., Proyectos y Construcciones Virgo, S.A. de C.V. y La Azteca Construcciones y Urbanizaciones S.A. de C.V.”, al momento que se recibieron los trabajos.

- Base hidráulica compactada al cien por ciento (100%).
- Formación y compactación de carpeta de concreto asfáltico de alto desempeño.
- Riego de impregnación con emulsión asfáltica ECI-60.
- Habilitado de acero de refuerzo, PUOT en superestructura.
- Losa de concreto hidráulico de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  (puente el Cornelio).
- Construcción de parapetos y guarniciones en estructura puente Pitaya.
- Base modificada con cemento Portland.

## **IV.4 Inspección física**

Durante los recorridos de inspección realizados los días 16 y 28 de abril del 2015; se observó que no fue aplicado el riego de liga para el tendido de primera capa de carpeta de concreto asfáltico del km 105+500 al km 105+400 y del km 95+000 al km 95+200, la supervisión mencionó que el procedimiento se ejecutó de esa manera derivado de la recomendación de la verificadora de calidad contratada por la SCT, por lo anterior, el Revisor Técnico sugirió en diversas ocasiones a la supervisión, identificar los subtramos ejecutados en los que no se aplicó el riego de liga con emulsión asfáltica ECI-60; cabe mencionar que al momento de realización del informe de cierre, no ha sido proporcionado al Revisor Técnico la relación de los subtramos en los que se omitió la aplicación de riego de liga en primera capa; la norma N.CTR.CAR.1.04.004 menciona que la aplicación de riego liga con emulsión asfáltica para pavimentos de carreteras nuevas puede omitirse, si la carpeta asfáltica que se construye encima tiene un espesor mayor o igual a 10 cm, es importante señalar que el Revisor Técnico ha dado seguimiento a los tramos identificados (ausencia de riego de liga) por el mismo en los recorridos realizados, mencionando que no se ha presentado desplazamiento de segunda capa de carpeta

concreto asfáltico, cabe mencionar que el Revisor Técnico desconoce si las secciones de los subtramos mencionados anteriormente fueron considerados para pago en las estimaciones, ya que personal de SCT no proporcionó el cuerpo de las mismas.

Se observó la ejecución de trabajos de colocación de defensa metálica de 3 crestas, se percibió que algunos postes y separadores se encontraban doblados, debido a que el procedimiento constructivo en el hincado se realizaba con marro sin poner calza de madera dañando, la empresa contratista realizó la reparación de dicho defecto, derivado de las observaciones efectuadas por el Revisor Técnico en las minutas del día 17 de julio de 2015 a la fecha, cabe mencionar que la instrucción de la corrección de dicho hallazgo, fue realizado de manera verbal al personal encargado de los trabajos en campo.

En los recorridos con fecha del 12 al 14 de agosto de 2015, se observó que el subtramo del km 107+100 al km 107+300 presentó deformaciones por desplazamiento de carpeta de concreto asfáltico en carril de baja, a consideración del Revisor Técnico esta problemática pudo deberse a alguna de las siguientes condiciones:

- El concreto asfáltico contenía exceso de asfalto.
- Falta del suministro de un riego de liga adecuado entre capas
- Estabilidad de la mezcla recientemente suministrada y por la acción de tráfico intenso producido por el tránsito de vehículos pesados que producen fuerzas tangenciales producto de las aceleraciones y frenados de vehículos, debido al desvío en el retén militar.

Derivado del recorrido de verificación de los trabajos (realizado el día 3 de septiembre de 2015), instruyó la corrección del hallazgo antes referido.

Se presentaron asentamientos por roderas permanentes de la carpeta asfáltica en el sentido longitudinal del km 112+000 al km 112+200, el Revisor Técnico considera que las causas probables del defecto antes mencionado son: carpeta mal compactada, baja estabilidad de la carpeta, consolidación de una o varias de las capas subyacentes.

## IV.5 Atrasos

El atraso que se presentó durante la ejecución de la obra fue bajo, este se debió principalmente al bajo rendimiento del personal y la maquinaria de la contratista, ya que no se dio seguimiento al programa de obra de manera que fueran optimizados los recursos con los que contaba la contratista de obra habilitados para los diferentes frentes de trabajo, asimismo, la contratista omitió habilitar los frentes y turnos necesarios para dar cumplimiento a la programación que se estableció, adicionalmente se realizaron trabajos adicionales en la zona del retén militar del km 108+260 al km 111+550, tales como:

- Aplicación de pintura termoplástica para señalamiento horizontal.
- Colocación de barrera de concreto tipo New Jersey.
- Cambio de carpeta de concreto asfáltico por carpeta de concreto hidráulico.

Se hace mención que las actividades anteriormente mencionadas se ejecutaron por instrucciones de la Residencia General de Carreteras Federales Delegación Sonora.

Se presentan un par de gráficas para revisar el atraso de la obra en cuestión (figuras 18 y 19).

Como se observa en la figura 20 el avance programado es del 100% ya que el periodo contractual concluyó el día 18 de julio del 2015, cabe señalar que al momento del corte el Revisor Técnico contaba únicamente con el borrador del convenio de modificatorio N° 2, con nueva fecha de terminación el día 18 de agosto del 2015.

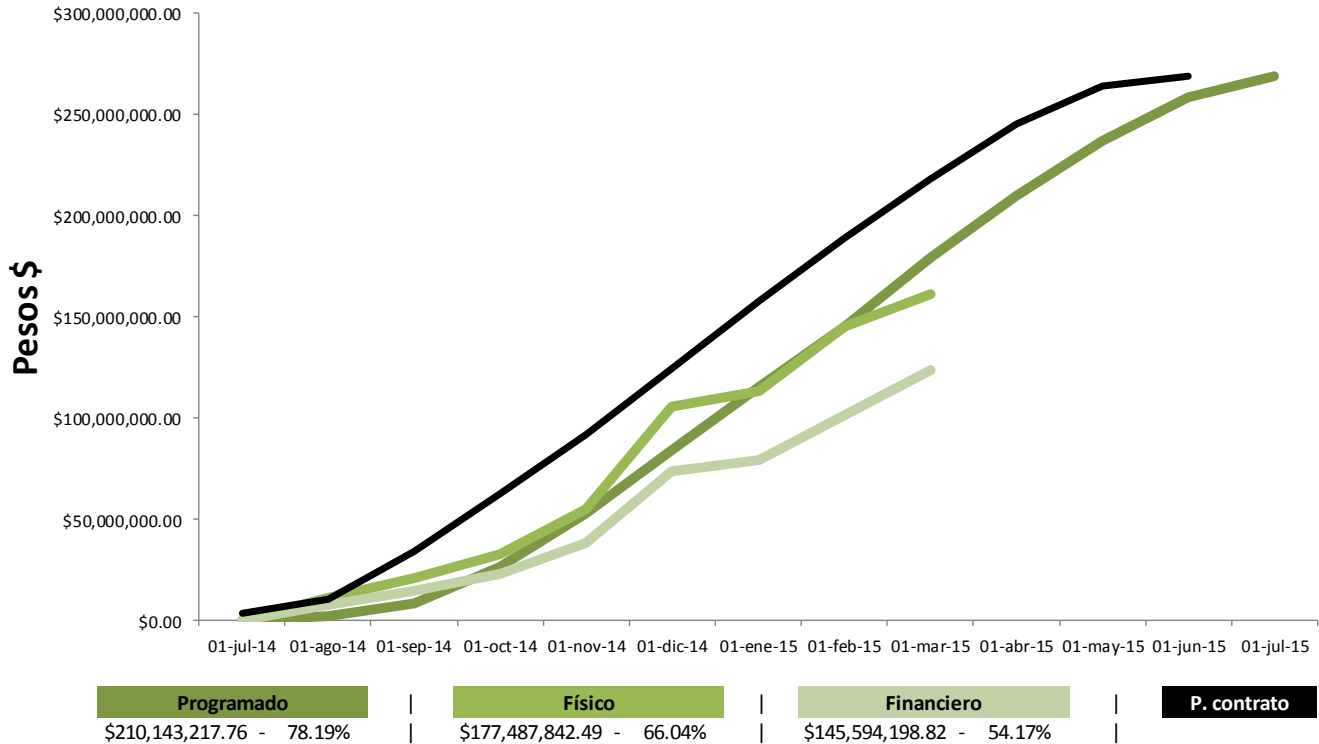
Durante la revisión técnica se observó que la empresa contratista ejecutó trabajos contratados posteriores a la fecha antes mencionada, cabe señalar que el avance financiero no alcanza el 100% derivado de que hasta donde tuvo conocimiento el Revisor Técnico no había sido formalizada el acta entrega-recepción de los trabajos y por ende la estimación de finiquito.

Es importante mencionar que el Revisor Técnico no contó con la información de avances programados, financiero y físico correspondientes a la supervisión, ya que el contrato de supervisión no depende directamente de la Residencia General de



Carreteras Delegación Sonora sino del área de Desarrollo Carretero de la SCT y por esta condición no han proporcionado dicha información aun cuando en reiteradas ocasiones fue solicitada.

### Gráfica de avance de obra



**Figura 18** Avance en la ejecución de los trabajos, corte al 30 de abril de 2015

## Gráfica de avance de obra

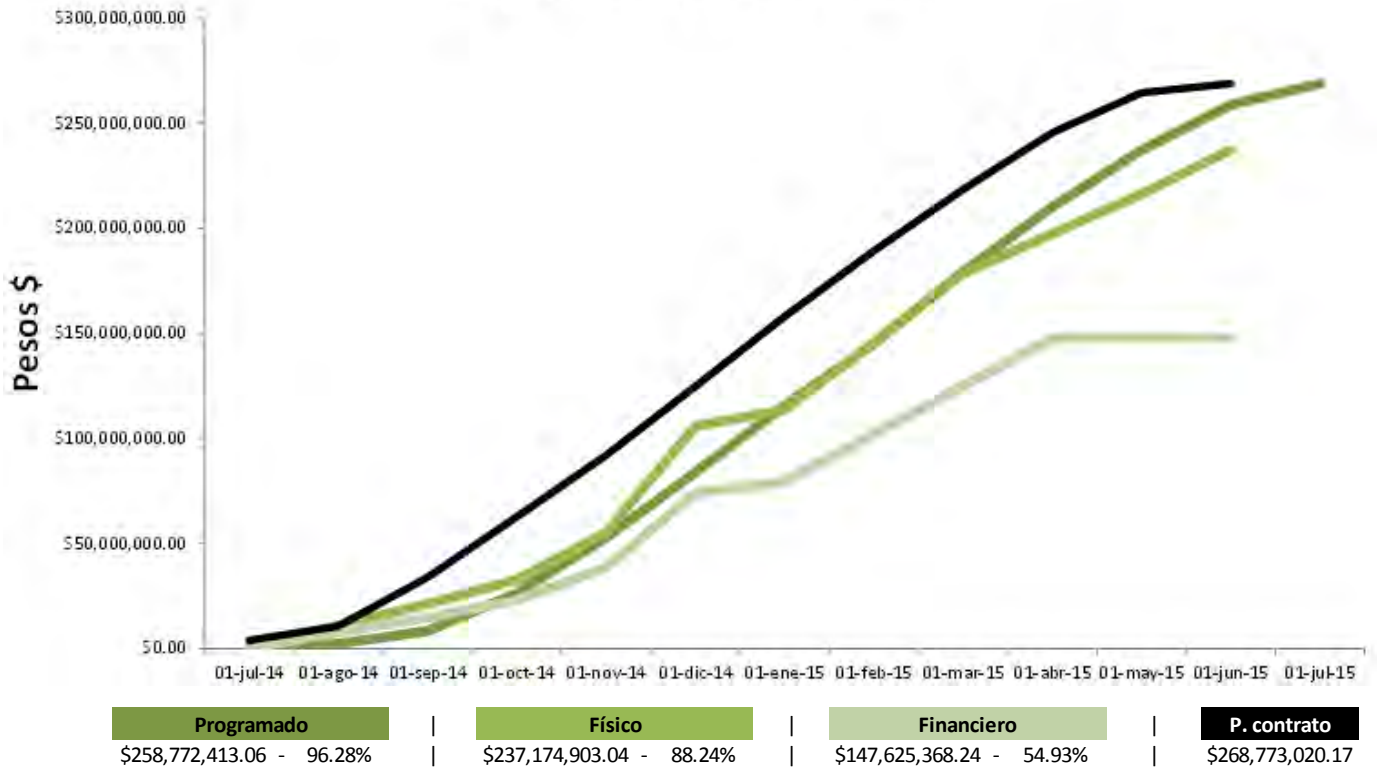


Figura 19 Avance en la ejecución de los trabajos, corte al 30 de junio de 2015

## Gráfica de avance de obra

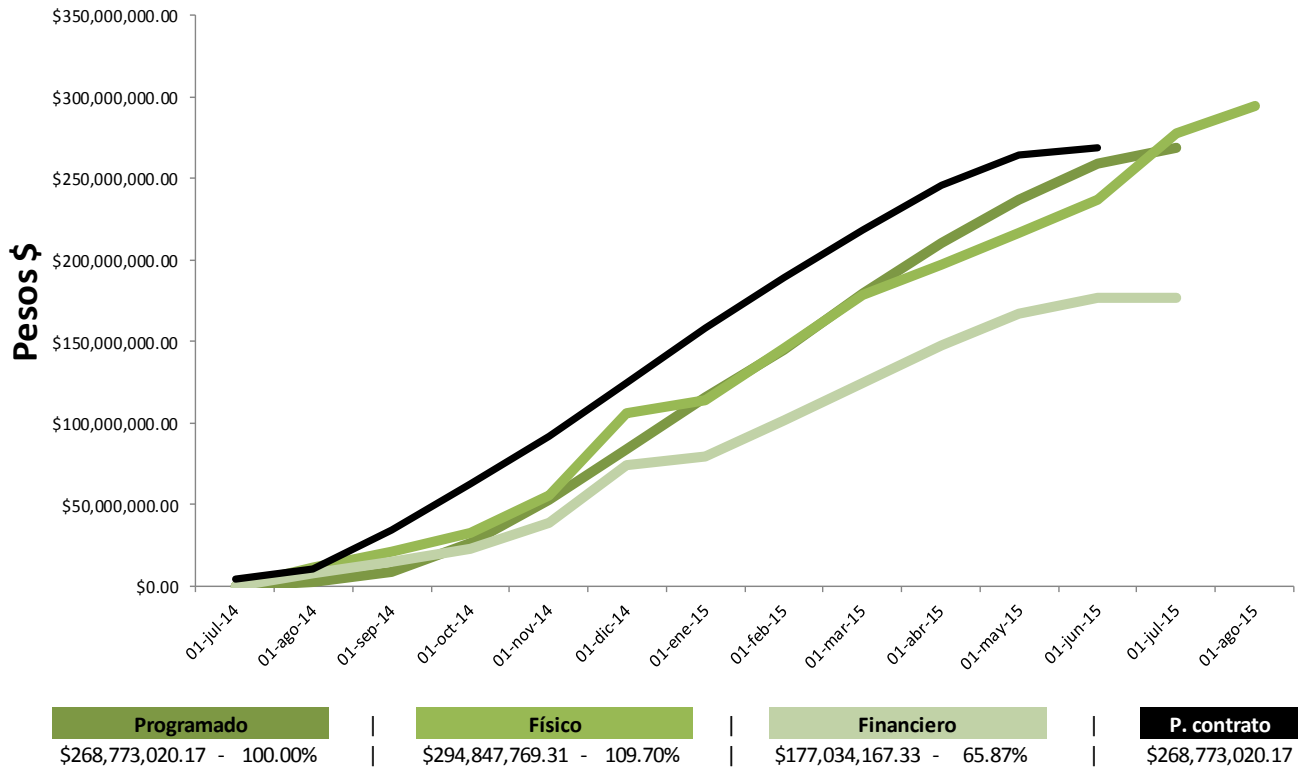


Figura 20 Avance en la ejecución de los trabajos, corte al 31 de julio de 2015

## IV.6 Bitácora

En la revisión técnica de la obra en cuestión, se registraron un total de 102 notas de Bitácora, se hace mención que el Revisor Técnico no cuenta con las notas de Bitácora correspondientes al cierre de la misma.

La elaboración de la Bitácora fue actualizada de conformidad a lo señalado en el RLOPySRM en los artículos 123, 125 y 126.

A continuación se en mencionan las notas más relevantes en el transcurso de la obra.

El día 9 de agosto de 2014 mediante la nota N° 1, se realizó la apertura de la Bitácora electrónica en la que participaron las siguientes personas:

- María José Valles Fernández, Ingeniero Civil, como Superintendente De Construcción, autorizado para firmar.
- Rogelio Franco Mada, Ingeniero Civil, como Residente de Obra por parte de la SCT, autorizado para firmar.

En la nota N° 4 de fecha 20 de septiembre de 2014, la Ing. María José Valles Flores, superintendente de construcción, registró que el día 26/06/2014 *“no se han iniciado los trabajos en la obra debido a que aún no se cuenta con el anticipo de la misma para la modernización y ampliación del tramo en cuestión”*.

En la nota N° 12 de fecha 20 de septiembre de 2014 de la Bitácora de obra el contratista, la Ing. María José Valles Flores, superintendente de construcción, asentó un reporte de actividades diarias, asentando lo siguiente: *“Con fecha de 19 de Julio del presente, se dan por iniciados los trabajos de ampliación del tramo en cuestión, derivado de que al día 18 de julio del presente fue depositado el anticipo de la obra”*.

En la nota N° 19 de fecha 20 de septiembre de 2014, el Ing. Rogelio Franco Mada residente de obra por parte de la SCT, mencionó lo siguiente: *“Se realiza Convenio de Diferimiento de Pago Extemporáneo de Anticipo, para formalizar el periodo de inicio*

*de los trabajos de ampliación del tramo en cuestión, esto debido a que el anticipo de la obra no fue depositado en la fecha pactada en el contrato”.*

En la nota N° 28 del 18 de octubre de 2014, realizada por la Ing. María José Valles Flores, superintendente de construcción, donde asentó lo siguiente: *“El día 17/09/2014 no se laboró en la obra, no se trabajó en terracerías ni colados debido a la presencia constante de lluvias las cuales se presentaron durante la tarde de ayer y todo el día de hoy”.*

En la nota N° 46, de fecha 1 de enero de 2015, el Ing. Rogelio Franco Mada residente de obra por parte de la Dependencia, describe lo siguiente: el contratista manifiesta lo siguiente: *“Derivado del incremento en el aforo vehicular por el periodo vacacional de fin de año informo a usted que deberá suspender toda actividad sobre la superficie de rodamiento a partir del 18 de diciembre y hasta el 5 de enero de 2015, por lo anterior le comunico que deberá tomar las consideraciones necesarias en la colocación y mantenimiento del señalamiento diurno y nocturno preventivo que garantice la seguridad del usuario, para que de esta manera se puedan evitar posibles percances que con el paso de los paisanos pudiera ser de fatales consecuencias, así mismo deberá proporcionar a esta Residencia el nombre y teléfono del personal que se quedara a cargo de la seguridad y el señalamiento de protección durante el periodo vacacional. No omito mencionar que la obra cuenta con los frentes suficientes para la continuación en la ejecución de los trabajos de terracerías, obras de drenaje y estructuras en las zonas de ampliación, que le darán continuidad a las actividades de la obra en el periodo antes señalado.”*

En la nota N° 63, de fecha 3 de marzo de 2015, el Ing. Rogelio Franco Mada residente de obra por parte de la Dependencia, asienta lo siguiente: *“Se informa a la Residencia la presencia de filtraciones en la zona de ampliación una vez que se iniciaron los trabajos de corte debido las rectificaciones que marca el proyecto. De la misma forma se observó que sobre el cuerpo existente ya existían filtros (rolodren y capas rompedoras de capilaridad de espesores desde 30 hasta 50 cm), que fueron colocados en el momento de su construcción lo que nos indica la presencia de agua en esa zona, por lo que en recorrido en conjunto con la empresa de supervisión, control de calidad de la empresa y verificadora se determinaron las zonas de*

*filtraciones en las cuales se deberá de colocar capa rompedora de capilaridad para evitar así filtraciones sobre la estructura y que pudiera dañar la construcción de la misma. Esta situación se encontró muy específica en las zonas de cortes del km 94+500 al km 98+000”.*

En la nota N° 64, de fecha 3 de marzo de 2015, el Ing. Rogelio Franco Mada, residente de obra por parte de la Dependencia, se asienta los siguiente: *“Me permito informar a usted, que mediante oficio 3.1.1-0189 de fecha de 19 de febrero del año en curso, el C. Director General Adjunto de Proyectos de la Dirección General de Carreteras autoriza la utilización de cemento asfáltico grado PG 76-22 en el tramo que nos ocupa. Por lo antes expuesto, me permito solicitarle a usted presente a esta Residencia de Obra el análisis del precio extraordinario de cemento asfáltico grado PG 76-22 para su revisión y autorización correspondiente”.*

En la nota N° 73, de fecha 20 abril de 2015, elaborada por el residente de obra por parte de la Dependencia, asienta los siguiente: *“Se hace la aclaración que deberá presentar un precio para el concepto de pilotes para su análisis, revisión y autorización, debido a la presencia de agua que se localizó en la estructura el Cornelio al momento de realizar los trabajos de cimentación”.*

En la nota N° 77, de fecha 21 de mayo de 2015, se presenta reporte diario elaborado por residente de obra por parte de la Dependencia el cual contiene la siguiente información: *“En respuesta a su oficio y nota de Bitácora número 63 donde solicita un procedimiento constructivo para solventar las filtraciones que se presentaron en el tramo del km 94+500 al km 98+000, informo a usted que mediante oficio N° 3.1.1-0404 de fecha 26 de marzo del presente año, la Dirección Adjunta de Proyectos evaluando el reporte fotográfico y las pruebas de laboratorio, propone la construcción de una capa con material de filtro con tamaño máximo de 3 mediante bandeado con espesor de 0.50 m mínimo para evitar la ascensión capilar y sobre éste se colocara un geotextil no tejido de polipropileno para evitar la migración de finos hacia la parte inferior del pedraplén. Por lo anterior se le solicita presentar los precios extraordinarios para el concepto de filtro con tamaño máximo de 3 y el geotextil para su análisis, revisión y autorización de estos conceptos”.*

En la nota N° 83, de fecha 2 de junio de 2015, se presenta reporte diario elaborado por residente de obra por parte de la Dependencia el cual contiene la siguiente información: *“Se tienen trabajos de tendido de losa en la zona del retén militar, tendido de carpeta asfáltica en la zona de desviación en primera capa, se continúan con los trabajos de arropes de taludes, colocación de señalamiento horizontal y vertical. Se tiene autorizados para pago los precios extraordinarios referentes a, pilotes de concreto en puente el Cornelio, losa de concreto hidráulico en zona de retén militar, filtro y geotextil en zonas de filtraciones presentes en el tramo”*.

En la nota N° 91, de fecha 30 de julio de 2015, el Ing. Rogelio Franco Mada residente de obra por parte de la SCT, redacta lo siguiente: *“Se hace la aclaración que deberá presentar un precio para el concepto de pintura termoplástica para su revisión y autorización, debido a que este concepto no se encuentra en el catálogo, y es requerido debido a la zona del retén militar cuya superficie de rodamiento es de concreto hidráulico. Así mismo deberá presentar un precio por concepto de barrera central de concreto para delimitar la zona del retén militar en toda la longitud donde se construyó la losa de concreto hidráulico, para separar los carriles de circulación en esta zona. De la misma manera deberá presentar una señal puente para su revisión y autorización antes de entrar a la zona del retén militar”*.

## **IV.7 Convenios**

Se autorizó el convenio modificadorio No 1, por diferimiento de los trabajos por pago extemporáneo de anticipo al contrato de obra pública No. 2014-26CE-A046-W-00-2014 sobre la base de precios unitarios y tiempo autorizado por la SCT, representada por el Ing. Francisco Javier Hernández Armenta, en su carácter de Director General del Centro SCT Sonora, por lo que se difirió un mes el plazo de ejecución de los trabajos, con nueva fecha de inicio de los trabajos el 19 de julio de 2014 y la nueva fecha de término el 18 de julio de 2015, manteniendo el monto original del contrato. Consecutivamente se autorizó el convenio modificadorio No.2 en tiempo y monto No. 2014-26-CE-A-046-W-01-2015, sin modificar las metas originales de concurso, respetando la naturaleza y características esenciales de la obra, modificando el

monto originalmente contratado en un 10.99% que representa la cantidad de \$29,530,453.36 resultando un nuevo importe de \$298,303,473.53 y una ampliación al plazo originalmente pactado en un 12.04% que representa la cantidad de 44 días naturales que sumados al plazo originalmente contratado resulta un total de 409 días naturales, estableciendo como nueva fecha de terminación el día 31 de agosto de 2015, derivado de trabajos adicionales ejecutados en la zona del retén militar del km 108+260 al km 111+550, tales como:

- Aplicación de pintura termoplástica para señalamiento horizontal.
- Colocación de barrera de concreto tipo New Jersey.
- Cambio de carpeta de concreto asfáltico por carpeta de concreto hidráulico.

Asimismo se autorizaron los siguientes precios extraordinarios:

#### **Filtro a base de una capa de material granular y geotextil no tejido.**

Con fecha del 17 de marzo de 2015, la contratista informó a la Residencia General de Carreras Delegación Sonora, la presencia de filtraciones en la zona de ampliación; de la misma forma se observó que sobre el cuerpo existente existían filtros (rolodren y capas rompedoras de capilaridad de espesores desde 30 hasta 50 cm), que fueron colocados durante la construcción de la vía, lo que indica la presencia de agua en esa zona.

Durante un recorrido en el que participaron personal de la empresa de supervisión, de control de calidad de la empresa y verificadora se determinaron las zonas de filtraciones en la cuales se debería de colocar capa rompedora de capilaridad para evitar filtraciones (zonas de cortes del km 94+500 al km 98+000) sobre la estructura que pudiera dañar la construcción de la misma; posteriormente la Residencia General de Carreteras Federales Delegación Sonora, se dirigió a la Dirección General de Carreteras mediante el oficio N° CSCT-725-66-103/15, con fecha de 20 de marzo de 2015, solicitando su intervención para el apoyo en el procedimiento constructivo más adecuado.

La Dirección General de Carreteras, el día de 26 de marzo de 2015 responde el oficio, proponiendo la construcción de una capa con material de filtro con tamaño máximo de 3", colocado mediante bandeado con tractor D-8, en un espesor de 0.50 m

mínimo para evitar la ascensión capilar y sobre éste se colocará un geotextil no tejido: de polipropileno de  $335 \text{ g/m}^2$  para evitar la migración de finos hacia la parte inferior del pedraplén; en el cuerpo de terraplén se deberá construir mediante un pedraplén con tamaño máximo de 5" colocado mediante bandeado con tractor D-8, con 4 pasadas por punto en superficie, subsiguiente de la capa de capa con material con tamaño máximo de 3".

Posteriormente la Residencia General de Carreteras Federales Delegación Sonora, mediante el oficio N° CSCT-725-66-142/15, con fecha de 21 de abril de 2015, anexa el análisis de dos precios unitarios, presentados por la empresa, siendo los siguientes:

- Geotextil no tejido de 339 g/cm, para evitar la migración de finos al filtro, a base de material granular TMA 3" a 3/8", PUOT, con un precio unitario conciliado de \$42.06 y volumen a pagar de 24, 405  $m^2$ .
- Formación de filtro a base de una capa de material granular con material tamaño máximo del agregado de 3" a 3/8" sin finos PUOT., con un precio unitario de \$316.63 y un volumen a pagar de 13,702.5  $m^3$ .

Los precios anteriores, fueron verificados por la Residencia de Obra, observándose que se encuentran bien estructurados; así mismo atendiendo la solicitud N° CSCT-725-66-142/1, la Residencia General de Carreteras Federales de la Delegación Sonora, con fecha de 30 de abril de 2015, realiza la autorización con base y fundamento en lo dispuesto en el artículo 107 del RLOPySRM

### **Cambio de asfalto grado PG70-22 a PG76-22**

Mediante el oficio N° CSCT-725-91BIS/2014, con fecha de 28 de octubre de 2014, la subdirección de obras Centro SCT Sonora, informa a la Dirección General de Servicios Técnicos, la instrucción de cambiar el tipo de asfalto grado PG70-22 por asfalto grado PG76-22, así mismo colocar de rodadura tipo SMS de 3 cm de espesor, cuya finalidad sería proteger contra los agentes del intemperismo y coadyuvar a la capacidad estructural del pavimento, posteriormente la Residencia General de Carreteras Federales, mediante el oficio N° CSCT-725-66-509/14, con fecha de 30 de octubre de 2014, informa a la Dirección General Adjunta de Proyectos, donde se recomienda cambiar el tipo de asfalto grado PG70-22 por PG82-22, para mejorar la resistencia a la deformación permanente por las altas temperaturas y por el



aumento de la carga vehicular.

Atendiendo a los oficios antes mencionados, la Dirección General Adjunta de Proyectos, mediante el oficio 3.1.1-0189 de fecha de 19 de febrero del año en curso, comunica que conforme a los resultados de las pruebas de laboratorio basadas en la Norma ASTM D4123, los módulos resilientes obtenidos de las muestras son en promedio superior a 3,000 MPa (30,000 kg/cm<sup>2</sup>), es decir, mayores a los 400 ksi correspondiente a la calidad establecida en diseño a través del coeficiente estructural  $\alpha_1$  de 0.4.

Bajo las consideraciones anteriores y toda vez que las pruebas mecánicas y funcionales permiten avalarlo, la Dirección General Adjunta de Proyectos autorizó la utilización del Cemento Asfáltico Grado PG76-22; posteriormente mediante el oficio N° CSCT-725-66-064/15, con de fecha de 24 de febrero de 2015, la Residencia General de Carreteras Federales anexa el análisis de un precio presentado por la contratista, mismo que a continuación se menciona:

- Cemento asfáltico PG- 76-22 empleado en carpeta asfáltica PUOT con precio unitario conciliado de \$13.60 con un volumen a pagar de 5,772,215 kg.

Con referencia a dichos precios, fueron revisados por la Residencia de Obra, observándose que se encuentran bien estructurados

### **Carpeta de concreto hidráulico**

Por medio del oficio N° CSCT-725-66-F-055/1 de fecha de 20 de abril de 2015, el Residente de obra por parte de la Dependencia informa a la Residencia General de Carreteras Federales, el análisis de un precio unitario fuera de concurso presentado por la empresa Gluyas Construcciones, S.A. de C.V., correspondiente a los trabajos de modernización y ampliación del tramo de referencia, dicho precio fue revisado y analizado por la Residencia de Obra, observándose que se encuentra bien estructurado, aprovechando auxiliares básicos, equipo y mano de obra de las matrices de precios unitarios de concurso, dicho precio consiste en:

- Carpeta de concreto hidráulico, losa de concreto hidráulico con módulo de ruptura a la flexión de 48 kg/cm.

En la modernización de la carretera federal N° 15 del Tramo Estación Don-Nogales en el km 108+300 al km 111+800 del tramo Hermosillo-Santa Ana, la subdirección de obras de la Residencia General de Carreteras consideró la construcción de un

cuerpo alternativo al cuerpo a modernizar con el fin de dar seguridad y comodidad al usuario, este proyecto se diseñó con una estructura a base de pavimento flexible con las mismas características de construcción del cuerpo a modernizar con lo cual se da una solución definitiva a la situación del punto de revisión, pero al observar el tipo de diseño de la estructura de pavimento se detectó que no sería la estructura adecuada, ya que por este cuerpo circula un importante volumen de vehículos de carga a baja velocidad que estarían efectuando paradas continuas y arranques, hasta alcanzar el punto de revisión y aunado a la zona climática del noroeste, siendo zona desértica, con frecuencia de temperaturas altas en la mayor parte del año, someterían a una exigencia considerable a la estructura de pavimento flexible que terminaría por ceder y presentar fallas, las cuales tendrían que estar reparando constantemente, generando un gasto extraordinario por mantenimiento mayor; observado lo anterior se autorizó a través de una modificación al proyecto original, mediante un proyecto adicional, modificando la estructura del pavimento flexible a una estructura de pavimento rígido a base de losa de concreto hidráulico con módulo de ruptura de  $48 \text{ kg/cm}^2$ , en una longitud de 3.5 km, con lo cual se beneficiará con un mínimo mantenimiento durante su vida útil proporcionando también rigidez para soportar cargas puntuales a la estructura debido a los vehículos de carga, adicionalmente este tipo de estructura no será afectada por las condiciones climáticas.

### **Pilotes colados de 1.20 m de diámetro**

Mediante el oficio N° CSCT-725-66-F-055-1/15, con fecha de 20 de abril de 2015, el residente de obra por parte de la Dependencia informa a la Residencia General de Carreteras Federales, el análisis de un precio unitario fuera de concurso, presentado por la empresa contratista, esto debido a que en el Puente el Cornelio contempla una subestructura a base de zapata y pilas de 1.20 m de diámetro, sin embargo por la situación que presenta la estratigrafía, que desciende muy pronunciadamente el caballete 1 al 3 y el nivel freático es muy superficial, fue necesario modificar en parte la subestructura, en las pilas central y el caballete 3 ya que no se encontró suelo firme para el desplante, dicho precio consiste en:

- Concreto de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  en pilotes colados en el lugar de 1.20 m de diámetro, dentro de una perforación previa empotrada en roca hasta 2.0 de

pilote, incluye: perforación con equipo especializado, suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo, PUOT, con un precio unitario conciliado de \$19,357.47, con un volumen a pagar de 99.50  $m^3$ .

Cabe señalar, que la Residencia de obra realizó la revisión del precio analizado, observándose que se encuentra bien estructurado.

## **IV.8 Seguridad e higiene**

Durante los recorridos de inspección, el Revisor Técnico, observó que fue recurrente referente al señalamiento preventivo y provisional de obra:

- En el área donde se realizaba el cambio de carril, se hizo uso de conos y postes delineadores del camino los cuales fueron colocados alternadamente;
- En el desvío tenía apagado el panel de flecha luminosa con el que se indicaría el sentido de la desviación;
- A lo largo del tramo se observaron señales ODP5 (caramelos) de distintas dimensiones y colores, conos colocados a una distancia que oscilaba entre los 30 y 50 metros en promedio;
- Se observaron bastantes señales en mal estado físico además de estar maltratadas;
- Las señales tenían una película reflejante de baja reflexión, además de encontrarse muy sucias;
- Las señales ODP5 (caramelos) se observaron que estaban colocadas a diferente altura;
- Se observaron señales restrictivas combinadas con las de obra;
- Se identificaron señales ODP5 (caramelos) con distintos colores, así como de distinta inclinación.

En su momento, el Revisor Técnico realizó la recomendación a la Residencia obra por parte de la Dependencia y a la supervisión instruir a la empresa ejecutora apegarse a la norma NOM-086-SCT2-2004, donde se hace referencia al señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.

En algunos subtramos el Revisor Técnico observó materiales contaminantes como son:

- Papel periódico
- Cartón de empaques
- Envolturas de plástico
- Pedacería de madera
- Restos de material de construcción
- Sobrantes de carpeta de concreto asfáltico

En su momento, el Revisor Técnico recomendó a la supervisión para que a su vez instruya a la contratista a realizar la limpieza del tramo en cumplimiento con lo estipulado en los alcances del contrato de obra.

## **IV.9 Calidad de los materiales**

La contratista, de acuerdo con los resultados de control de calidad que de manera intermitente proporcionó la Residencia de conservación, utilizó para la producción y aplicación de la mezcla asfáltica el control de calidad descrito en el Protocolo AMAAC PA-MA-02/2008 “Control de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa de alto desempeño”. De manera general la contratista realizó las principales pruebas, determinaciones y trabajos correspondientes realizar a un laboratorio de campo en la construcción de carreteras, estas pruebas son a título enunciativo más no limitativo son las siguientes:

Pruebas de proyecto:

Al cierre de este informe no se cuenta con el diseño autorizado por parte de la SCT de la mezcla asfáltica y análisis estadístico de control de calidad.

Control durante la construcción:

De manera general la contratista realizó las siguientes pruebas a los materiales de Carpeta asfáltica con cemento PG 76-22:

Granulometría del pétreo en las mezclas por lavado. Contenido de asfalto con respecto a la mezclas. Contenido de asfalto con respecto al agregado. Control de temperatura a la salida de la planta, en el tendido y al iniciar la compactación. Peso específico y estabilidad Marshall de probetas elaboradas en obra. VAM (vacíos en el agregado mineral). Gravedad específica teórica máxima de la mezcla suelta, Gmm Gravedad específica bruta de la mezcla suelta, Gmb TSR AASHTO T 283.

Pruebas en las capas construidas:

Permeabilidad. Compactación %. Espesores. Peso específico de la capa.

Pruebas emulsión asfáltica ECR-60 y ECI-60.

Contenido de cemento asfáltico en masa % mínimo. Viscosidad, Saybolt Furol 50 °C; mínimo. Asentamiento en 5 días; diferencia en % máximo. Retenido en la malla No. 20 en la prueba del tamiz % máximo. Pasa malla N° 20 y se retiene en malla No. 60 en la prueba del tamiz, % máx.

Carga eléctrica de las partículas. Índice de ruptura; del residuo de la destilación. Viscosidad dinámica a 60°C. Penetración a 25°C. Solubilidad % min. Ductilidad a 25°C.

Pruebas de al asfalto grado PG 76 -22.

En el cemento asfáltico original-. Punto de inflamación Cleveland °C, min. Viscosidad dinámica a 135°C, Pa:s (P) máximo.- Módulo reológico de corte dinámico ( $G^*/sen$ ) Kpa, min-. Temperatura de pruebas @10 rad/s, °C.-

Después de la prueba de la película delgada y aire de horno: Pérdida por calentamiento; % máx. Módulo reológico de corte dinámico ( $G^*/sen$ ) Kpa, min.

Después del envejecimiento en vasija de presión temperatura y aire

Temperatura de envejecimiento Pav, °C. En climas normales. En climas desérticos. Rigidización ( $G^*/sen$ ) Kpa, máx.

Personal de la contratista encargada de la supervisión, proporcionó resultados del laboratorio de los trabajos ejecutados del mes agosto 2014 (estimación N° 02) a Diciembre 2014 (estimación No. 06) y del mes de abril 2015 (estimación N° 10), mismos que fueron elaborados por personal de la contratista de obra y que son resultado de las pruebas de calidad de los materiales que se emplearon en los trabajos en terracerías de las diferentes capas, conformación de carpeta de concreto asfáltico de alto desempeño, a continuación se enlistan los ensayos que fueron proporcionados.

Informe de temperaturas y tendido de mezcla asfáltica. Ensayes de mezcla asfáltica de granulometría densa. Informes de riegos de impregnación. Informes de riegos de liga. Reportes de porcentajes de compactación.

Posterior al análisis de los resultados de las pruebas básicas de calidad de los materiales pétreos, del cemento asfáltico y emulsión asfáltica empleadas, obtenidos

al ensayar las diferentes muestras en términos generales, son aceptables de acuerdo con lo solicitado en las especificaciones particulares y generales, más adelante se describen las pruebas y valores obtenidos.

Se presentaron estudios de calidad de carpeta de concreto asfáltico de alto desempeño, realizando pruebas de granulometría (ASTM C-136-06) tamaño máximo nominal de 19.00 mm (3/4"), también propiedades físicas de los materiales densidad del agregado grueso, densidad del agregado fino, absorción del agregado grueso, absorción del agregado fino, desgaste Los Ángeles, forma de la partícula equivalente de arena, desgaste micro-deval azul de metileno, angularidad del agregado fino partículas, caras fracturadas peso volumétrico, estabilidad, vacíos, VAM y contenido de asfalto.

Así mismo, personal del control de calidad de la empresa contratista de obra elaboró estudios de calidad de terraplenes, subyacente, subrasante base hidráulica, base estabilizada con cemento portland, realizando pruebas de granulometría, densidad, absorción, equivalente de arena, desgaste Los Ángeles, forma de la partícula, % de partículas trituradas, valor relativo de soporte, peso específico, suelto, peso específico máximo, humedad óptima, expansión, grado de compactación, límite líquido. Índice plástico

Adicionalmente la empresa contratista realizó los siguientes ensayos de materiales:

Compactación de base hidráulica. Compactación de carpeta asfáltica. Riego de liga para carpeta asfáltica. Tendido de carpeta asfáltica en dos capas de 5 cm.

Como resultado de las pruebas practicadas al cemento asfáltico y a la emulsión asfáltica de impregnación y de liga respectivamente, se observa que se cumple con las características requeridas en las especificaciones y alcances del contrato.

Así mismo, personal del control de calidad de la empresa contratista de obra ejecutó ensayos para el estudio de calidad del concreto hidráulico en la construcción de zapatas, muros, aleros, zampeados y losas de diversas obras de drenaje, una vez analizados los reportes se observa que se cumple con las características requeridas en las especificaciones y alcances del contrato.

Los parámetros analizados en las mezclas de carpeta de concreto asfáltico de alto desempeño, presentan los siguientes resultados:

Densidad material grueso; valor obtenidos: de 2.47 a 2.51 (valor de referencia: 2.30 mín). Densidad material grueso; valor obtenidos: de 2.43 a 2.47 (valor de referencia: 2.30 mín). Desgaste.- valores obtenidos: de 20 a 25% (valor de referencia: 30% máx).

Equivalente de arena.- valores obtenidos: de 21 a 64% (valor de referencia: 50% máx). Forma de la partícula: valores obtenidos: de 9.50 a 13.70% (valor de referencia: 15% máx). VAM.- valores obtenidos: de 14.90 a 16.70% (valor de referencia: 13% min). Vacíos.- valores obtenidos: de 4.02 a 4.07% (valor de referencia: de 4.00%). Contenido de asfalto de la mezcla valores obtenidos: de 6.50 a 6.53% (valor de referencia: 6.50% máx). Contenido de asfalto con respecto al agregado valores obtenidos: de 6.95 a 6.99% (valor de referencia: 6.95% máx). Granulometría: cumple con los rangos especificados en el 100% de los casos.

Una vez analizados los resultados de laboratorio que fueron proporcionados al Revisor Técnico, se observa que algunos valores como el equivalente de arena está por encima del límite máximo, cabe señalar que las deficiencias de calidad, puede deberse a la presencia de finos perjudiciales en la mezcla, lo cual puede repercutir en la vida útil y el comportamiento de la mezcla; respecto al contenido de cemento asfáltico pudiera generar exudación de cemento asfáltico o deformaciones prematuras; aun cuando se presentaron algunas deficiencias no se puede afirmar que fue una constante ya que no ha sido recibido el complemento del control de calidad realizado por la contratista de obra y/o los resultados obtenidos por la unidad verificadora. Nota: para el contenido óptimo de asfalto, la desviación máxima permisible con respecto al diseño es de  $\pm 0.3\%$  con respecto al peso de la mezcla.

Los parámetros analizados en subrasante, presentan los siguientes resultados

Límite líquido valor obtenido: de 30 (valor de referencia: 40 máx). Índice plástico valor obtenido: de 10.5 (valor de referencia: 12 máx). Expansión valor obtenido de 1.90 (valor de referencia: 2% máx). VRS valor obtenido: de 29 (valor de referencia: 20% min).

Los parámetros obtenidos de las pruebas realizadas al material utilizado para la conformación de la subrasante, presentan índices que muestran el cumplimiento de lo solicitado en las especificaciones particulares y alcances del contrato.

Del análisis de los resultados obtenidos al ensayar las diferentes muestras de materiales empleados en terracerías y carpetas asfálticas, así como en la calidad del cemento asfáltico y emulsión asfáltica empleadas, en términos generales son aceptables de acuerdo con lo solicitado en las especificaciones particulares y generales.

Los parámetros analizados en subyacente, presentan los siguientes resultados Límite líquido valor obtenido: de 43.00 (valor de referencia: 50 máx). Índice plástico valor

obtenido: de 7.60 (valor de referencia: 12 máx). Expansión valor obtenido: de 1.5 (valor de referencia: 3% máx). VRS valor obtenidos: de 39 (valor de referencia: 10% min).

Los parámetros analizados en terraplén, presentan los siguientes resultados Limite liquido valor obtenido: de 21.00 (valor de referencia: 50 máx). Índice plástico valor obtenido de 6.20 (valor de referencia: 12 máx). Expansión valor obtenido de 1.3% (valor de referencia: 3% máx).

VRS valor obtenidos: de 42% (valor de referencia: 5% min).

De acuerdo con los resultados de control de calidad realizados por la constructora resalta lo siguiente:

Es importante señalar, que no se encontró evidencia documental de los siguientes parámetros:

Recomendación AMAAC RA01/2008 susceptibilidad a la humedad y a la deformación permanente por rodera de una mezcla asfáltica tendida y compactada, por medio del analizador de la rueda cargada de Hamburgo (HWT) dentro de la información entregada por la residencia de obra.

Certificado de origen de los materiales de cemento asfaltico PG 76-22, emulsión asfáltica ECR-60 para riego de liga, emulsión asfáltica ECI-60 riego de liga, cemento portland utilizado en base estabilizada y de los diversos concretos.

Diseños de las diversos concretos utilizados

Diseño de mezclas asfálticas de granulometría densa de alto desempeño Protocolo AMAAC PA-MA 01/2008. No se encontró evidencia documental de los análisis estadísticos

Hasta el último recorrido de inspección realizado por el Revisor Técnico, se observó que personal de la contratista realizaba la corrección en tramos aislados que presentaban asentamiento por roderas del km 112+000 al km 112+200, lo cual será verificado por la supervisión antes de proceder al inicio del proceso de cierre de obra.



## **IV.10 Estimaciones, retenciones y penas convencionales**

La figura 16 corresponde a las estimaciones de obra, cabe señalar que fueron elaboradas con la información contenida en el concentrado de estimaciones proporcionado por la Residencia General de Carreteras Federales Delegación Sonora ya que el Revisor Técnico, no contó con copia de la misma, de acuerdo con la supervisión, el finiquito se encuentra en proceso de elaboración, derivado de lo anterior, una vez que sea proporcionada la información correspondiente será actualizado el SIG.

Cabe mencionar que hubo un anticipo por \$80,631,906.05, por este motivo en cada estimación ingresada por la contratista se aplicaba una retención del 30% por concepto de amortización, por esta razón el importe total reflejado en la tabla anterior es de \$188,141,114.12, al integrar la amortización y lo estimado se presenta un importe total ejecutado de \$268,773,020.17.

Personal de la Residencia General de Carreteras Delegación Sonora y personal de la supervisión, no proporcionó información del estatus, monto y retenciones de las estimaciones ingresadas por la empresa encargada de los servicios de supervisión, ya que de acuerdo con lo comentado, el contrato de supervisión no depende directamente de la Residencia General de Carreteras Delegación Sonora sino del área de Desarrollo Carretero de la SCT y por esta condición no han proporcionado dicha información aun cuando en reiteradas ocasiones se solicitó dicha información.

<b>No. Estimación</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Periodo ejecución</b>	01-31 ju1-14	01-31 ago-14	01-30 sep -14	01-31 oct -14
<b>Monto</b>	\$0	\$11,174,750.66	\$10,030,282.63	\$11,475,720.43
<b>Amortización</b>		\$3,352,425.20	\$3,009,084.79	\$3,442,716.13
<b>Retenciones</b>		\$0	\$0	\$124,547.64
<b>Penalizaciones</b>				
<b>Devolución de retención ant.</b>		\$0	\$0	\$0
<b>Importe</b>	\$0	\$7,822,325.46	\$7,021,197.84	\$8,033,004.30
<b>Programado acum.</b>	\$134,590.40	\$2,371,584.96	\$8,380,006.29	\$26,421,004.82
<b>Estimado acum.</b>	\$0	\$7,822,325.46	\$14,843,523.30	\$22,876,527.60
<b>Diferencia</b>	\$134,590.40	\$5,450,741.50	\$6,468,517.01	-\$3,544,477.22

<b>No. Estimación</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Periodo ejecución</b>	01-30 nov-14	01-31 dic-14	01-31 ene-15	01-30 feb-15
<b>Monto</b>	\$22,526,228.14	\$50,512,243.42	\$7,862,814.70	\$32,012,158.83
<b>Amortización</b>	\$6,757,868.44	\$15,153,673.03	\$2,358,844.41	\$9,603,647.65
<b>Retenciones</b>	\$0	\$0	\$98,489.12 0	\$0
<b>Penalizaciones</b>				
<b>Devolución de retención ant.</b>	\$0	\$0	\$0	\$98,489.12
<b>Importe</b>	\$15,768,359.70	\$35,358,570.39	\$5,405,481.17	\$22,507,000.30
<b>Programado acum.</b>	\$52,726,040.56	\$83,889,550.95	\$115,551,822.42	\$145,127,021.59
<b>Estimado acum.</b>	\$38,644,887.30	\$74,003,457.69	\$79,408,938.86	\$101,915,939.16
<b>Diferencia</b>	-\$14,081,153.26	-\$9,886,093.26	-\$36,142,883.56	-\$43,211,082.43

<b>No. Estimación</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Periodo ejecución</b>	01-31 mar-15	01-30 abr-15	16-31 may-15	01-30 jun-15
<b>Monto</b>	\$32,829,979.83	\$32,469,204.57	\$28,255,808.51	\$14,147,858.93
<b>Amortización</b>	\$9,848,993.95	\$9,740,761.37	\$8,476,742.55	\$4,244,357.68
<b>Retenciones</b>	\$39,498.30	\$0	\$0	\$273,768.12
<b>Penalizaciones</b>				
<b>Devolución de retención ant.</b>	\$0	\$39,498.30	\$0	\$0
<b>Importe</b>	\$22,941,487.58	\$22,767,941.50	\$19,779,065.96	\$9,629,733.13
<b>Programado acum.</b>	\$179,214,144.54	\$210,143,217.76	\$237,267,976.40	\$258,772,413.06
<b>Estimado acum.</b>	\$124,857,426.74	\$147,625,368.24	\$167,404,434.20	\$177,034,167.33
<b>Diferencia</b>	-\$54,356,717.8	\$62,517,849.52	\$69,863,542.20	\$81,738,245.73

<b>No. Estimación</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Periodo ejecución</b>	01-31 jul-15			
<b>Monto</b>	\$15,475,969.52			
<b>Amortización</b>	\$4,642,790.85			
<b>Retenciones</b>	\$0			
<b>Penalizaciones</b>				
<b>Devolución de retención ant.</b>	\$273,768.12			
<b>Importe</b>	\$11,106,946.79			
<b>Programado acum.</b>	\$268,773,020.17			
<b>Estimado acum.</b>	\$188,141,114.12			
<b>Diferencia</b>	\$80,631,906.05			

**Figura 21** Tabla de estimaciones de obra

## V. Conclusiones

Con la realización de la presente tesis se cumple el objetivo que me trace que es de definir el propósito del servicio del Revisor Técnico el cual consiste en verificar y monitorear los procedimientos de contratación de obra pública y de supervisión, asimismo de la ejecución de los trabajos de rehabilitación, mantenimiento y modernización (inicio-cierre), en este caso de la obra modernización y ampliación de la carretera federal N° 15 Estación Don-Nogales, tramo Hermosillo-Santa Ana, del km 83+000 al km 120+000 cuerpo derecho "A", en el estado de Sonora.

En conclusión los beneficios que se obtienen con los servicios del Revisor Técnico son:

- Establecimiento de criterios de revisión y evaluación que afecten de manera considerable y directamente la solvencia técnica y/o económica de las proposiciones presentadas.
- Aplicación de manera uniforme de mismos criterios por cada evaluador.
- Transparentar los procesos de contratación al dejar soportado el fallo.
- Información oportuna y suficiente para la toma de decisiones relacionada con los asuntos de la obra, que requieren un seguimiento y atención expedita, para evitar un impacto negativo en calidad, tiempo y costo de la inversión.
- Mantener informado a Banobras sobre el avance de los trabajos para que tenga un punto de comparación con la información que le proporcionan los entes ejecutores del gasto (CAPUFE y SCT) y brindarle seguridad de que los recursos pagados correspondan a trabajos realmente ejecutados.
- Retroalimentación a Banobras en sus procesos de licitación y seguimientos de las mejores prácticas, respecto a la experiencia obtenida en la verificación y seguimiento de los trabajos a cargo de CAPUFE y SCT.

Asimismo, el servicio de revisión técnica tiene algunas limitaciones como son:

- Dependencia del flujo de información por parte de SCT/CAPUFE y supervisión (estimaciones, Bitácora de obra y supervisión, avances semanales, avances mensuales, convenios, entre otros).

- Realización de solo dos recorridos mensuales al sitio de los trabajos.
- Verificación de los trabajos solo a nivel visual.

Otra limitación que me encontré en la realización de la tesis fue el flujo de información por parte de la supervisión debido a que el contrato de esta no depende directamente de la Residencia General de Carreteras Delegación Sonora sino del área de Desarrollo Carretero de la SCT.

Debido a que el servicio de revisión técnica es nuevo, personal de las dependencias (SCT/CAPUFE), así como las supervisiones externas, en algunos casos, no proporcionan información acerca de la obra, lo que reduce los alcances del Revisor Técnico.

Es importante mencionar que, en la medida que CAPUFE/SCT realice proyectos apegados a las condiciones reales, se evitarán modificaciones sustanciales al momento ejecución de los procedimientos constructivos, lo anterior con la finalidad de evitar el trámite precios extraordinarios y adecuación de volúmenes, que se verán reflejados en encarecimiento y ampliación del tiempo de los proyectos.

En la medida que el gobierno federal destine más obras al servicio de revisión técnica se podrá tener un mayor campo de evaluación, y así se podrán tomar mejores decisiones al recurso que se designa a las obras de infraestructura carretera.

## Bibliografía

SCT; Manual de Proyecto Geométrico; 2016; Clasificaciones de carreteras.

link:([http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGRH/html\\_spc/formatos/manual\\_de\\_proyecto\\_geometrico\\_SCT.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGRH/html_spc/formatos/manual_de_proyecto_geometrico_SCT.pdf)), fecha 8 de octubre de 2016.

Mendoza Díaz, Alberto; Abarca Pérez, Emilio, Mayoral Grajeda, Emilio Francisco; Quintero Pereda, Francisco Luis; Recomendaciones de actualización de algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras; Publicación Técnica No 244 Sanfandila, Qro, 2004, Clasificación de carreteras, fecha 8 de octubre de 2016. Definición de vía férrea.

Link:<http://viasferreasirvinr.blogspot.mx/2010/01/via-ferrea.html>, información obtenida el 8 de octubre de 2016.

PEMEX, Guía de aprendizaje de la Ley de obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, 2016; definición de Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

link:[http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_Ley\\_Obras\\_Publicas\\_SRM.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_Ley_Obras_Publicas_SRM.pdf); 8 de Octubre de 2016. Definición de Ingeniero Civil

link:[http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/ingenieriaCivil/ingCivil\\_Desc.php](http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/ingenieriaCivil/ingCivil_Desc.php), información obtenida el 8 de octubre 2016

SCT, Conceptos que forman un proyecto ejecutivo de carreteras, Versión No. 5.0, Octubre 2011. Planeación de una vía terrestre.

link:[http://www.sct.gob.mx/fileadmin/subseInfraestructura/conceptos\\_de\\_carreteras.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/subseInfraestructura/conceptos_de_carreteras.pdf), 8 de octubre de 2016

Agudelo Ospina, John Jairo, Diseño Geométrico De Vías, Tesis Universidad Nacional de Colombia, 2002.

Palacios Ramírez, Emilio Alfonso, Presentación Construcción de carreteras, información obtenida el 2016. Construcción de una carretera.

link:<http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/construccion-de-carreteras>, 8 de octubre de 2016.

Secretaria de Información Legislativa, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, información obtenida en el año 2016, definición de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

link:<http://sil.gobernacion.gob.mx/Glosario/definicionpop.php?ID=54>, 8 de octubre de 2016

Alferez Uribe, Fabián, El papel del ingeniero independiente en la construcción de carreteras: caso particular del subtramo entronque autopista León-Aguascalientes km 82+319 al entronque Desperdicio II de la carretera Zapotlanejo-Lagos de Moreno km 118+905, en el estado de Jalisco, México, Tesis UNAM, 2015.

Gobierno de la República; Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

SCT; Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018

Que es una carretera. Revista ARQHYS.com, 8 de octubre de 2016, link:<http://www.arqhys.com/blog/que-es-una-carretera.html>

Bitácora de obra pública, número de licitación LO-009000999-T219-2014.

Documentos confidenciales del contrato 2014-26-CE-A-046-W-00-2014.