



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS ARAGÓN"**

**"CONCEPTOS BÁSICOS DE CONSERVACIÓN Y
ADMINISTRACIÓN DE PUENTES"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A:
MANUEL BARRIOS ALMAZAN**

ASESOR: ING. T. ADOLFO ALMAZAN JARAMILLO

SAN JUAN DE ARAGÓN, MÉXICO

FEBRERO 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 esta 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.



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**MANUEL BARRIOS ALMAZÁN
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 3 de abril del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. T. ADOLFO ALMAZÁN JARAMILLO pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "CONCEPTOS BÁSICOS DE CONSERVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PUENTES", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 23 de abril del 2001
DIRECTOR INTERINO

ARQ. y D.I. CARLOS CHÁVEZ AGUILERA



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
- C p Asesor de Tesis.

CCHA/AIR/vr

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AGRADECIMIENTOS

Gracias, primero que nada a Dios por darme la oportunidad de vivir y gozar todo lo que tengo.

Gracias a mis Padres, Esteban Barrios y Lucila Almazán por todo el apoyo, paciencia, esfuerzo y sacrificio que han tenido conmigo.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México Campus Aragón, que fue como un hogar, lugar donde recibí los conocimientos y experiencias tanto de Profesores, Compañeros y Amigos.

Gracias de manera muy especial al Ing. Trinidad Adolfo Almazán Jaramillo por su aportación, dirección, dedicación y revisión para hacer posible el presente trabajo.

Gracias a mis Abuelos, Tíos, Primos y a todas las personas que me apoyaron durante todas las etapas de mi formación profesional directa e indirectamente.

Gracias a Karina por su apoyo incondicional y motivación para realizar la Tesis.

Manuel Barrios Almazán

San Juan de Aragón, Diciembre / 2001

PAGINACION DESCONTINUA

**CONCEPTOS BÁSICOS
DE CONSERVACIÓN Y
ADMINISTRACIÓN DE
PUENTES**

MANUEL BARRIOS ALMAZÁN

CONTENIDO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN..... | (1) |
| CAPITULO I.- MARCO LEGAL | (16) |
| I.1.- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS..... | (16) |
| I.2.- LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL..... | (17) |
| I.3.- REGLAMENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VÍA DE LAS CARRETERAS FEDERALES Y ZONAS ALEDAÑAS..... | (22) |
| I.4.- REGLAMENTO INTERIOR DE LA SCT..... | (22) |
| CAPITULO II.- MARCO TÉCNICO | (23) |
| II.1.- MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS..... | (23) |
| II.2.- MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS..... | (23) |
| II.3.- MANUAL DE FORESTACIÓN..... | (24) |
| II.4.- NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES | (24) |
| II.5.- NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES..... | (24) |
| II.6.- NORMAS PARA MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS... (24) | (24) |
| CAPITULO III.- CAUSAS Y MECANISMOS DE DETERIORO..... | (25) |
| III.1.- ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE PUENTES CARRETEROS ... (26) | (26) |
| III.2.- PISOS..... | (30) |
| III.3.- SUPERFICIES DE RODAMIENTO..... | (34) |
| III.4.- SISTEMAS DE DRENAJE DEL PISO..... | (38) |
| III.5.- GUARNICIONES, BANQUETAS Y PARAPETOS..... | (39) |
| III.6.- SISTEMAS DE JUNTA EN PUENTES..... | (50) |
| III.7.- SISTEMAS DE SUPERESTRUCTURA | (54) |
| III.8.- SISTEMAS DE SUBESTRUCTURAS..... | (59) |
| III.9.- LECHO Y MÁRGENES | (63) |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| CAPITULO IV.- INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES..... | (65) |
| IV.1.- INSPECCIÓN DE PUENTES | (65) |
| IV.2.- REGISTROS..... | (76) |
| IV.3.- CLASIFICACIONES DE PUENTES | (83) |
| IV.4.- CARGAS | (87) |
| IV.5.- INSPECCIÓN DE PUENTES ATIRANTADOS..... | (90) |
| IV.6.- EVALUACIÓN..... | (99) |
| CAPITULO V.- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE PUENTES..... | (103) |
| V.1.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE POSTCONSTRUCCION | (107) |
| V.2.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN RUTINARIA | (108) |
| V.3.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA | (109) |
| V.4.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN.. | (111) |
| V.5.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE AMPLIACIONES | (112) |
| CAPITULO VI.- SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE PUENTES | (114) |
| VI.1.- ORGANIZACIÓN CENTRAL | (119) |
| VI.2.- ORGANIZACIÓN DE CAMPO | (120) |
| VI.3.- CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN | (129) |
| VI.4.- SISTEMAS DE CÓMPUTO..... | (133) |
| VI.5.- DATOS GENERALES | (134) |
| VI.6.- DATOS GEOMÉTRICOS..... | (139) |
| VI.7.- DATOS SOBRE LA ESTRUCTURA..... | (143) |
| VI.8.- DATOS DE OPERACIÓN | (148) |
| VI.9.- DATOS DE LA INSPECCIÓN DE EVALUACIÓN | (149) |
| VI.10.- DATOS SOBRE LA CONDICIÓN DEL PUENTE | (155) |
| VI.11.- DATOS DE PRUEBAS ESPECIALES | (157) |

| | |
|-------------------|-------|
| ANEXOS A..... | (158) |
| ANEXO B..... | (161) |
| FORMATOS..... | (163) |
| ANEXO C..... | (189) |
| CONCLUSIONES..... | (191) |
| BIBLIOGRAFÍA..... | (195) |

PROLOGO

Este trabajo de tesis surge de la necesidad de hacer una revisión general de la condición actual de los puentes, debido a que actualmente, circulan cargas mayores a las de proyecto por la red nacional; ocasionando que las funciones estructurales se vean afectadas y se requiera de una supervisión constante para su conservación.

Además es de vital importancia para el país el traslado de personas y mercancías, a los centros de producción económica y centros de consumo, México cuenta con una extensa red de transportes aéreos, marítimos y terrestres. Esta última, esta formada por la red nacional de carreteras. Por lo tanto conservar el buen estado del funcionamiento vial es de suma importancia, ya que permite alcanzar los grandes objetivos fijados en los planes de desarrollo y que se traduce en última instancia en elevar la calidad de vida de los habitantes.

El objetivo general de la tesis es exponer y analizar las etapas de la conservación de puentes carreteros (supervisión, evaluación y mantenimiento), con la finalidad de proponer una guía práctica, analizando los recursos para la inspección, los métodos de evaluación y los procedimientos de mantenimiento, en el proceso de la conservación de puentes carreteros en México.

I N T R O D U C C I Ó N

Los puentes son estructuras de madera, piedra, ladrillo, concreto simple, concreto armado o fierro estructural que se utiliza para que una vía de comunicación pueda salvar un río, una depresión de terreno u otra vía de comunicación. Entre los primeros puentes podemos citar los "naturales", como por ejemplo, el tronco de un árbol caído, después tenemos los hechos por los egipcios, los romanos construyeron muchos puentes de madera y grandes arcos de mampostería.

Los puentes, propiamente dichos, son estructuras de más de seis metros de largo y que no llevan colchón de tierra sobre ellos, la estructura de un puente esta formada por la superestructura, la subestructura y la infraestructura. La superestructura puede estar formada de diferentes maneras, así por ejemplo, de piso de madera sobre largueros de madera, losa de concreto armado sobre traveses de fierro estructural, losa de concreto armado con nervaduras de fierro estructural, arcos de mampostería o de concreto, arcos metálicos, armaduras de fierro, colgantes, levadizos, basculantes, giratorios, etc.

La subestructura puede ser de caballetes de madera, caballetes de concreto armado, pilas y estribos de mampostería, torres metálicas sobre pedestales de concreto armado y pilas y estribos de concreto armado. La infraestructura puede estar constituida de pedestales de mampostería o de concreto, pilotes, cilindros de fricción, etc. Los puentes por su uso pueden ser divididos en puentes para caminos, ferrocarriles, mixtos, canales y para peatones; según su duración pueden ser provisionales y definitivos; por su condición en fijos, móviles y desmontables; por la forma de efectuar el cruce en normal y diagonal; si los puentes cruzan otra vía de comunicación pueden ser de paso superior o de paso inferior.

Al desarrollarse la tecnología del concreto reforzado, empezaron a construirse estructuras complejas con este material. Al principio, únicamente losas planas de 10 m de claro máximo y, posteriormente, losas sobre varias nervaduras hasta de 15 m de claro. Para claros mayores se seguía recurriendo al acero estructural. Sin embargo, pronto se observó que el concreto era un material mucho más económico que el acero, porque se fabricaba al pie de la obra con elementos locales.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes fue pionera en México en la instalación de laboratorios para el control de calidad de los materiales de la construcción y para la implantación de las normas correspondientes. El desarrollo de esta tecnología permitió obtener concretos de mayor resistencia y de mayor confiabilidad.

Lo anterior, favoreció la construcción de grandes puentes de concreto reforzado, como el arco del puente Belisario Domínguez, que vino a sustituir el puente colgante sobre el río Grijalva, en Chiapas, en el año de 1954. Por otra parte, la aplicación del concreto reforzado en los puentes comunes de claros pequeños y modernos, se hizo, prácticamente, general. Al observarse la gran influencia que los moldes tenían en el precio unitario del concreto surgió la superestructura de solo dos nervios, innovación nacional respecto a la práctica de la época.

Aunque la idea del concreto presforzado es muy antigua, no pudo materializarse en las obras de ingeniería civil mientras no se desarrollaron los concretos y aceros de alta resistencia que, por una parte, permitían la aplicación de grandes fuerzas externas y, por la otra, reducían las pérdidas que esas fuerzas experimentaban, como consecuencia de las deformaciones diferidas. La aplicación del concreto presforzado a los puentes se da, por primera vez, en Europa, al término de la segunda guerra mundial y se ve impulsada en ese continente, por la necesidad de reconstruir numerosos puentes destruidos por la guerra.

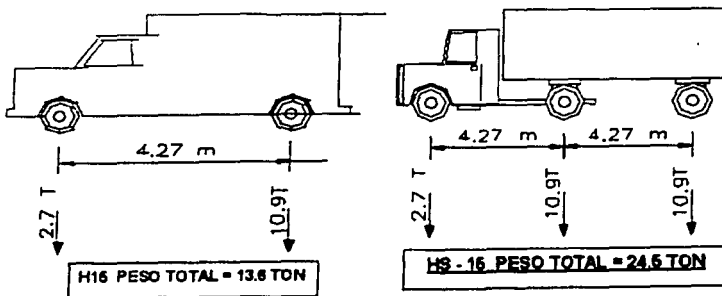
En México, la aplicación de esa nueva tecnología fue relativamente temprana. El puente Zaragoza, sobre el río Santa Catarina, en la ciudad de Monterrey fue el primer puente de concreto presforzado del continente americano, construido en 1953 bajo la dirección exclusiva de ingenieros mexicanos, que idearon un sistema original para el sistema de anclaje de los cables de preesfuerzo y comprobaron la validez de sus cálculos con la realización de una prueba de carga sobre una viga de escala natural.

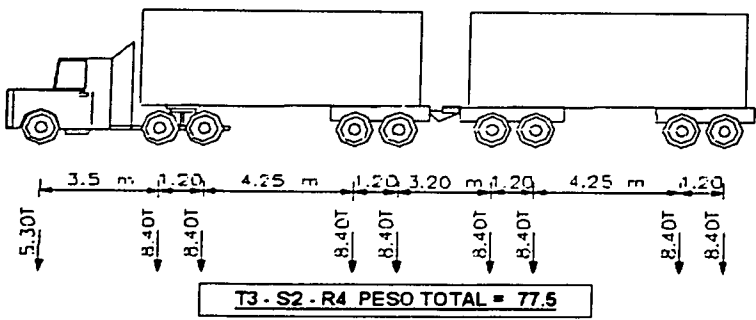
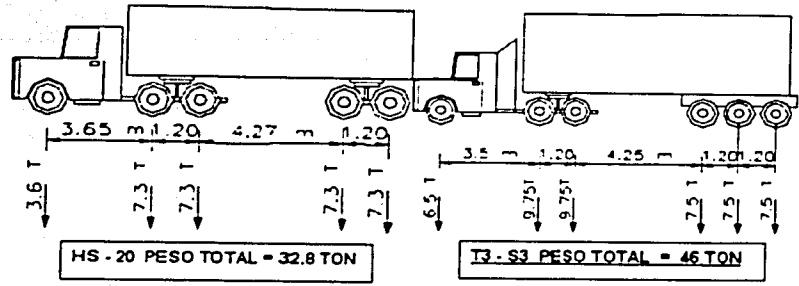
Pocos años después, en 1957, se construyó el puente sobre el río Tuxpan, en el acceso al puerto del mismo nombre, en el estado de Veracruz que constituye otra primicia de la ingeniería mexicana en el continente americano, ya que fue la primera obra de este lado del océano en que se aplicó el sistema de dovelas en doble voladizo. El puente tiene claros de 92 m y es de tipo Gerber, con articulaciones metálicas al centro de los claros.

La infraestructura de un país y su desarrollo constituyen la plataforma más importante para su crecimiento económico. En este contexto la infraestructura que permite la comunicación por vía terrestre, se ha convertido en un elemento de gran trascendencia de integración nacional, al permitir el desplazamiento de su población a lo largo del territorio nacional y al poner en contacto a productores, distribuidores y consumidores para hacer realidad la actividad económica.

En la actualidad, el sistema carretero nacional alcanza los 240 000 Km de longitud, de los que destacan por su importancia 46 000 Km, que conforman la Red Federal Carretera. Dentro de este sistema, se cuenta con 6 500, puentes, con mas de 6 m y que en total conforman aproximadamente 200 Km. En cuanto a las cargas de diseño, como el 70% de los puentes fueron construidos antes de 1970, se proyectaron, por lo mismo, para un vehículo tipo (H-15) con peso de 13.6 Ton. y carga máxima para un eje de 10.9 Ton.

De 1950 a 1960, el vehículo de diseño fue el HS-15 de 24.5 Ton. con una descarga máxima por eje de 10.9 Ton. y, a partir de 1970, se adopto un incremento en el peso del vehículo tipo (HS-20), para llegar a una carga total de 32.8 Ton. con una descarga máxima por eje de 14.6 Ton. A partir de 1980, cargas como la T3-S3, con un peso total de 46 Ton. y otras de mayores pesos están circulando por nuestra red nacional, de tal manera que la normatividad vigente al peso y otras dimensiones de los vehículos, permita mayor carga en los ejes tandem que en el 66% de los reglamentos del ámbito mundial y en los tres ejes nuestro reglamento permite mas carga que el 52% de todos los reglamentos del mundo. Pero es más notable en la doble combinación vehicular compuesta por tractor, semiremolque y remolque (T3-S2-R4) de 77.5 Ton. de peso y descarga máxima por eje de 18 Ton. , en la que se supera el 96% de los países.





**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Los puentes representan la más alta inversión unitaria de todos los elementos del sistema de caminos. Cualquier defecto en la estructura no únicamente representa una reducción en la inversión, sino lo más importante, presenta el mayor riesgo dentro de todas las posibles fallas del camino para alterar el bienestar de la comunidad y la pérdida de vidas.

Un beneficio adicional es la comprensión del funcionamiento de las diversas partes componentes que integran las estructuras carreteras y el papel que estas partes individuales juegan para proporcionar capacidad de carga. Esta comprensión de la importancia de los miembros estructurales individuales para tomar las cargas del puente, tendrá una relación considerable con la naturaleza y urgencia de los procedimientos de mantenimiento y reparación que se desarrollen.

Se puede definir el término conservación de estructuras como: el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que una obra se mantenga con las características funcionales, resistentes e incluso estéticas con las que fue proyectada y construida. Y se puede dividir este conjunto de operaciones y trabajos en tres fases. Inspección, Evaluación y Mantenimiento.

Sus objetivos fundamentales son:

1. - Garantizar que el mantenimiento de los puentes de la red puentera se lleve a cabo de una manera optima.
2. - Jerarquizar las necesidades de los proyectos de rehabilitación y de la ejecución de las obras.
3. - Realizar la optimización de los presupuestos anuales.
4. - Ejecutar proyecciones de los requerimientos de presupuesto para un periodo de 5 años.
5. - Optimizar los criterios de evaluación para que los proyectos de reparación de los puentes sean lo mas próspero posible.

El presente trabajo tendrá como propósito el de desarrollar un marco común de referencia para ser utilizado en la descripción del mantenimiento y reparación de las estructuras de los caminos.

Cargas en las Estructuras

A.- Carga Muerta:

La carga muerta sobre una estructura es el peso de cualquier accesorio permanente que este soportado por la estructura. Esta es una carga fija que permanece en su posición durante la vida de la estructura, a menos que sea eliminada, también pudiera ser incrementada. Algunos ejemplos son:

1. - Superficie de Rodamiento
2. - Pisos Estructurales
3. - Miembros Estructurales
4. - Guarniciones y Banquetas
5. - Tubos o Conductos de Servicio

B.- Carga Viva:

La carga viva sobre una estructura incluye todas las cargas o fuerzas debidas a tránsito vehicular o peatonal, el cual actúa sobre la estructura. Las cargas de caminos utilizadas para establecer la calificación de inventario y de operación serán las cargas estándar AASHTO "H" o "HS" o uno de los tres tipos de vehículo convencional típico, descritos en el "Manual para inspección del Mantenimiento de Puentes", AASHTO 1974, o las cargas locales máximas del Estado.

C.- Impacto:

Esto es una fracción igual a un porcentaje calculado de la carga viva, el cual se agrega a esta en una estructura para tener en cuenta los efectos vibratorio y dinámico de las cargas del tránsito.

D.- Viento:

La carga del viento es una fracción por el efecto del viento actuando contra la estructura y la carga viva. Esta carga se calcula sobre la base de un número dado en Kg / cm² dependiendo de la velocidad del viento, que actúa contra la superficie vertical expuesta del puente.

E.- Fuerzas Longitudinales:

Estas representan una fracción por el efecto de las fuerzas originadas por el tránsito que se mueve a través del puente. Estas fuerzas actúan longitudinalmente, por ejemplo, paralelas a la línea del eje del puente y generalmente se consideran equivalentes el 5 % del valor de la carga viva.

F.- Fuerzas por Temperatura:

Esta es una fuerza aplicada a la estructura, debido a la variación de la temperatura. Aunque existen otros factores de cargas que aquellos mencionados anteriormente, las cargas citadas pueden considerarse como los factores principales que influyen en el proyecto de una estructura típica para camino.

La decisión final en cuanto a las cargas y / o las combinaciones de cargas aplicadas a una estructura particular es la responsabilidad del ingeniero proyectista y será tomada después de un cuidadoso y completo análisis estructural.

Elementos del Piso

A.- Superficie de Rodamiento:

La superficie de rodamiento proporciona el piso para el tránsito de los vehículos y se coloca sobre la cara superior de la losa estructural. Existen también superficies de rodamiento coladas integralmente con la losa estructural. Cuando se utiliza esta técnica se le llama como piso monolítico. La superficie de rodamiento puede ser de concreto asfáltico o concreto de cemento Portland y se considera que no proporcionan capacidad de carga.

B.- Piso Estructural:

El piso estructural o losa, proporciona la capacidad portante de carga del sistema de cubierta.

Los sistemas de piso estructural típicos son:

1. - Concreto Reforzado
2. - Placas de Acero (pisos ortotropicos) con capas de rodamiento delgadas superpuestas.
3. - Rejillas de Acero (abiertas o rellenas con concreto)
4. - Tablones de Madera
5. - Trabes Cajón de Concreto Presforzado

C.- Banquetas:

Las banquetas se colocan en las estructuras donde el tránsito de peatones justifique su uso. De otra manera, se recomiendan generalmente banquetas de seguridad.

Las banquetas típicas son:

1. - Concreto Reforzado
2. - Placas de Acero
3. - Tablones de Madera

D.- Guarniciones:

Las guarniciones se prevén en conjunto con las banquetas o las banquetas de seguridad. Las guarniciones pueden constituirse de concreto reforzado, granito prelabrado, madera o placas de acero.

E.- Parapetos:

Los parapetos se colocan a todo lo largo de los bordes extremos del sistema de piso y proporcionan para el tránsito y los peatones. Existe una amplia variedad de materiales y formas de parapetos.

Algunos de los más comunes son:

1. - Sistemas de rieles metálicos múltiples
2. - Trabes Cajón
3. - Trabes W
4. - Concreto Reforzado
5. - Madera

Elementos de la Superestructura

A.- Trabes Laminadas:

Las trabes laminadas se utilizan para claros cortos, las trabes se obtienen del taller de laminación como una unidad integral compuesta de dos patines y un alma. Los patines resisten el momento flexionante y el alma el cortante.

B.- Trabe Compuesta armada:

Este tipo de miembro estructural se utiliza para longitudes de claro intermedias que no requieran una armadura y si necesitan un miembro mayor que una trabe laminada. Los elementos básicos de una trabe compuesta un alma a la cual los patines son remachados o soldados en los extremos superior e inferior.

C.- Trabes de Concreto:

Las trabes de concreto están generalmente reforzadas en la zona de esfuerzos de tensión, ya sea resultantes de flexión, cortante o combinación de esto producido por cargas transversales, son por proyecto tomadas por el acero de refuerzo. El concreto toma únicamente compresión, es generalmente de forma rectangular o T, con sus dimensiones de peralte mayores que su ancho.

D.- Armaduras:

Las armaduras es un típico de sistema estructural, el cual debido a sus características, proporciona capacidades de cargas altas y puede ser utilizado en claros de mayor longitud que las traves laminadas y las traves compuestas (de placas). La armadura funciona básicamente de la misma manera que una trabe laminada o una trabe compuesta para resistir las cargas, las cuerdas superior o inferior actúan como patines de las traves y los miembros diagonales como el alma. Los elementos típicos de sistemas estructurales que son utilizados para estructuras carreteras están ilustrados como sigue: (Estos tipos de armadura pueden ser utilizados como "Paso a través" o "Paso Superior".

1. - Cuerda:

En una armadura, los miembros longitudinales superiores o interiores que se prolongan en toda la longitud se denominan cuerdas. La porción superior se denomina cuerda superior y la correspondiente a la porción inferior se denominada cuerda inferior. Para un tramo simplemente apoyado, la cuerda superior estará siempre en compresión y la cuerda inferior estará siempre en tensión y se considerara como miembros estructurales principales.

2. - Diagonales:

Los tramos de miembros de alma diagonales entre cuerdas superior e inferior sucesivas resistirán tensión o compresión dependiendo de la configuración de la armadura. La mayor parte de las diagonales son también miembros estructurales principales y su falla podría usualmente ser crítica y volver a la armadura insegura.

3. - Montantes:

Miembros de alma verticales entre las cuerdas superiores e inferiores, los cuales resistirán esfuerzos de tensión o compresión dependiendo de la configuración de la armadura. La mayor parte de las verticales son también miembros estructurales principales y su falla puede ser generalmente crítica y colocar a la estructura en condiciones de inseguridad.

4. - Nudo:

El punto de intersección de un miembro de alma principal y uno de la cuerda de una armadura.

5. - Arriostramiento del Portal:

El arriostramiento del portal se encuentra en la parte superior en los extremos de una armadura de paso a través y proporciona estabilidad lateral y transferencia de cortante entre armaduras.

6. - Arriostramiento Transversal:

Los puntales transversales son miembros estructurales secundarios que atraviesan de lado a lado entre armaduras en nudos interiores y proporcionan estabilidad lateral y transferencia de cortante entre armaduras.

7. - Arriostramiento Lateral Superior:

Los puntales laterales superiores están situados en el plano de la cuerda superior y proporcionan estabilidad lateral entre las dos armaduras y resistencia a los esfuerzos por viento.

8. - Arriostramiento Lateral Inferior:

Los puntales laterales inferiores están situados en el plano de la cuerda inferior y proporcionan estabilidad lateral y resistencia a los esfuerzos por viento.

9. - Pieza de Puente:

La pieza de puente atraviesa de lado a lado entre armaduras en los nudos y transmite las cargas de los largueros del piso y el sistema de piso a las armaduras.

10. - Largueros:

Los largueros atraviesan de lado a lado entre piezas de puente y proporcionan el apoyo principal para el sistema de piso. La carga del piso es transmitida a los largueros y a través de los largueros a las piezas de puente y de estas a las armaduras.

11. - Placas de Unión:

Estas placas conectan los miembros estructurales de una armadura. En armaduras antiguas se utilizan pernos en lugar de estas.

Típos de Claro

A.- Libremente Apoyados:

Este es el más común, consiste de una trabe diferente para cada tramo y esta apoyada en un extremo en un pasador o articulación (apoyo fijo) y en el otro sobre un rodillo (apoyo móvil).

B.- Tramos Continuos:

Es el caso en el cual la superestructura es continua sobre uno o más apoyos. Las ventajas principales de este tipo de construcción son la reducción del peralte de la superestructura y la reducción del número de juntas del piso y una mayor reserva de resistencia.

C.- Tramos en Cantiliver:

Este tipo de proyecto proporciona algunas de las ventajas de los tramos continuos. La diferencia viene siendo que una o varias articulaciones son colocadas en la trabe para simplificar su proyecto y construcción.

D.- Trabes Compuestas:

Miembros Estructurales Compuestos están compuestos de dos o más materiales de construcción.

Una trabe compuesta tiene conectores para cortantes soldados al patin superior y cuando el piso es colado sobre la trabe, esta y el piso trabajan como una unidad para resistir las cargas.

E.- Apoyos:

Los apoyos transmiten la carga de la superestructura a la subestructura. Ellos también se diseñan para movimientos longitudinales debidos a dilatación y contracción y movimientos de rotación debidos a la deflexión. Los apoyos del puente son de vital importancia para el funcionamiento de la estructura. Si ellos no conservan una buena disposición de trabajo, puede inducirse esfuerzos a la estructura que pueden acortar la vida útil del puente.

Elementos de la Subestructura

A.- Estribos:

Una estructura individual la cual soporta el extremo de un tramo simple o el extremo final de una superestructura de varios claros y generalmente retiene o soporta el terraplén de acceso.

1. - Estribo Recto: Estribo al pie del terraplén, un estribo asentado cerca de la parte superior de un terraplén o talud y que tiene una altura relativamente pequeña. Frecuentemente esta apoyado sobre pilotes hincados a través del terraplén o del terreno natural, los estribos pueden también estar cimentados sobre relleno de grava, el terraplén o el mismo terreno natural.

2. - Estribo de Altura Total: Estribo de Hombro, un estribo en cantiliver que se prolonga desde la rasante del camino bajo hasta aquella del camino de arriba, usualmente se asienta fuera del hombro. Esto puede ser sobre pilotes o en cimientos por ampliación de base de diseño abierto o cerrado.

B.- Pilas:

Las pilas de puente transmiten la carga de la superestructura al material de cimentación y proporcionan apoyos intermedios entre los estribos.

C.- Pilotes:

Los pilotes se utilizan para transmitir las cargas del puente al material de cimentación cuando las condiciones del suelo no son convenientes para recibir la carga por superficie. Los tipos de pilote típicos son:

1. - Pilotes de Acero en H
2. - Madera
3. - Pilotes de Concreto (Colados en sitio o precolados)
4. - Tubo relleno de concreto o Pilotes con cuerpo de pared delgada

Varios

A.- Gálibos:

Gálibos se refieren a las distancias mínimas que proporciona el puente para el paso del tránsito.

B.- Bombeo (Contra flecha):

Es una curvatura inicial, generalmente hacia arriba, construida es una trabe, trabe compuesta o armadura para eliminar efectos geométricos desagradables, columpios y trampas de agua sobre la superficie del puente y permitir curvas verticales o pendientes transversales en la sección del camino.

C.- Refuerzo para Concreto:

El concreto no puede resistir esfuerzos de tensión y por consiguiente se refuerza con varillas de acero o alambre. Se utilizan generalmente para refuerzo de concreto, dos tipos:

1. - Varillas Corrugadas para refuerzo principal
2. - Malla de alambre para áreas de esfuerzos bajos, por ejemplo, esfuerzos por temperatura.

D.- Soldaduras:

El soldado es un método de conservar dos metales juntos por la fusión del metal en las juntas uniéndolos con un material de aportación de una varilla de soldadura. Cuando se enfría el metal de soldadura y el metal base forman una junta continua y casi homogénea.

E.- Pernos de Alta Resistencia:

Estos pernos desarrollan una fuerza de fijación elevada cuando se aprietan a muy alta tensión. Durante los últimos 15 años, el perno de alta resistencia A325 ha llegado a ser el principal fijador en el campo de acero estructural. Las especificaciones designan para un perno estructural hexagonal pesado, una tuerca hexagonal semi-terminada pesada y ya sea una o dos roldanas, pueden requerirse roldanas biseladas.

F.- Fatiga:

Este término se aplica al fenómeno por el cual un miembro estructural, sujeto a esfuerzos alternados de tensión y compresión debidos a las cargas móviles en el puente, tiene su vida útil reducida. Una grieta, muy frecuentemente pequeña se desarrollara y crecerá gradualmente sobre el miembro, con lo cual decrecerá su capacidad de carga hasta un punto peligroso en el cual existe la posibilidad de falla súbita.

G.- Juntas de Dilatación:

Estas son juntas colocadas en la superficie de rodamiento del puente y en el piso mismo, para permitir el movimiento longitudinal de los miembros estructurales debidos a cambios en la temperatura. Ellas previenen el agrietamiento en la superficie de rodamiento y en el piso.

H.- Drenes:

Estos están situados a lo largo de la línea de guarnición y proporcionan el drenaje del piso.

I.- Bajadas para Desagüe:

Quando no es conveniente permitir que el agua de los drenes caiga libremente, esta se elimina con el uso de tubos.

Inventario

La operación inicial en el mantenimiento de puentes y una de las más importantes, es tener un registro exacto y completo de cada puente en el sistema carretero. Estos sistemas pueden variar desde un sistema de tarjeta manual sencillo, conteniendo la localización básica y datos tipo, hasta un archivo de datos automatizados que contenga los datos históricos completos, como los materiales que se utilizaron en cada elemento del puente y su procedencia.

Inspección

La función principal del programa de mantenimiento de puentes es la de conservar los puentes en condiciones que proporcionen seguridad y un flujo de tránsito ininterrumpido. La protección de la inversión en la estructura se facilita a través de reparaciones bien programadas, esta subordinada únicamente a la seguridad del tránsito y a la estructura misma. Para alcanzar los resultados deseados se requiere de vigilancia y procedimiento de inspección cuidadosos.

Es sabido que cada zona del país tiene ciertas condiciones geográficas, las cuales imponen el énfasis de una inspección especial. Aquellas estructuras sobre los depósitos aluviales de las corrientes, sujetas al golpeo del agua de las crecientes, requieren una inspección frecuente de su cimentación, mientras que aquellas zonas de fuertes nevadas están sujetas a un problema de piso especial.

Las estructuras expuestas a la acción periódica de aguas saladas requieren un enfoque diferente a aquellas sujetas a contaminantes de humo industrial. El procedimiento de inspección, si se utiliza para establecer las prioridades de reparación, será cuidadoso de subrayar que detenoro se encuentra en los miembros principales, secundarios y miembros redundantes, debido a la falla de un miembro principal generalmente resulta en un colapso inmediato de la estructura, esto se convierte en la prioridad mayor de una organización de mantenimiento.

CAPITULO I.- MARCO LEGAL

Dentro del marco legal se identifican los ordenamientos que regulan la conservación y administración de puentes, destacando entre ellos los siguientes:

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

REGLAMENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VÍA DE LAS CARRETERAS FEDERALES Y ZONAS ALEDAÑAS

REGLAMENTO INTERIOR DE LA SCT

Entre las disposiciones relevantes de cada uno de ellos pueden citarse:

I.1.- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Art. 25. - "...El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución".

Art. 27. - "...La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;..."

Art. 73. - "El congreso tiene facultad:

XVII.- Para dictar leyes sobre vías generales de comunicación,...

I.2.- LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

Art. 1o. - "La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación..."

Art. 2o. - "Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

I. Caminos o carreteras:

- a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.
- b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y
- c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios."

V. Puentes:

a) Nacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión o permiso federales por particulares, estados y municipios en los caminos federales, o vías generales de comunicación; o para salvar obstáculos topográficos sin conectar con caminos de un país vecino,.... y"

b) Internacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios sobre las corrientes o vías generales de comunicación que formen parte de las líneas divisorias internacionales."

Art. 5o. - "Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de auto transporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal, las siguientes atribuciones:

III. Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;

IV. Vigilar, verificar e inspeccionar los caminos y puentes, los servicios de auto transporte y sus servicios auxiliares;...

V. Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;...

VI. Expedir las normas oficiales mexicanas de caminos y puentes..."

Art. 6o. - Se requiere permiso de concesión para construir, operar, explotar, conservar y mantener los caminos y puentes federales.

Art. 8o. - "Se requiere permiso otorgado por la Secretaría para:

*IX. La construcción, modificación o ampliación de las obras en el derecho de vía;...

Art. 13. - "La Secretaría podrá autorizar, dentro de un plazo de 60 días naturales, contado a partir de la presentación de la solicitud, la cesión de los derechos y obligaciones establecidos en las concesiones o permisos, siempre que estos hubieran estado vigentes por un lapso no menor a 3 años; que el cedente haya cumplido con todas sus obligaciones; y que el cesionario reúna los mismos requisitos que se tuvieron en cuenta para el otorgamiento de la concesión o permiso respectivos.

Art. 14. - En ningún caso se podrá ceder, hipotecar, ni en manera alguna gravar o enajenar la concesión o el permiso, los derechos en ellos conferidos, los caminos, puentes, los servicios de auto transporte y sus servicios auxiliares, así como los bienes afectos a los mismos, a ningún Gobierno o Estado extranjeros.

Art. 15. - El título de concesión, según sea el caso, deberá contener, entre otros:

III. Las características de construcción y las condiciones de conservación y operación de la vía.

VII. El monto del fondo de reserva destinado a la conservación y mantenimiento de la vía.

Art. 16. - Las concesiones terminan por:

VII. Las causas previstas en el título respectivo.

Art. 17. - "Las concesiones y permisos se podrán revocar por cualquiera de las causas siguientes:

I. No cumplir, sin causa justificada, con el objeto, obligaciones o condiciones de las concesiones y permisos en los términos establecidos en ellos;

II. Interrumpir el concesionario la operación de la vía total o parcialmente, sin causa justificada;

XIII. Incumplir reiteradamente cualquiera de las obligaciones o condiciones establecidas en esta ley o en sus reglamentos; y

XIV. Las demás previstas en la concesión o el permiso respectivo.

Art. 22. - "Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes..."

Art. 23. - No podrán ejecutarse trabajos de construcción o reconstrucción en los caminos y puentes concesionados, sin la previa aprobación por la Secretaría, de los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse. Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo precedente, los trabajos de urgencia y de mantenimiento que sean necesarios para la conservación y buen funcionamiento del camino concesionado. Para los trabajos de urgencia, la Secretaría indicará los lineamientos para su realización. Una vez pasada la urgencia, será obligación del concesionario la realización de los trabajos definitivos que se ajustarán a las condiciones del proyecto aprobado por la Secretaría.

Art. 24. - "Los cruzamientos de caminos federales sólo podrán efectuarse previo permiso de la Secretaría.

Las obras de construcción y conservación de los cruzamientos se harán por cuenta del operador de la vía u obra que cruce a la ya establecida, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en el permiso y en los reglamentos respectivos."

Art. 26. - "Los accesos que se construyan dentro del derecho de vía se considerarán auxiliares a los caminos federales.

En los terrenos adyacentes a las vías generales de comunicación materia de esta Ley, hasta en una distancia de 100 metros del límite del derecho de vía, no podrán establecerse trabajos de explotación de canteras o cualquier tipo de obras que requieran el empleo de explosivos o de gases nocivos."

Art. 28. - Se requiere permiso previo de la Secretaría para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, postes, cercas, ductos de transmisión de productos derivados del petróleo o cualquier otra obra subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación que pudieran entorpecer el buen funcionamiento de los caminos federales. La Secretaría evaluará, previo dictamen técnico, la procedencia de dichos permisos. El que sin permiso, con cualquier obra o trabajo invada las vías de comunicación a que se refiere esta ley, estará obligado a demoler la obra ejecutada en la parte de la vía invadida y del derecho de vía delimitado y a realizar las reparaciones que la misma requiera.

Art. 29. - El derecho de vía y las instalaciones asentadas en él, no estarán sujetas a servidumbre.

Art. 30. - "La construcción, mantenimiento, conservación y explotación de los caminos y puentes estarán sujetos a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos, y a las condiciones impuestas en la concesión respectiva."

Art. 31. - El establecimiento de puentes internacionales lo hará el Gobierno Federal por conducto de la Secretaría o bien podrá concesionar, en la parte que corresponda al territorio nacional, su construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento a particulares, estados y municipios en los términos de esta Ley, y conforme a lo que establezcan los convenios que al efecto se suscriban. En todo caso el Gobierno Federal llevara a cabo directamente las negociaciones con el otro país para el establecimiento del puente."

Art. 32. - No podrán abrirse al uso público los caminos y puentes que se construyan, sin que previamente la Secretaría constate que su construcción se ajustó al proyecto y especificaciones aprobadas y que cuenta con los señalamientos establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente.

Al efecto, el concesionario deberá dar aviso a la Secretaría de la terminación de la obra y ésta dispondrá de un plazo de 15 días naturales para resolver lo conducente; si transcurrido este plazo no se ha emitido la resolución respectiva, se entenderá como favorable.

Art. 62. - "Los concesionarios a que se refiere esta Ley están obligados a proteger a los usuarios en los caminos y puentes por los daños que puedan sufrir con motivo de su uso."

Art. 70. - "La Secretaría tendrá a su cargo la inspección y vigilancia para garantizar el cumplimiento de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que expida de acuerdo con la misma. Para tal efecto podrá requerir en cualquier tiempo a los concesionarios y permisionarios, informes con los datos técnicos, administrativos, financieros y estadísticos, que permitan a la Secretaría conocer la forma de operar y explotar los caminos, puentes y los servicios de autotransporte y sus servicios auxiliares."

Art. 71. - "Los concesionarios de caminos y puentes y los permisionarios que presten servicios de auto transporte y sus servicios auxiliares, están obligados a proporcionar a los inspectores designados por la Secretaría, todos los datos o informes que les sean requeridos y permitir el acceso a sus instalaciones para cumplir su cometido conforme a la orden de visita emitida por la Secretaría. La información que proporcionen tendrá carácter confidencial."

Art. 72. - De toda visita de inspección se levantará acta debidamente circunstanciada en presencia de dos testigos propuestos por la persona que haya atendido la visita o por el inspector si aquella se hubiera negado a designarlos.

Art. 74. - Las infracciones a lo dispuesto en la presente ley, serán sancionadas por la Secretaría de acuerdo con lo siguiente:

XI. Cualquier otra infracción a lo previsto en esta Ley o sus reglamentos, será sancionada con multa hasta de mil salarios mínimos.

Art. 75. - "El que sin haber previamente obtenido concesión o permiso de la Secretaría opere o explote caminos, puentes o terminales, perderá en beneficio de la Nación, las obras ejecutadas y las instalaciones establecidas."

I.3.- REGLAMENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VÍA DE LAS CARRETERAS FEDERALES Y ZONAS ALEDAÑAS

Art. 5o. - "Se requiere permiso previo otorgado por la Secretaría para:

V.- La construcción, modificación o ampliación de obras en el derecho de vía."

I.4.- REGLAMENTO INTERIOR DE LA SCT

Art. 32 Bis. Corresponde a la Unidad de Autopistas de Cuota:

II. Supervisar el Cumplimiento de las obligaciones que las leyes, reglamentos, títulos de concesión o permisos respectivos impongan a los concesionarios o permisionarios de caminos y puentes federales o sus obras auxiliares, y tramitar en su caso, los procedimientos de revocación, recate, requisa, terminación o suspensión;

VI. Revisar que los estudios y proyectos de obras de conservación y ampliación en los caminos y puentes de cuota se realicen conforme a la normatividad y procedimientos establecidos;

VII. Verificar el estado físico de los caminos y puentes de cuota, así como emitir disposiciones relativas a la conservación y mantenimiento de los mismos a fin de evitar su deterioro progresivo

VIII. Integrar bancos de datos y herramientas analíticas auxiliares para el manejo del sistema nacional de caminos de cuota;

IX. Dar seguimiento a los estudios, análisis y determinación de precios unitarios, costos horarios y rendimientos de la maquinaria y equipos utilizados para la ejecución de obras de conservación y ampliación del sistema nacional de caminos de cuota;

XI. Coordinar conjuntamente con los Centros SCT y las Direcciones Generales de Servicios Técnicos y de Evaluación, la intervención de las unidades generales de servicios técnicos de los Centros SCT en apoyo para el seguimiento y supervisión de los programas de conservación en los caminos y puentes de cuota, de acuerdo a los manuales establecidos.

CAPITULO II.- MARCO TÉCNICO

Existe una serie de referencias TÉCNICAS dentro de la normatividad vigente en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para las obras de conservación, siendo las siguientes las de mayor utilización:

REFERENCIAS TÉCNICAS

MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS.

MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS.

MANUAL DE FORESTACIÓN.

NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES.

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES.

NORMAS PARA MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS.

NORMAS PARA CALIFICAR EL ESTADO FÍSICO DE UN CAMINO.

II.1.- MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS

Para definir adecuadamente los proyectos geométricos de las autopistas, son necesarios los datos topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, de drenaje y uso del suelo. Todos ellos tienen efectos decisivos en la elección del trazo, la estructura del pavimento a construir, el señalamiento y la información del tránsito, los niveles de servicio y las características operativas de la autopista. El Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT es el documento oficial que norma la elaboración de los proyectos, y resulta de gran utilidad para el análisis de asuntos relacionados con la realización de obras dentro del derecho de vía (accesos, entronques, retornos, etcétera).

II.2.- MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS

Este Manual contiene la normatividad que, en materia de señales informativas, restrictivas y preventivas, así como marcas en el pavimento (rayas y letras), obras y dispositivos diversos; dispositivos para protección en obras, semáforos y letras y números para señales de tránsito, que se establecen para el control de los flujos vehiculares.

II.3.- MANUAL DE FORESTACIÓN

La consideración paisajística es un componente del proyecto geométrico que busca proyectar el camino de forma tal que su desarrollo guarde armonía con el entorno físico de la carretera. Las disposiciones contenidas en el Manual buscan garantizar la máxima seguridad para los usuarios y disminuir tanto las obras de reparación como los costos de conservación del camino, a través de su protección contra erosiones, derrumbes y asolvamientos.

II.4.- NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES

Establecen en sus partes correspondientes las normas de construcción de terracerías, obras de drenaje, estructuras, sub-bases, bases, carpetas de concreto asfáltico y losas de concreto hidráulico, que se requieren en una obra vial. Asimismo, se establecen las normas para edificación y las diferentes instalaciones.

II.5.- NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Se establecen las normas que, en cuanto a calidad se refiere, deben satisfacer los diversos materiales que se utilicen en la construcción de carreteras, aeropistas y edificaciones.

II.6.- NORMAS PARA MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS

Estas normas tratan lo referente a los métodos y procedimientos de muestreos y pruebas a que deben someterse los diversos materiales y elementos estructurales que se utilicen en la construcción de carreteras, aeropistas y edificaciones.

CAPITULO III.- CAUSAS Y MECANISMOS DE DETERIORO

En la red federal de carreteras, existen, aproximadamente, 5,000 puentes con una longitud del orden de 200 Km., que representan una inversión inicial superior a los 8 billones de pesos. De acuerdo con los numerosos estudios realizados en todo el mundo, un nivel mínimo recomendable de inversión para la conservación de estructuras viales es el 2% de la inversión inicial. Lo que conduce a definir un presupuesto anual de 160 mil millones de pesos como mínimo necesario para la conservación de esas obras.

Desafortunadamente, por muchos años, por las razones antes mencionadas, los presupuestos asignados fueron nulos o mucho menores a la cifra señalada, lo que ha propiciado una grave acumulación del deterioro. En una evaluación reciente de los puentes de la red federal, se estimo que, aproximadamente en 3,000 de ellos, el 60% del total, se requerían acciones importantes de rehabilitación. Es oportuno mencionar que el problema planteado no es exclusivo de México, si no que existe en numerosos países y con mayor agudeza en los países mas desarrollados que tienen estructuras viales más extensas y más antiguas.

En los Estados Unidos, por ejemplo, existen en la red federal de carreteras 574,000 puentes, de los cuales 200,000 deben reemplazarse o reforzarse por no contar con una situación funcional o por insuficiencia estructural, a un costo de 50,000 millones de dólares, que se invertirán en un lapso de 20 años. Adicionalmente, en Francia, los 6,700 puentes de la red principal de carreteras requieren una inversión anual de 40 millones de dólares durante 20 años. De esta inversión, un tercio se destinara a acciones preventivas de mantenimiento y dos tercios a la rehabilitación o reemplazo del 25% de esas obras. A pesar de que la construcción y administración institucional de puentes carreteros en México empieza en 1952 con la fundación de la Comisión Nacional de Caminos, es solo hasta 1982 cuando se inician acciones administrativas que consideran el problema global de la conservación de puentes.

Antes de esa fecha, solo se emprendían acciones dispersas diferidas a casos puntuales, que en su mayor parte se aplicaban a la reconstrucción de puentes colapsados por socavación durante los temporales.

En 1982, se levanta un inventario de los puentes de la red federal que incluye una evaluación de sus condiciones. Este documento constituye un esfuerzo importante de la Dirección General de Construcción y Conservación de Obra Pública por el control de las estructuras viales a su cargo. Posteriormente, se establecen Residencias de Conservación de Puentes en la mayor parte de los estados y se llevan a cabo numerosas obras de reparación y modernización de puentes.

Por otra parte, es importante señalar que existen numerosos puentes que se encuentran desprotegidos, porque las entidades que los administran, quizás fundamentalmente por la carencia de recursos, no han realizado acciones sustantivas para su conservación. Se trata de los puentes de las redes estatales de caminos alimentadores y de los puentes de los caminos rurales. Aunque estos puentes soportan, en general, volúmenes de tránsito mucho menores que los de la red troncal, muchos de ellos tienen una gran antigüedad y un deterioro severo como consecuencia de una escasa o nula conservación, por lo que constituyen un grave peligro para la seguridad pública.

III.1.- ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE Puentes CARRETEROS

El deterioro de nuestros puentes es debido, principalmente, a factores como: edad, diseño, defectos de construcción, incremento de cargas, medio ambiente adverso y a un mantenimiento inadecuado y diferido. Sin duda que la capacidad para establecer objetivamente las prioridades y de formular estrategias adecuadas para atenderlas, depende de que se logren programas más eficaces que permitan, en primer término, preservar la inversión en las estructuras existentes y proporcionar niveles continuos y adecuados de seguridad y comodidad a los usuarios.

En nuestro país hay muy pocos programas establecidos para la conservación de puentes, por lo general cada dependencia que tiene bajo su responsabilidad el cuidado de cierto número de puentes, tiene un programa que aplica de una forma no muy ambiciosa y mucho menos exitosa. Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), Comisión Nacional de Electricidad (CFE) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); tienen sus propios programas de conservación de puentes, aunque son muy parecidos por ser "copiados" de programas de otros países.

El último y más ambicioso de estos programas fue implantado por SCT, firmado en 1992 con el Directorio Danés de Carreteras. Este programa lleva como nombre SIPUMEX. El Sistema de Puentes de México (SIPUMEX) es un sistema que permite contar con un inventario de la totalidad de los puentes de la Red Federal de Carreteras, en el que se incluyen las características, ubicación y estado físico. Ello permite efectuar una priorización de las necesidades de mantenimiento y rehabilitación, con lo que se logra una optimización de los recursos aplicables, atendiendo al mismo tiempo a la seguridad de los usuarios.

La primera fase de SIPUMEX, que se firmo en el año de 1992, esta constituida por las siguientes actividades:

- Inventario.
- Inspecciones principales.
- Inspecciones rutinarias.
- Mantenimiento menor y limpieza.
- Evaluación de la capacidad de carga.
- Jerarquización de los trabajos de rehabilitación.

A mediados de 1993 se firmo el contrato de la Fase 2, cuyos trabajos finalizaron a fines de 1996, esta segunda fase incluía las siguientes actividades:

- Inspecciones especiales.
- Diseño de reparación de puentes
- Diseño y especificaciones para puentes nuevos.
- Rutas para transporte pesado.
- Mapa de puentes.
- Libro de precios (Catalogo de precios unitarios para trabajos de mantenimiento y rehabilitación).

La primera etapa de SIPUMEX, si fue cumplida, dando como resultado un inventario de los puentes de la Red federal de Carreteras, que sumaron 6,150 en total, con datos básicos como: Entidad federativa donde se ubica la estructura, la carretera, el kilometraje, tramo, año de construcción, tipo de superestructura y subestructura, el Transito Diario Promedio Anual (TDPA), etc. También, resultados de esta primera etapa, fueron, una relación de puentes que requieren reparación urgente según SIPUMEX, con un total de 280 puentes en toda la República Mexicana.

La segunda etapa no llevo completamente a cabo sus objetivos por cuestiones de la economía mexicana y su crisis, por la que paso el pais en esos años. Finalmente, conviene señalar que para que los programas implementados para la conservación de carreteras funcionen, deben cumplir minimamente los siguientes puntos:

1. - Uniformizar los criterios de inspección de todas las Residencias generales de Conservación de Carreteras.
2. - Actualizar sistemáticamente la base de datos del estado de los puentes, por lo menos una vez al año.
3. - Contar con los recursos necesarios para mantener el sistema en operación, sobre todo recursos financieros, mayor apoyo en los presupuestos para conservación de puentes
- 4.- Corregir errores y detalles de diseño, conforme se vaya adquiriendo experiencia, en el campo de fallas de puentes, incluyendo el ajuste a las normas de diseño existentes.
5. - Una buena planeación de los programas de conservación de puentes

Debemos trabajar con una calidad integral, para un buen funcionamiento y mínima conservación, ya que con ello se pueden alcanzar los grandes objetivos fijados en los planes de desarrollo y que se traducen, en última instancia, en elevar la calidad de vida de los habitantes. El no llevar un control de calidad, trae como consecuencia cuellos de botella locales o regionales, mismos que acarrear problemas más o menos importantes, pues entorpecen el fluir de las economías.

La calidad implica el estricto cumplimiento de las acciones bajo los parámetros clásicos de control de obras que todos conocemos: tiempo-costo-calidad, enmarcados dentro del rubro de seguridad. El concepto anterior no debe limitarse, por lo generalizado de asociar la calidad con laboratorios, únicamente al cumplimiento de normas y especificaciones, sino en su más amplia acepción del concepto para el cumplimiento del contrato, dentro de lo siguiente:

1. - Tiempo. Suministro total de recursos oportunamente, cumplimiento de plazos, verificación de rendimientos, uso de programas de ruta crítica, etc.

2. - Costo. Análisis del mercado local, condiciones impositivas, entorno económico, vigilancia de la aplicación de los procedimientos de construcción, verificando rendimientos y costo en general de la obra. Cumplimiento del proyecto (materiales, líneas, etc.) vigilando oportunamente que dichos proyectos contemplen el volumen total de la obra, y por último, la aplicación de los precios unitarios pactados.

3. - Calidad. Cumplimiento de todas las especificaciones del proyecto en cuanto a características o normas (ACI, ASTM, NOM. etc.) haciendo uso, para el control de las mismas, de todas las pruebas establecidas.

Los dos primeros parámetros (costo y tiempo), en ocasiones, por necesidades de la obra, pueden ser susceptibles de modificarse o variar, sin embargo debemos pugnar porque esto no ocurra; pero este por ningún motivo debe ser el caso de la calidad, debido a las especificaciones existentes, por lo que siempre debemos ver que la calidad no se cambie para el mal de la obra.

El concepto de calidad total o calidad integral se requiere para que las obras cumplan óptimamente para el fin que fueron diseñadas dentro de los parámetros de servicio y funcionalidad. La calidad total o calidad integral debe servir para la prevención y no la corrección. Con el fin de cumplir con el proyecto, y este tenga una calidad total, se utilizan, por lo general, tres tipos de especificaciones para un proyecto: de proyecto, de materiales y de diseño.

Las especificaciones de proyecto, junto con los planos, suministra a los contratistas información completa referente a los requisitos precisos establecidos por el propietario y el ingeniero para la estructura terminada.

Las especificaciones de materiales son establecidas principalmente de copias de la Sociedad Americana para ensaye de Materiales (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS), ASTM, y varias oficinas locales o estatales.

Las especificaciones de diseño son preparadas por asociaciones gubernamentales y profesionales que dictan el criterio mínimo aceptable para diseño. ACI, RCDF, ASTM, NOM, etc. Aunque una obra se apegue a los estándares del proyecto en cuanto a la resistencia, compacidad, relación a/c, curado y recubrimientos, y estos sean logrados satisfactoriamente; solo se garantiza que la velocidad de degradación no será muy rápida, pero en ningún caso que la durabilidad del concreto armado no será indefinida.

III.2.- PISOS

El deterioro de los pisos en puentes ha sido el mayor problema individual en el mantenimiento de puentes por muchas décadas. Es únicamente a partir de la Segunda Guerra Mundial que el problema del deterioro de los pisos de concreto ha surgido como uno de los más importantes y molestos problemas de la época moderna para los ingenieros y técnicos en mantenimiento de puentes. Los pisos tratados en este capítulo se limitara a concreto ortotropico y rejilla de acero, métodos correctivos y métodos preventivos. El deterioro de los pisos de concreto tiene lugar en tres formas principales: escamado, desconchamiento y agrietamiento.

Un piso ortotropico es un piso metálico que actúa integralmente con la superestructura metálica. El piso lo constituyen realmente los patines superiores del sistema completo de trabes, largueros y piezas de puente. Se construye una superficie de rodamiento de concreto asfáltico o epoxico para obtener resistencia al deslizamiento.

Pisos de Concreto

A. Escamado

1. Problema: el escamado se hace evidente por si mismo por una descomposición gradual de la pasta de concreto, comenzando en la superficie y progresivamente hacia abajo. Ello puede ser resultado de las fuerzas expansivas debido a ciclos de congelamiento-descongelamiento, mal drenaje, materiales pobres o una construcción inadecuada.
2. Corrección: desde que se utilizo aire incluido en el concreto la incidencia del escamado ha sido reducida a proporciones mínimas, el escamado fuerte y severo, donde ocurra, puede ser corregido por el uso de un resane con mortero epoxico delgado para impermeabilizar la zona y prevenir la penetración del agua al acero de refuerzo. También son aplicables para estas reparaciones cementos patentados de fraguado rápido así como de bajo revenimiento, concreto con un contenido alto de cemento.
3. Prevención: además del uso de concreto con aire incluido, el escamado puede prevenirse con el uso de materiales que no tengan defectos, métodos de construcción apropiados y la conservación de un buen drenaje, especialmente en las zonas de desagüe. Un programa regular de limpieza con chorro de agua puede reducir el escamado.

B. Desconchado

1. Problema: el desconchado es la rotura en lajas de piezas de concreto, frecuentemente comienza en la parte superior del acero de refuerzo. Se considera que puede ser resultado de la oxidación del acero o la dilatación del agregado interior. La mayor parte de las autoridades están de acuerdo que el desconchado está relacionado con la corrosión del acero de refuerzo y que el desconchado se acelera con la mayor utilización de cloruros.

El desconchamiento de los pisos de puente de concreto se ha observado que comienza en el primer año de servicio, en otros casos no aparece en 5 años o más. El rango de evolución y severidad se debe a muchos factores tales como espesor del recubrimiento del acero, porosidad del concreto, volumen y tipo de tránsito, flexibilidad del piso, cantidad de cloruros utilizados para mantenimiento en invierno y número de ciclos de congelamiento – descongelamiento. El mínimo efecto del desconchamiento en puentes es el incremento de impacto producido por los vehículos rebotando a través de la zona desconchada.

El desconchamiento generalizado sobre estructuras tales como losas de concreto, traveses de cajón y traveses T en realidad reduce la capacidad de carga de seguridad de la estructura.

2. Corrección: Cuando las primeras desconchaduras empiezan a aparecer, es práctica común hacer reparaciones provisionales utilizando materiales de resanado asfáltico. Si las desconchaduras son totalmente superficiales, ellas pueden a menudo ser ignoradas a menos que una cuadrilla de bacheo del camino vaya a entrar al puente en su programa de rutina de bacheo del pavimento.

Al hacer un resane permanente, diferente a un bacheo de asfalto temporal, el material utilizado deberá ligarse firmemente al material sano restante y será de igual o mayor resistencia a la compresión para restituir la integridad estructural del piso.

Los morteros epoxicos siempre han tenido la desventaja de una reacción exotérmica con resultado de una gran cantidad de agrietamiento. Eventualmente, un piso de puente llega a ser una masa de resanes con un proceso de reparación sin fin. En algunos casos a través del proceso de resanado, se toma la decisión de cubrir el piso completo con una capa superpuesta durable, la cual servirá como superficie de rodamiento y barrera contra la humedad.

El objetivo más importante del recubrimiento debe ser la eliminación del agua del piso de concreto, de todos los factores que contribuyen al deterioro de los pisos de concreto, el agua es el factor individual más importante. Una alternativa del recubrimiento del piso es la remoción y reconstrucción del piso completo.

3. Prevención: el desconchado puede ser reducido considerablemente eliminando los factores que contribuyen a la corrosión del refuerzo, tales como la reducción en el uso de deshieladores y proporcionando impermeabilización.

C. Agrietamiento

1. Problema: el desconchamiento de un piso de concreto es usualmente precedido de agrietamiento. El agrietamiento puede ser transversal, longitudinal, diagonal o grietas indefinidas. El agrietamiento ocurre cuando los esfuerzos de tensión exceden la resistencia a la tensión del concreto.

Las grietas transversales generalmente se presentan sobre las varillas superiores, las grietas longitudinales son comunes entre trabes cajón de concreto presforzado. Las grietas irregulares pueden ser causadas por deflexión, por carga, métodos de curado inapropiados, materiales defectuosos, movimientos de la cimentación y otros fenómenos afines.

2. Corrección: sea que se repare o no un piso agrietado y el método de reparación dependen de la naturaleza de las grietas. Donde los esfuerzos se hayan eliminado y existan condiciones estables, las grietas pueden ser reparadas por un simple inyectado con un epoxico de baja viscosidad.

Un piso con numerosas grietas debe repararse colocando una barrera flexible contra la humedad sobre la superficie completa y recubriendo con una capa de rodamiento flexible. Puede colocarse un recubrimiento rígido si se han estabilizado las grietas, esto prevendrá el ataque del agua a las varillas, evitando de esta manera un posible desconchamiento.

3. Prevención: el agrietamiento puede prevenirse tomando las mismas precauciones que se citaron para el desconchamiento. De especial importancia en el control del agrietamiento es la utilización de métodos de curado apropiados, las previsiones para la dilatación adecuada de los accesos eliminara el agrietamiento en las juntas del piso asociado con el empuje del pavimento.

Pisos Ortotropicos

A. Soldadura

1. Problema: un problema que se ha encontrado es la falla de las soldaduras que unen el sistema. La corrosión en la superficie de separación entre la superficie de rodamiento y el piso puede estar generalizada bajo ciertas condiciones.

2. Corrección: la mejor protección contra la corrosión del metal es una membrana impermeable. Donde la corrosión esta presente, la superficie de rodamiento debe ser retirada, se proveerá impermeabilización y se volverá a colocar la superficie de rodamiento. Aun cuando en algunos lugares puede darse mayor resistencia a estas soldaduras por el refuerzo con placas y ángulos soldados, esto puede introducir una concentración de esfuerzos que impliquen fatiga. Cuando la carga viva representa un porcentaje mayor de la carga total en un piso ortotropico, la fatiga llega a ser una consideración critica.

3. Prevención: la membrana de impermeabilización será proporcionada como una prevención de la corrosión. Una rigida inspección unida a un buen diseño, es la única prevención real de la soldadura fracturada.

Pisos de Rejilla de Acero

1. Problema: estos están totalmente libres de mantenimiento, el problema más factible seria una falla de la soldadura. En el estilo antiguo de rejillas donde se unían varillas dobladas (rejillas reticulares remachadas) los remaches algunas veces se cortaban.

Cuando son abiertas pueden los diferentes problemas de oxidación de los miembros estructurales que estén sujetos a ellos.

2. Corrección: las soldaduras y remaches deben ser inspeccionados y cualquier falla corregida por soldadura.

3. Prevención: la mejor prevención de la falla de la soldadura es el proyecto de apoyos que eviten excesiva vibración que pudiera fracturar las soldaduras y un sistema proyectado para sustentar las cargas sin vibración excesiva.

III.3.- SUPERFICIES DE RODAMIENTO

El lecho mas alto o capa de material aplicado sobre o con el piso estructural para proporcionar una superficie de rodamiento pulida y proteger el piso de los efectos del tránsito, desgaste o alteración debida a los agentes atmosféricos y acción química. Las superficies de rodamiento de concreto pueden ser coladas con la losa estructural (monolítica) o colada por separado en la parte superior de la losa vaciada previamente, como una superficie de rodamiento separada. Los problemas localizados incluyen escamado, desconchado y agrietamiento.

Las superficies de rodamiento de asfalto, colocadas sobre pisos de concreto reforzado, pueden ser construidas con una membrana impermeable entre el asfalto y el concreto, si se conoce con anticipación que el piso permanecerá en servicio por un largo periodo de tiempo. Las superficies de rodamiento de piedra y ladrillo son comunes en las regiones más antiguas, excepto en casos raros, pueden ser utilizadas para propósitos no estéticos. Los pisos de rejilla de acero rellenos o abiertos no son comúnmente utilizados como superficie de rodamiento separadas, sino que no son parte integral del piso. Los tabloncillos y bloques de madera se encuentran ocasionalmente en puentes antiguos con tránsito bajo.

Superficies de Concreto

A. Escamado

1. Problema: el escamado es la pérdida gradual y continua de mortero y agregado sobre una zona. Se clasifica como ligero (menos de 6.4 mm) de profundidad medio (de 6.4 a 12.7 mm), fuerte (de 12.7 a 25.4 mm). Generalmente es originado por un mezclado, colocación, acabado o curado inadecuado del concreto.

2. Corrección: en casos de escamado ligero, sellar el área con un compuesto de aceite de linaza o una aplicación de una membrana de curado del concreto Tipo 1. Para escamado, medio, fuerte y severo, examine el área para localizar el perímetro del área dañada, haga un corte con sierra de aproximadamente 19 mm de profundidad, exterior al perímetro del área dañada y quite todo el concreto flojo y dañado, teniendo cuidado para no dañar el acero de refuerzo. Limpie totalmente todo el refuerzo expuesto y nuevamente esponja el concreto por chorro de arena.

3. **Prevención:** el compuesto ante-desconchado de aceite de linaza ha probado ser útil para prevenir el escamado, desconchado y otros problemas. Si es posible, el piso será tratado antes de ser abierto al tránsito y repetido cada dos años. Ellos pueden aplicarse como una membrana de curado para pisos nuevos o para superficies antiguas, después de una limpieza total. Las superficies de rodamiento de concreto que muestren señales de peligro para escamado, desconchado y agrietamiento severo pueden ser protegidas por la colocación de una membrana para impermeabilización protegida por un recubrimiento de concreto asfáltico.

B. Desconchado

1. **Problema:** el desconchado es una depresión circular u ovalada en el concreto, es causado por la corrosión del acero de refuerzo o agregado inferior. Se clasifica como pequeño (no más de 2.5 cm de profundidad o aproximadamente 15 cm de diámetro), grande (mas de 2.5 cm de profundidad o aproximadamente 15 cm de diámetro) y área hueca (un área de concreto que presenta un hueco profundo cuando se golpea con un martillo, varilla de acero o al recorrido con una cadena de rastreo, indicando la existencia de un plano de fractura bajo la superficie.

2. **Corrección:** después de quitar todo el concreto dañado, concreto fracturado y otras partículas flojas, la superficie del concreto y el acero de refuerzo expuesto serán totalmente limpiados por chorro de arena seguido por chorro de aire. Inmediatamente antes de colocar el concreto nuevo la superficie existente y el acero de refuerzo expuesto serán revestidos con una lechada adherente.

La lechada consistirá en volúmenes iguales de arena y cemento con la adición de agua suficiente para formar una pasta espesa. La lechada será totalmente extendida sobre la superficie seca para producir una capa delgada y a nivel libre de charcos, no se permitirá que la lechada se seque antes de que el concreto nuevo sea colocado.

C. Agrietamiento

1. **Problema:** una grieta es una fractura lineal en el concreto, puede extenderse parcialmente o completamente a través de un miembro de concreto.

Las grietas se clasifican como sigue:

a. Longitudinal: grietas sensiblemente rectas que corren paralelas a la línea de centro de la carretera. Generalmente causadas por contracción, asentamiento, deflexión de la superestructura, losas huecas o corrosión del acero de refuerzo.

b. Transversal: grietas sensiblemente rectas que son aproximadamente perpendiculares a la línea de centro de la carretera. Las causas pueden ser atribuibles a contracción, asentamiento, corrosión del acero de refuerzo o deformación de la superestructura.

c. Diagonales: estas son grietas que corren formando un ángulo con la línea de centro de la carretera y pueden resultar del esviajamiento.

d. Plantilla o Mapa: grietas interconectadas formando redes de tamaño variable, que aparecen similares agrietamiento por el sol que se forma sobre soleras de limo seco, generalmente causadas por un curado inapropiado del concreto fresco, el concreto ligero normalmente tendrá agrietado de mapa.

e. Irregulares: grietas tortuosas e irregulares que no tienen forma particular o dirección.

2. Corrección: las grietas longitudinales, transversales y diagonales pueden ser causadas por asentamiento de la superestructura o de la subestructura, cualquier asentamiento de las unidades de apoyo debe ser corregido antes de intentar reparar las grietas. Las grietas aisladas longitudinales, transversales o diagonales pueden sellarse abriendo la grieta en la superficie cortando una muesca en V, soplando la grieta hacia fuera con aire y sellando con un sellador de grietas. Los pisos con agrietamiento severo serán sellados con una membrana impermeable y recubriendo con concreto asfáltico.

Superficies Asfálticas

A. Agrietamiento

1. Problema: el agrietamiento en las superficies de rodamiento de concreto asfáltico toma muchas formas. Algunas de las más comunes son definidas como:

- a. Piel de cocodrilo o agrietamiento en mapa: estas son grietas interconectadas que forman series de pequeños bloques semejando una piel de cocodrilo o una malla de gallinero. El agrietamiento en forma de piel de cocodrilo es generalmente causado por una deflexión excesiva de la superficie sobre un piso inestable o por el secado exterior del material asfáltico.
- b. Grietas de Borde: estas son grietas longitudinales cercanas al borde del piso, generalmente a la falta de apoyo lateral o secado exterior del material asfáltico o al deterioro del piso de concreto.
- c. Grietas en la línea de junta: las grietas en la línea de unión son separaciones longitudinales a lo largo de la junta entre dos franjas de pavimento, generalmente originadas por una junta débil entre tendidos próximos.
- d. Grietas de Reflexión: estas son grietas en los recubrimientos de asfalto los cuales reflejan la plantilla de grietas en el piso subyacente.
- e. Juntas por Contracción: las grietas por contracción son grietas interconectadas que forman una serie de grandes bloques, frecuentemente es difícil determinar si las grietas fueron causadas por el cambio de volumen en el asfalto o por el agrietamiento del piso subyacente.
- f. Grietas por Deslizamiento: grietas de forma creciente causadas por la falta de una buena adherencia entre la superficie de rodamiento y el piso de abajo.
2. Corrección: la reparación de las grietas en forma de piel de cocodrilo y por deslizamiento se logra quitando la capa superficial hacia abajo hasta el piso y extendiendo lateralmente hacia el interior de la capa superficial sana, el corte se hace cuadrado o rectangular con caras rectas y verticales. Las grietas de borde, de la línea de junta y de reflexión se reparan limpiando hacia fuera las grietas con un cepillo de cerda dura y aire comprimido. Las grietas por contracción se reparan rellenándolas con una lechada de emulsión asfáltica, seguida por un tratamiento superficial o lechada de sello sobre la superficie total.
3. Prevención: la detección temprana y la reparación de los defectos menores son, sin duda, lo más importante. Las grietas y otros defectos, que en sus primeras etapas son casi imperceptibles, pueden desarrollarse en defectos graves si no se reparan pronto.

En todos los casos de peligro de la superficie de rodamiento, es mejor primero determinar la causa o causas de la dificultad y entonces efectuar la reparación, la cual no únicamente corregirá el daño, sino que prevendrá o retardará su aparición nuevamente.

III.4.- SISTEMAS DE DRENAJE DEL PISO

La operación y el mantenimiento de los sistemas de drenaje del piso son de máxima importancia en un buen programa de mantenimiento preventivo y no se le puede dar demasiado énfasis a este aspecto. Se requiere un buen drenaje para el mantenimiento adecuado de los puentes, un drenaje deficiente dará motivo a que el agua quede encharcada o atrapada sobre el puente, lo cual constituye un riesgo para el tránsito y puede contribuir a un deterioro amplio. Un drenaje inadecuado se debe generalmente a la acumulación de materias extrañas y escombros con obstrucción y bloqueo del sistema. El agua estancada puede entonces congelarse y romper los tubos o puede contener químicos corrosivos, los cuales atacan los elementos estructurales del puente.

A. Caída Libre y Entubados

1. Problema: son causas de obstrucciones los tubos de descarga de diámetro pequeño, los canalones largos hacia abajo, los desagües horizontales con pendientes inadecuadas y los cambios de dirección bruscos, las caídas cortas a través de tubos que drenan directamente bajo el puente pueden causar corrosión del acero estructural y las pilas de concreto o la erosión de los taludes de tierra del estribo.
2. - Corrección: quite las materias extrañas y el escombros de los canalones de bajada de presión de agua y/o sondas metálicas, debe tenerse cuidado con las sondas para prevenir la perforación del tubo.
3. - Prevención: se debe hacer una inspección y limpieza frecuente para prevenir la acumulación de materias extrañas y escombros. Deben aplicarse revestimientos de protección a las pilas y al acero estructural para prevenir la corrosión, los taludes del estribo deben protegerse por pavimentación o por cunetas revestidas. El aspecto más importante en la prevención de las obstrucciones de los sistemas de tubería es que estos sean proyectados de tal manera que sean fácilmente accesibles y se provean vaciados adecuados. Si los drenes de tubo están colocados dentro de los elementos de pilas y estribos, es muy importante en climas fríos que los tubos se conserven libres, para que el agua congelada no agriete la pila o el estribo.

B. Rejillas

1. **Problema:** las rejillas de acero, generalmente proporcionan un buen drenaje del piso, pero pueden acumularse materias extrañas y elementos corrosivos sobre los miembros estructurales abajo del piso.
2. **Corrección:** quite las materias extrañas y los escombros de las trabes, piezas de puente y cabezales de pilas.
3. **Prevención:** una inspección y limpieza regulares y frecuentes son necesarias para prevenir la acumulación de materias extrañas y escombros. Aplicar recubrimientos protectores, cubiertas o placas a los miembros estructurales bajo la rejilla.

C. Juntas Abiertas con Canalones

1. **Problema:** los canalones bajo las juntas abiertas están también sujetos a obstrucción y a la acumulación de materias extrañas, con el subsecuente retroceso del drenaje que contribuye a la corrosión del acero y a la erosión del concreto y la tierra.
2. **Corrección:** quite las materias extrañas y los escombros de los canalones y tubos de descarga.
3. **Prevención:** son esenciales una inspección y limpieza regulares y frecuentes de los canalones bajo las juntas abiertas, deberán aplicarse recubrimientos protectores a las pilas y los estribos. Los taludes de tierra bajo los tubos de descarga deben ser pavimentados.

III.5.- GUARNICIONES, BANQUETAS Y PARAPETOS

Guarniciones:

Es una barrera metálica, de piedra, de concreto, asfalto o madera, paralela al borde lateral del camino, con objeto de guiar el movimiento de las ruedas de los vehículos y salvaguardar las armaduras del puente, parapetos y otros accesorios existentes fuera del límite del camino y también proteger el tránsito de los peatones sobre las banquetas, de la colisión de los vehículos.

A. Metálicas

1. Problema:

- a.- mantener un sello hermético entre la guarnición y el piso para conducir el drenaje del piso de la calzada a los embornales
- b.- pérdida de sección debida a la corrosión
- c.- deslizamiento y daño debidos a las colisiones de los vehículos
- d.- pernos de anclaje

2. Corrección:

- a.- las guarniciones metálicas fijas a piso de acero o concreto deberán colocarse en un material sellante tipo mastique, que prevenga fugas entre la guarnición y el piso.
- b.- las secciones de guarnición que tengan pérdidas de secciones severas debidas a la corrosión, deberán ser reemplazadas con guarniciones nuevas. Estas pérdidas pueden minimizarse si las guarniciones y pisos se limpian frecuentemente por inundación.
- c.- las guarniciones desalineadas o dañadas deberán ser reparadas y devueltas a su diseño original.
- d.- las tuercas de los pernos de anclaje tienen tendencia a aflojarse debido a la vibración y al cambio de temperatura, todos los pernos de anclaje deberán conservarse apretados para mantener el alineamiento de la guarnición, los pernos y tuercas que presten pérdidas severas de sección debido a la corrosión, deberán ser reemplazados.

3. Prevención: las guarniciones metálicas, los pernos de anclaje y el herraje se protegerán de la corrosión, esto puede acompañarse por un baño caliente galvanizante o pintándolos con una pintura rica en zinc, algunas pinturas tipo epoxico son también convenientes.

B. Madera

1. Problema: Normalmente la mampostería de sillares se amarran en el lugar con mortero es vulnerable al deterioro causado por los descongelamientos químicos y los ciclos de congelamiento-deshielo.

Las secciones de la guarnición de piedra se aflojan y pueden ser separadas por la colisión de los vehículos, si el deterioro del mortero ha originado la pérdida de adherencia entre las secciones de la guarnición.

2. Corrección: las secciones de la guarnición que no se han aflojado pero tienen deterioro del mortero, se reparan eliminando el material deteriorado hasta la profundidad del mortero sano y reemplazando los materiales que se quitaron con mortero nuevo. Las secciones de la guarnición que se han aflojado o desplazado se quitarán y se colocarán nuevamente con mortero fresco.

3. Prevención: el mortero que se utilice para fijar las guarniciones de piedra, deberá contener mezclas que incrementen la impermeabilidad y reduzcan la absorción de agua por capilaridad del mortero e impartan resistencia al deterioro que resulta de los químicos para deshielo.

C. Concreto

1. Problema:

a. deterioro debido a los ciclos de congelamiento-deshielo y a los químicos para deshielo.

b. desconchado en las juntas de expansión

c. agrietamiento

d. corrosión del acero de refuerzo y los pernos de anclaje en las secciones de guarnición precoladas.

2. Corrección:

a. el concreto deteriorado será eliminado hasta la profundidad del concreto sano, en ocasiones esto requiere quitar la sección de la guarnición completa, el área que va a ser reparada se limpiará completamente, enseguida, la superficie de concreto viejo será cubierta con una aplicación de epoxico u otro agente adherente aceptable, para asegurar la liga adecuada entre el concreto viejo y el nuevo.

b. generalmente, el desconchamiento de las guarniciones en las juntas de dilatación es causado por un espacio libre insuficiente para permitir el movimiento longitudinal de los tramos. Con bastante frecuencia el espacio libre es reducido por materiales extraños atrapados entre los extremos de la guarnición.

c. las grietas en la guarnición más comunes se encuentren alineadas con o directamente sobre, las grietas transversales en los pisos del puente y las banquetas. Esto generalmente ocurre sobre el acero de refuerzo, particularmente si se coloca también cercano a la superficie, las grietas de esta naturaleza pueden repararse sellando con inyección de epoxico. Las grietas grandes y las secciones dañadas se repararan utilizando el mismo procedimiento que para el concreto deteriorado.

d. las reparaciones de las guarniciones precoladas pueden hacerse de la misma manera que las reparaciones a las guarniciones coladas en el lugar, las varillas de refuerzo y los pernos de anclaje que tengan perdida de sección serán reemplazados con material nuevo.

3. Prevención: un programa regular de lavado del piso ayudara a la reducción de este deterioro. La prevención del deterioro del concreto debido al congelamiento-deshielo y a los químicos para deshielo pueden llevarse a cabo utilizando epoxico o mezclas de polímeros, contenido de aire, concreto con una relación baja agua-cemento, aplicación anual de aceite de linaza y sellantes superficiales para prevenir la penetración de la humedad y los químicos.

D. Asfalto

1. Problema:

a. desalineado y daño causado por colisiones de vehículos

b. perdida de adherencia entre la guarnición y el piso

2. Corrección: las secciones de la guarnición que estén dañadas y presenten perdida de adherencia se quitaran y remplazaran con material nuevo. Los trabajos pequeños pueden realizarse por la colocación a mano de concreto asfáltico en los moldes de la guarnición, para trabajos de reparación grandes, es más económico y mucho más rápido, utilizar una maquina para guarnición extruida, generalmente no se colocan en puentes guarniciones de concreto asfáltico.

3. Prevención: la perdida de adherencia entre las guarniciones y la superficie pavimentada puede prevenirse si se toma un cuidado razonable en la limpieza e imprimación de la superficie del piso antes de la colocación de la guarnición. La temperatura de colocación del concreto asfáltico no será menor que 107° C ni mayor de 149° C.

E. Madera

1. Problema

a. las guarniciones de madera, guarda ruedas y bloques embornales están sujetos a daños causados por exposición a los elementos. Ellos están también sujetos a daño y desalineamiento originados por la colisión de los vehículos.

b. los pernos de guarnición utilizados para anclar las guarniciones y los guardarruedas a los pisos de puente, son vulnerables a la corrosión.

2. Corrección:

a. las secciones de guarnición que haya sufrido la pérdida de sección debido a pudrición, rajadura, etc.; serán remplazadas con materiales nuevos.

b. los pernos de guarnición serán revisados periódicamente por tensión para asegurar una conexión estrecha entre la guarnición y el piso del puente, la madera nueva utilizada en la reparación de guarniciones tendrá una considerable contracción, lo cual causara que los pernos se aflojen y permitirá que las tuercas y roldanas vibren y roten hacia fuera del perno.

3. Prevención:

a. la durabilidad de las guarniciones de madera puede incrementar por el uso de madera selecta grado estructural que ha sido tratada a presión con un impermeabilizador adecuado. La madera de calidades más bajas esta propensa a agrietamiento por intemperismo o rajadura.

b. se utilizaran pernos galvanizados con baño caliente para prevenir la corrosión. Los pernos serán revisados periódicamente para detectar pérdida de tensión causada por la contracción de las secciones de guarnición de madera durante las estaciones secas.

Banquetas:

Es la porción del área del piso del puente que sirve para el tránsito de los peatones. Las banquetas están generalmente arriba de la zona que ocupan los vehículos, con objeto de proporcionar seguridad y comodidad a sus usuarios.

A. Concreto

1. Problemas

a. deterioro debido al congelamiento-deshielo y a los descongelantes químicos.

b. corrosión del acero de refuerzo

c. juntas de dilatación (sello, cubre placas, desconchamiento, desalineamientos)

d. drenaje

2. Corrección

a. las banquetas deben conservarse bien reparadas para asegurar su integridad estructural y proporcionar una condición superficial que sea segura para los peatones. Las grietas, baches, escamado u otros deterioros requerirán la remoción del concreto deteriorado hasta la profundidad del concreto sano. El área para reparar se limpiará totalmente y se recubrirá con un agente adherente aprobado antes de la colocación del concreto nuevo.

b. el acero de refuerzo debe estar libre de óxido y contaminación antes de la colocación del concreto nuevo, las varillas superiores con pérdida de sección serán reemplazadas o reforzadas con nuevas varillas adicionales.

c. las juntas de dilatación, especialmente en los estribos, frecuentemente tendrán movimientos diferenciales que abran o cierren las juntas o produzcan un desalineamiento que es un peligro para los peatones.

Las juntas con movimiento restringido pueden originar escamado del concreto y alabeo de las placas de recubrimiento metálicas. Los desalineamientos pueden ser reparados por resane de la superficie. Las placas de recubrimiento metálicas se enderezaran para proporcionar superficies niveladas para los peatones y proveer un cubrimiento total de la abertura de la junta.

d. el drenaje de la banqueta deberá conservarse para prevenir encharcamiento del agua que pueda congelarse durante el tiempo frío y causar un peligro para los peatones, el resanado superficial de las áreas bajas ayudara a corregir este problema.

3. Prevención: El deterioro del concreto, causado por el congelamiento y el deshielo y los químicos para descongelar, es difícil de prevenir, a menos que la penetración de la humedad, pueda ser eliminada creando una superficie de concreto impermeable y pueda ser fuertemente reducido si se utiliza inclusión de aire. Muchos materiales son útiles para prevenir la penetración de la humedad, por ejemplo:

- a. concreto epoxico y aditivos de polimeros
- b. endurecedores de la superficie
- c. revestimiento superficial epoxico
- d. aceite de linaza

Los recubrimientos epoxicos generalmente requerirán una aplicación de una superficie de material abrasivo para proveer una superficie segura para los peatones. El material de revestimiento pudiera tener que ser aplicado en dos capas para prevenir pequeños agujeros. Un lavado frecuente de las superficies podría ayudar en la prevención del deterioro.

B. Placas de Acero

1. Problema

- a. Corrosión
- b. Conexiones y cartelas
- c. Estado de la superficie y drenaje

2. Corrección

a y b. Las banquetas de placa de acero, las conexiones y las cartelas deberán inspeccionarse regularmente para detectar corrosión y el estado de la pintura o de la capa de protección. Cualquier componente de la banqueta que tenga pérdida de sección deberá ser reforzado o remplazado con materiales nuevos.

c. debe conservarse el estado de la superficie de las banquetas metálicas para que proporcionen una superficie libre de peligro para los peatones, el acero corroído deberá ser limpiado con chorro de arena y después recubierto con una pintura protectora o un sistema epoxico el cual se diseña para el medio ambiente del puente.

3. Prevención: puede prevenirse materialmente la corrosión de las placas de las banquetas de acero, las conexiones y las carteras, si se protege el acero con un baño de galvanizado en caliente o con un sistema de pintura rico en zinc inorgánico. Un lavado frecuente de la superficie ayuda a prevenir el deterioro.

C. Rejilla de Acero

1. Problema

- a. corrosión
- b. conexiones y largueros
- c. estado de la superficie

2. Corrección

a. debe conservarse el recubrimiento de protección de las rejillas de acero para prevenir la corrosión y la pérdida de sección. La construcción y la configuración de la rejilla de acero hace difícil limpiar y pintar.

b. la rejilla, las mensulas de apoyo y los largueros deben ser inspeccionados para detectar grietas y pérdidas de sección. Los miembros que proporcionan la integridad estructural de la banqueteta que presenten pérdida de sección, deberán reforzarse o remplazarse.

c. las superficies de las rejillas que hayan llegado a ser resbaladizas y peligrosas para los peatones pueden corregirse recubriéndolas con pintura o epoxico a los cuales se les hayan agregado abrasivos inorgánicos o estirando la superficie donde sea posible.

3. Prevención: se recomienda un baño de galvanizado en caliente para las rejillas de acero y sujetadores.

D. Concreto Asfáltico

1. Problema: las banquetetas de concreto asfáltico se utilizan generalmente colocadas sobrepuestas sobre banquetetas de concreto de cemento Pórtland o de placa de acero para proporcionar una superficie adecuada para los peatones. Muchos problemas se generan debido a la pérdida de la adherencia entre el concreto asfáltico y el material sobre el cual esta colocado. La pérdida de adherencia permitirá penetrar a la humedad y a los descongelantes químicos y así causar el deterioro del concreto de cemento Pórtland, la corrosión del acero y el agrietamiento del concreto asfáltico, el concreto asfáltico agrietado producirá baches por dentro durante los ciclos de congelamiento-deshielo.

2. Corrección: el concreto asfáltico que haya perdido la adherencia con el material sobre el cual esta colocado, requerirá ser remplazado con materiales nuevos.

Las áreas que se van a reparar deben ser inspeccionadas y reparadas cuidadosamente para asegurar la integridad de la banqueta de concreto de cemento Pórtland o de placa de acero sobre las cuales se ha colocado el concreto asfáltico.

3. Prevención: las áreas que van a ser reparadas se sellaran con una membrana epoxica antes de que sean colocados los resanes de concreto asfáltico. Los selladores superficiales son útiles para prevenir la penetración de la humedad, cuando se utilicen selladores superficiales, deberá tenerse cuidado en seleccionar un producto que asegure una superficie que no represente peligro para los peatones.

Parapetos:

Es una guía equivalente a una barrera, construida de madera, concreto o metal en el borde mas alejado de la carretera, o porción de la banqueta de un puente, para proteger o guiar el movimiento del transito vehicular y de peatones y de impedir el paso accidental del transito sobre el costado de la estructura.

A. Concreto

1. Problema

- a. daños por colisión
- b. deterioro
- c. agrietamiento y desconchado en las conexiones metálicas del parapeto
- d. corrosión de conductos expuestos en juntas de dilatación
- e. detalles o proyecto original inadecuado

2. Corrección:

a. los parapetos dañados por colisión serán reparados tan pronto como sea posible. El procedimiento correctivo normal requerirá de la eliminación de todo el concreto dañado y su reemplazo con concreto nuevo. Cuando hayan ocurrido daños en gran escala en parapetos de bajas especificaciones o de tipo antiguo, se considerará la posibilidad de reemplazarlos con un parapeto que cumpla con las normas corrientes en vez de sustituirlo con uno del mismo tipo.

b. el concreto deteriorado será eliminado hasta la profundidad del concreto sano. Muchas veces esto requerirá la eliminación de la sección completa del parapeto, el procedimiento de reparación correctiva es el mismo que para barandales dañados por colisión.

c. el agrietamiento y desconchado de los parapetos de concreto es bastante común cuando el parapeto metálico se fija o se embebe en el concreto en los extremos del puente. Las grietas que no tengan desconchado pero que estén abiertas y sean potenciales para permitir la penetración de la humedad, serán sellados para prevenir la corrosión del metal embebido.

d. los conductos eléctricos embebidos en los parapetos de concreto están expuestos en las juntas de dilatación, las juntas en la tubería se protegerán para prevenir la corrosión que pudiera perjudicar el funcionamiento de la junta. Se recomienda una inspección y un mantenimiento frecuentes del recubrimiento de protección.

3. Prevención: el mayor número de problemas relacionados con los parapetos de concreto pueden atribuirse a la penetración de la humedad y a los daños por colisión. Se recomiendan selladores superficiales y los mezclados para prevenir la penetración de la humedad, la inyección con epoxico se recomienda para sellar las grietas más grandes en los parapetos de concreto. Los accesorios de acero que se fijan o se embeben en los parapetos de concreto deben ser galvanizados en caliente o pintados con una pintura rica en zinc.

B. Acero

1. Problema

- a. daños por colisión
- b. pernos de anclaje y conexiones
- c. corrosión
- d. detalles o proyecto original inadecuado

2. Corrección

a. los parapetos dañados por colisión deberán ser reparados o reemplazados tan pronto como sea posible para garantizar la seguridad del tránsito vehicular y de peatones.

b. los pernos de anclaje y conexiones deben ser inspeccionados y checados en cuanto a tuercas flojas, corrosión, etc.

c. las manchas de herrumbre alrededor del perímetro de los postes y pernos de anclaje en los parapetos de acero embebidos en concreto, las áreas corroidas deberán ser totalmente limpiadas y pintadas, los componentes del parapeto que tengan pérdidas de sección serán reparados o reemplazados.

3. **Prevención:** el parapeto de acero debe ser protegido contra la corrosión para prevenir pérdida de sección, es recomendable un baño de galvanizado en caliente para parapeto nuevo, reposición o existente. Puede utilizarse también pintura rica en zinc, la pintura del parapeto requerirá un mantenimiento frecuente cuando se encuentre localizado en ambiente marino o industrial.

C. Aluminio

1. Problema

- a. daños por colisión
- b. pernos de anclaje y conexión
- c. oxidación
- d. detalles o proyecto original inadecuado

2. Corrección

a. el parapeto de aluminio dañado por colisión deberá ser reparado o remplazado rápidamente para restituir el parapeto a su resistencia de proyecto original, deberá considerarse reemplazo con parapeto de concreto sin huecos o "New Jersey".

b. los pernos de anclaje y las conexiones se inspeccionaran y conservaran de la misma manera que los parapetos de acero.

c. se requiere protección contra la oxidación en las superficies de contacto entre los componentes del parapeto de aluminio y los materiales diferentes a los cuales se fija el parapeto.

3. **Prevención:** se deberá tener cuidado en reparar o remplazar el parapeto de aluminio, la protección contra la oxidación en las superficies de contacto requerirán atención especial. Las superficies de contacto de acero a aluminio serán calafateadas con una mezcla elástica, sin tintura, de aceite repelente al agua, fibra de asbesto y laminillas de metal de aluminio u otro material conveniente.

D. Tubo y Tubular

1. **Problemas y Corrección:** Normalmente los mismos problemas y correcciones del parapeto de acero serán aplicables también al parapeto de tubo de acero. El parapeto de tubo que no esta protegido por un baño de galvanizado en caliente, deberá ser inspeccionado cuidadosamente para detectar su deterioro, las superficies interiores de los tubos son vulnerables a la corrosión y la pérdida de sección es difícil de detectar.

2. Prevención: para prevenir el daño por corrosión, todos los parapetos tubulares y de tubo de acero serán galvanizados

E. Cable

1. Problemas

- a. daños por colisión
- b. corrosión
- c. conexión y anclajes del cable

2. Corrección

a. los parapetos de cable son fácilmente dañados por los vehículos y están considerados como inadecuados por las normas de seguridad actuales. Las secciones dañadas serán reparadas rápidamente para restaurar la integridad original del parapeto, pero deberá considerarse su reemplazo con un parapeto que cumpla con las especificaciones corrientes.

b. la corrosión del cable generalmente se origina en los puntos de contacto donde el cable se fija al puente. Estas áreas serán inspeccionadas para detectar las manchas de herrumbre que pueda indicar la falla del galvanizado o recubrimiento de protección de pintura. Los cables con pérdida de sección debido a la corrosión o daños por colisión deberán remplazarse.

c. los parapetos de cable deberán ser tensados convenientemente para prevenir que el cable se afloje y permita que se combe cuando lo golpeen los vehículos. La tensión adecuada es difícil de mantener debido a la contracción y alargamiento causados por el cambio de temperatura.

3. Prevención: la prevención de la corrosión del cable se incrementa notablemente utilizando cable y herrajes galvanizados. Es beneficio para prevenir la pérdida de la tensión del cable adaptar un resorte a compresión a las anclas del cable.

III.6.- SISTEMAS DE JUNTA EN PUENTES

Una muy importante, pero muchas veces descuidadas parte de una superestructura de puentes, es el sistema de junta de la cubierta. Las juntas en la cubierta son diseñadas para prever diversos movimientos de rotación, traslación y transversales, de la superestructura bajo la carga viva o la dilatación y la contracción por temperatura, así como una completa impermeabilización de la junta.

Con la gran cantidad de química para deshielo en uso actualmente, ha llegado a ser mucho muy importante que los sistemas de junta sean diseñados y conservados para ayudar al drenaje del piso, lo cual evita que los químicos para deshielo lleguen a la zona de la estructura del puente debajo de la superficie del camino. El sistema de junta es por si mismo un medio ambiente muy corrosivo y la oxidación de las zonas de acero expuestas pudieran llegar a ser un problema.

Juntas Abiertas

Las juntas de dilatación abiertas se proyectan para proporcionar movimiento longitudinal a la superestructura y tal vez algún medio de puntear parcialmente la abertura de la junta para permitir que el tránsito cruce suavemente.

A. Juntas Dentadas:

Este tipo de juntas se han instalado utilizando diversos modelos y plantillas. Algunas veces se incorporan en el proyecto sistemas de apoyo detallados, para proporcionar la transferencia de la carga de los vehículos a los miembros de la superestructura sin cargar los extremos del piso. Pueden o no incorporarse provisiones para el drenaje en este tipo de juntas de dilatación, si se utiliza, este podría normalmente consistir de un dren a todo a lo largo. Colocado debajo de las aberturas de las salientes o un sistema de dren de rejilla a todo lo largo, colocado en cualquiera de los lados de la junta abierta.

B. Otros:

En muchos puentes se utilizan juntas de dilatación abiertas consistentes en bordes de concreto o concreto blindado en los tramos de piso adyacentes. Este tipo de junta generalmente proporciona menor movimiento que otros tipos, algunas juntas se diseñaron de este modo, pero muchas otras, originalmente se utilizó un masticado u otro material entre los bordes de la junta para prevenir la entrada de las materias extrañas. Una modificación de la junta de dilatación con salientes y puede encontrarse en el tipo "Ward" de sistema de junta abierta. El sistema de apoyo para el dispositivo de dilatación es semejante en diseño al del dispositivo de dilatación con salientes, sin embargo, en lugar de los salientes que se traban sobre el hueco para dilatación, la abertura es punteada por barras de acero plano colocadas diagonalmente a través de la abertura.

Juntas Cerradas

Las juntas de dilatación cerradas consisten en la disposición de diversos materiales para integrar al puente la junta de dilatación abierta y prever el movimiento longitudinal de la superestructura, estos dispositivos pueden o no incluir la impermeabilidad en su proyecto.

A. Placa Deslizante:

Uno de los tipos más comunes de dispositivos de dilatación en uso es la placa deslizante. Este dispositivo de dilatación de piso consiste en una placa de acero plana, colocada horizontalmente anclada al piso del puente a lo largo de un borde, a la cual se le permite deslizarse a través de un ángulo anclado en la cara opuesta de la abertura. En algunos Estados este tipo de dispositivo de dilatación puede consistir de una sección de acero T, anclada dentro del piso del puente, de tal manera que el patín horizontal desliza a través de un ángulo anclado en la cara opuesta de la abertura.

B. Elastómeros:

Dispositivo de dilatación elastomérico, es el término general que define un sistema de junta impermeable y sellada, que utiliza placas y ángulos de acero laminados, dentro de un recubrimiento de neopreno. El acero se proporciona para anclaje y transferencia de carga, mientras que el neopreno sirve como un recubrimiento de protección para los componentes de acero, un material impermeable para prevenir que el agua pase a través del sistema de junta, un amortiguador elástico entre las placas de transferencia de cargas para prevenir el ruido generado por el tránsito y por conducto de sus propiedades elásticas, un medio de permitir el movimiento de dilatación de su superestructura del puente.

C. Sellos a Compresión:

Los sellos a compresión están integrados por diversos tipos de neopreno extruido (o material semejante), en los cuales el diseño de su sección transversal y su elasticidad se proporcionan para que conserven su forma original. El sello se instala en una abertura de la junta preformada en los extremos del claro. Si se aplica un lubricante adhesivo en las caras de la junta y el material preformado se empuja dentro de la abertura, el adhesivo proporciona una adherencia entre la cara de la junta y el sellador para formar un sistema impermeable.

Selladores

A. Expansión:

Sellos de tira: los selladores de junta de dilatación consisten de materiales numerosos, ya sea colados dentro de una junta formada o colados integralmente con el piso de concreto. Estos materiales como el fieltro impregnado de asfalto y la espuma de poliuretano, poliestireno, hule butílico, polisulfuros, silicón, cloruro de depolivinil, todos han sido probados con éxito variado. Los sellos de esta naturaleza son satisfactorios en la impermeabilización de las juntas de tipo semifijo. Los colados de juntas de poliuretano son capaces para movimientos de junta de 1.2 cm o menos.

Instalación de Sistemas de Junta

A. Instalación en la Abertura de una Junta de Concreto Recortada con Sierra o Junta de Concreto Moldeada:

Cuando se moldee o se recorte la abertura de la junta, es vital la consideración de la temperatura en la determinación de las dimensiones adecuadas en las caras de la junta. Si la junta es demasiado angosta, el movimiento de dilatación del piso estará restringido, si es demasiado ancha, la presión entre las caras se reducirá en los periodos de frío extremo, lo que podría resultar en una posible separación del material de la junta de la cara de ésta.

B. Instalación en Aberturas de Junta Armadas:

Los sellos de compresión pueden ser instalados en aberturas de junta de varias maneras. Un método consiste en instalar la armadura de acero, ajustarla por temperatura y nivel, anclar la armadura al acero de refuerzo del piso, después colar el piso. El sello de junta a compresión se inserta de acuerdo a lo especificado anteriormente, utilizando un adhesivo lubricante compatible.

C. Instalación de Juntas Armadas Presforzadas:

En este caso, el sellador de junta y el armado son fabricados y preensamblados para una junta específica. Los ángulos de armado son apemados juntos en las ramas superiores, con provisión para ajustar la abertura de la junta basándose en la temperatura de instalación.

El ensamble presforzado puede también ser instalado preparando una junta de construcción cerca del extremo de la losa delineando una porción del piso a cada lado de la junta.

III.7.- SISTEMAS DE SUPERESTRUCTURA

Las superestructuras de puente en este país generalmente de metal, concreto o madera. En los distintos tipos de puentes es necesario destacar que la mayoría de los puentes de acero que se han encontrado pueden ser de traveses, armaduras o arcos. Estos tres tipos pudieran ser un caso u otro estructuras de tablero superior o de paso a través, en tanto que las armaduras y los arcos de paso a través pueden prolongarse lo suficientemente lejos por arriba del piso que requieran arriostramiento de las cabezas superiores. Los puentes de concreto son comúnmente losas, traveses o arcos, generalmente estos puentes pudieran ser estructuras de tablero superior.

Acero

A. Trabe laminada, trabe, arco plano, trabe de paso a través.

1. Problema: uno de los problemas más comunes en la mayor parte de los tipos de puente de acero es el óxido. La corrosión resultante y la pérdida de área de la sección transversal de los miembros estructurales o el moho soldado de los apoyos y los dispositivos de articulación son un problema de gran interés. Las travese o vigas son especialmente susceptibles al agrietamiento cuando las juntas o las conexiones son soldadas, o cuando se utilizan ciertos tipos de detalles de diseño, tales como la longitud parcial de las cubreplacas, las esquinas entrantes angulosas o las mensulas en voladizo.

Las travese laminadas y los puentes de losa nervada son frecuentemente utilizados para los pasos superiores, esto representa que ellos estén sujetos a daños por colisión originados por la sobreelevación de las cargas que pretenden pasar por debajo del puente, estos son frecuentemente muy severos, por lo que el tránsito sobre el puente puede ser restringido a un carril o el puente tuviera que ser cerrado. En las estructuras sobre arroyos o ríos este mismo tipo de daño por impacto puede ser causado por el hielo o agua que arrastre escombros durante la época de creciente. El patín superior, los atezadores del alma y las cartelas en los puentes de viga compuesta de paso a través están sujetos a daño originado por el tránsito de la carretera.

2. **Corrección:** en los casos en que el óxido haya reducido la sección transversal de su miembro estructural, de tal manera que la capacidad de carga se haya reducida generalmente se requiere la reparación del área afectada. Pocas veces un miembro completo debe ser reemplazado debido a la oxidación. Cualquier grieta o fractura en una trabe de acero debe ser considerada como una señal seria de peligro y debe acompañarse con una acción correctiva inmediata. Si la grieta es grande o esta situada en un lugar crítico, pudiera ser necesario restringir el tránsito y aun cerrar el puente hasta que el miembro pueda ser reparado o reemplazado. Algunas veces pudiera ser suficiente el perforar un agujero en el extremo de la grieta para controlar que se propague.

3. **Prevención:** un método común de proteger el acero del óxido y la corrosión resultante es conservarlo recubierto con pintura.

La limpieza y la pintura periódica de las áreas consideradas de falla rápida de pintura, tales como los extremos de las trabes bajo las juntas abiertas o que oscurecen, los patines inferiores de las trabes bajo los drenes del piso, etc.; podrían prevenir también la corrosión y así prolongar la vida del sistema de pintura completo.

El único método factible para prevenir las grietas o fracturas es el de evitar tanto como sea posible, el uso de detalles de diseño y las técnicas que sean la causa probable de los esfuerzos de fatiga altos. El diseño de la estructura deberá prever el mayor galibo como sea posible económicamente, pero, en la mayoría de los casos, el peligro únicamente puede ser reducido al mínimo. Los pasos superiores que tengan un galibo menor al legal, se les colocara un señalamiento adecuado que indique el galibo disponible. El daño a las mensulas, a los atezadores de alma y a los patines superiores en los puentes con trabes de paso a través, podría ser reducido pintando estas partes en colores sumamente visibles (blanco o aluminio). En donde la estructura presente el ancho adecuado, las líneas de borde y el guarda ruedas más anchos de lo normal. Las cargas con sobre-ancho o los vehículos fuera de control siempre serán un problema en este tipo de estructura.

B. Armaduras

1. **Problema:** las armaduras, debido a las numerosas cavidades originadas por ensamblado y las conexiones de varios miembros, son especialmente susceptibles al daño originado por la oxidación y la corrosión, la mayor parte de los miembros que soportan carga principal, no pueden tolerar mucha pérdida de la sección, antes de que llegue a estar sobre-esforzado.

Las armaduras de paso a través son particularmente susceptibles a los daños por colisión, debido a que los miembros de la armadura están próximos a la carretera y generalmente son relativamente esbeltos. También la mayoría de las armaduras de paso a través son bastante antiguas y angostas y todos los miembros que llevan carga principal (excepto la cuerda inferior y las traveses de piso) se encuentran arriba de la superficie de la carretera, lo cual hace vulnerable a este tipo de estructura.

2. Corrección: los miembros dañados por el óxido o la corrosión, al grado de que estén sobre-esforzados, necesitarían ser reparados con soldadura o por placas de reforzamiento apernadas sobre el área afectada. Existen muchos y variados métodos de reparación de los miembros de armadura dañados, dependiendo de la situación. Como una medida temporal pudiera ser posible puntales para reforzar los miembros a compresión dañados y pueden ser usados cables con tensores para tomar parte de la carga de los miembros a tensión dañados.

El daño en las cuerdas inferiores, las vigas de piso y largueros longitudinales debido al hielo o los escombros durante las crecientes, es frecuentemente difícil de reparar. Una cuerda inferior fracturada pudiera requerir reemplazo parcial o total. El reemplazo de las traveses de piso o largueros longitudinales dañados seriamente pudiera requerir el cambio del piso en el área afectada.

3. Prevención: en la prevención del daño por oxidación y corrosión en los puentes de armadura no existe alternativa, excepto establecer un buen programa de limpiado y pintado. Poco puede hacerse para prevenir el daño por colisión a una armadura, los montantes extremos y los barandales deben conservarse bien pintados con pintura de gran visibilidad. Probablemente, menos se puede hacer para prevenir el daño a las armaduras debido al hielo y a los escombros durante la creciente que algún otro problema. También cuando sea posible, el hielo o el atoramiento de troncos aguas arriba de la estructura deben ser rotos.

C. Arco de Acero

1. Problema: la mayoría de los problemas asociados con los puentes de armaduras también pueden aplicarse a las estructuras de arco de acero. Sin embargo si el piso y el sistema de piso están soportados por medio de cables colgantes en vez de perfiles estructurales laminados, estos deben ser observados estrechamente para evitar la corrosión o el desgaste en las conexiones y en el punto donde el cable penetra en su conexión.

En la mayoría de los arcos de acero deben tomarse medidas para que la dilatación del piso sea independiente de la del arco, para que los largueros no sean esforzados debido al empuje de los arcos originados por el cambio de la temperatura. La corrosión o los escombros acumulados en estos ensamblados o en cartabones de viento podrían originar un esfuerzo inesperado en la estructura.

2. Corrección: la corrección de la mayoría de los daños por oxidación y corrosión, pudiera ser la misma que la de los puentes de armadura. Una excepción pudiera ser el caso de los cables colgantes, un daño importante ya sea por colisión o por corrosión requerirá que el cable sea remplazado. Los dispositivos de dilatación o cartabones de viento inutilizados por el oxido a la corrosión debieran ser liberados o remplazados.

3. Prevención: la prevención del daño debido al oxido y a la corrosión, como en los puentes de armadura, requiere que se establezcan y ejerzan políticas adecuadas para una buena limpieza y pintado. El punto en donde el cable colgante penetra en su conexión debe ser calafateado, con el objeto de que no se desarrolle una cavidad que pudiera retener cloruros.

Los dispositivos de conexión de soportes deberán conservarse libres de todo tipo de corrosión. La limpieza de la estructura debe incluir la limpieza de los dispositivos de dilatación y la lubricación de los cartabones de viento y de todas las juntas móviles.

D. Ortotropicos

1. Problema: los puentes ortotropicos son los únicos en los que el piso y la superestructura metálicos actúan integralmente, siendo el piso metálico el patin superior de la trabe, larguero o trabe cajón. Generalmente es necesaria una superficie de rodamiento, ya sea de concreto asfáltico o epoxica para proporcionar resistencia al derrapamiento y a la corrosión del acero que en esta superficie de contacto pudiera ser crítica.

2. Corrección: se propone el uso de una membrana impermeable para proporcionar protección contra la corrosión. Las áreas de soldadura agrietada probablemente requerirán de un robustecimiento mediante la soldadura de una placa o un ángulo que refuerce el miembro abarcando el área agrietada. Debe realizarse una investigación para establecer la causa del agrietamiento con objeto de que pueda ser corregida.

3. **Prevención:** la prevención de la corrosión del piso de acero podría requerir una membrana impermeable adecuada entre el piso y la capa de rodamiento, o la capa de rodamiento misma pudiera ser impermeable, el acero es frecuentemente tratado con zinc antes de la impermeabilización. La prevención de las fracturas de la soldadura no es realmente una función de mantenimiento. Esto podría manejarse mejor con un buen diseño y una inspección rigurosa durante la fabricación y el montaje.

Concreto

A. Losa, Trabe Cajón, Trabe T, Larguero, Vigas Precoladas y Vigas Presforzadas.

1. **Problema:** estas estructuras tienen un problema en común en que la superficie de rodamiento es una parte integral de la estructura y cualquier pérdida de adherencia entre el acero y el concreto debido al desconchamiento, la corrosión del acero o el desgaste reducirán seriamente la capacidad de carga de seguridad de las estructuras. Esta pérdida de adherencia es de particular interés donde el acero de refuerzo se encuentra cerca de la parte superior de la losa (en los puntos de momento negativo).

Las trabes cajón pueden desarrollar un deterioro no detectado en la losa interior debido al escurrimiento de agua y cloruro a través de la losa superior y no siendo posible su drenaje. Las trabes y los largueros de las estructuras utilizadas como pasos superiores son los más vulnerables cuando son golpeados por la sobre-altura de las cargas. Si se utilizan los cloruros para el control de la nieve y el hielo, el agua cargada de sal se infiltrara en el concreto y causaría su desconchamiento, en cierto momento, también causara corrosión y pérdida de sección en el acero de refuerzo.

2. **Corrección:** puede ser necesaria la reparación de un espesor parcial con cemento Pórtland, para volver a adherir las varillas de refuerzo que se han aflojado. La reparación de la losa inferior en una trabe cajón presenta dificultades al máximo, debido a las condiciones de trabajo tan estrechas. En las áreas a compresión la reparación de un espesor parcial puede ser ejecutadas sin apuntalamiento, sin embargo, en las áreas a tensión pudiera ser necesario utilizar la obra falsa para relevar toda la carga muerta, antes de que pudiera ser reparada cualquier área importante. Los pasos superiores de losa de concreto y trabe cajón puede no recibir un daño serio cuando son golpeados por las cargas con sobre-altura, como sucede con otros miembros estructurales.

Deberá ser remplazado cualquier concreto descascarado como resultado del impacto, por supuesto el área más sensible podría estar en los puntos de esfuerzo máximo.

3. Prevención. la pérdida de la adherencia del acero en la parte superior de la losa probablemente pudiera ser asociada con el desconchamiento del concreto debido a la corrosión del acero de refuerzo superior. Debido a que la corrosión esta asociada con la penetración del cloruro y el agua al acero, se considera actualmente que una membrana impermeable es una prevención satisfactoria en muchas áreas. Una membrana impermeable en un piso de trabes cajón podría prevenir que el agua y los cloruros pasaran a través a la losa inferior, prevendría la acumulación del agua.

Poco puede hacerse para prevenirse el daño por colisión a los pasos superiores debido a los vehículos de una altura mayor, el máximo galibo vertical podría reducir, pero rara vez eliminar este tipo de daño. Deberá darse una atención cuidadosa a la colocación apropiada y exacta de las señales de advertencia anticipadas. La prolongación de los drenes del piso abajo del lecho inferior de las vigas y trabes podría minimizar el deterioro del concreto y un posible daño por corrosión del acero de refuerzo debido a los drenes del piso.

III.8.- SISTEMAS DE SUBESTRUCTURA

La subestructura de un puente es aquella sección que transmite la carga y esfuerzos del piso estructural, superestructura o del sistema de soporte de carga al suelo. Funcionalmente, las subestructuras pueden ser clasificadas como estribos o pilas. Los cimientos, pilotes, columnas, muros, pedestales o capiteles, cabezales, asientos del puente y los sistemas de apoyo, son componentes de los estribos y de las pilas.

Los estribos son elementos de la subestructura que soportan los extremos de los puentes de un solo claro o los extremos exteriores de una estructura de claros múltiples y en general, retienen los terraplenes de acceso o relleno. Las pilas son elementos de la subestructura que proporcionen apoyo interior a un puente de claros múltiples. Los estribos se clasifican de acuerdo a su ubicación como estribos rectos y los estribos de altura total (u hombro). Los primeros se asientan cerca de la parte superior de un talud y son generalmente menores de 3.05 m (10 pies) de altura total están, por supuesto, asentados cerca del pie del talud.

Pilotes y Cimientos

El cimiento es la parte mas baja de una subestructura, el cual distribuye la carga de la estructura al suelo de cimentación, ya sea directamente o indirectamente a través de los pilotes, cajones, etc. Los cimientos y las cimentaciones sobre pilotes son comunes en ambos casos para pilas y estribos.

A. Pilotes y Cajones de Cimentación:

Los pilotes y el cajón de cimentación dependerán ya sea de la fricción superficial con el material del cimiento o del apoyo de punta, dependiendo del tipo de suelo y de pilote. En el caso en el que los pilotes se hinquen en lechos de roca o capa dura, etc.; los pilotes se apoyaran de punta.

B. Cimiento por Ampliación de Base:

El cimiento por ampliación distribuye la carga de la estructura al material de cimentación por apoyo directo sobre el material.

Cabezales y Asientos de Puente

Este elemento es la parte superior de las pilas, caballetes y estribos sobre el cual descansan los apoyos. Cualquier deterioro de esta sección pudiera resultar en asentamientos diferenciales de la superestructura y en esfuerzos que no se consideraron en el proyecto.

Sistemas de Apoyo

Los apoyos generalmente se utilizan para transmitir y distribuir las cargas de la superestructura a la subestructura, al mismo tiempo que permita a la superestructura realizar los movimientos necesarios sin que se generen sobreesfuerzos perjudiciales. Los apoyos son de dos tipos generales; fijos y de dilatación. La diferencia principal entre estos tipos de apoyo es que los fijos resisten la traslación pero permiten la rotación de la superestructura debido a las deflexiones, mientras que los de dilatación permiten la rotación de la superestructura. Dependiendo de los requerimientos estructurales, los apoyos pueden o no ser diseñados para resistir elevación vertical. Se utilizan en la construcción de puentes un gran número de formas diferentes de dispositivos de apoyo fijo y de dilatación. La mayoría de los apoyos se constituyen de acero, neopreno, bronce o una combinación de estos materiales.

A. Placas para Mampostería:

Muchos sistemas de apoyo incorporan el uso de placas para mampostería para distribuir las cargas verticales a la subestructura del puente. Las placas para mampostería son generalmente construidas de acero y son usualmente fijadas a la subestructura utilizando pernos de anclaje de acero. Algunas veces, las placas retenedoras de acero se fijan a las placas para mampostería para conservar otras partes del sistema de apoyo en su alineamiento horizontal.

B. Apoyos de Dilatación con Rodillos:

Los apoyos de dilatación con rodillos son utilizados para transferir las cargas verticales y para permitir los movimientos de rotación y traslación de la superestructura, en longitudinales de claros de puentes moderadas. Este tipo de apoyo generalmente incorpora el uso de placas para mampostería y usualmente se construye de acero estructural. Con los apoyos de dilatación con rodillos, se permite la traslación de la superestructura por la acción de rodamiento de un rodillo o una combinación de rodillos. Dependiendo de la forma del apoyo, puede permitirse la rotación de la superestructura por la acción de rodamiento del rodillo(s) o por la rotación alrededor de un pasador de apoyo.

C. Apoyos Fijos de Acero:

Los apoyos fijos de acero se utilizan para transferir cargas verticales a la subestructura y restringen a la superestructura de traslación longitudinal. Excepto en tramos de muy corta longitud, el apoyo fijo es generalmente proyectado para permitir la rotación de la superestructura. Los apoyos fijos de acero generalmente incorporan el uso de placas para mampostería las cuales son frecuentemente soldadas a un componente principal del arroyo. El tipo específico de apoyo fijo de acero, utilizado para un puente específico, se determina por la magnitud de la carga vertical que va a ser transferencia y la cantidad de rotación prevista.

D. Apoyos de Dilatación con Mecedora:

Los apoyos de dilatación con mecedora se utilizan cuando se espera una carga vertical fuerte, una cantidad fuerte de traslación de la superestructura o una combinación de las dos, esta condición generalmente ocurre en tramos de puente relativamente largos. Este tipo de apoyo se construye de acero e incorpora el uso de placas para mampostería.

E. Apoyos Deslizantes:

Los apoyos deslizantes se utilizan en diversas longitudes de claro de puentes. Este tipo de apoyo se basa en la acción de una placa deslizante sobre otra para permitir la traslación de la superestructura. Dependiendo de la cantidad que se espera de rotación de la superestructura, estos apoyos pueden proyectarse o no para permitir la rotación de la superestructura. La mayoría de estos apoyos se construye de acero, sin embargo, se han incorporado un poco el uso de teflón, bronce u otro material para reducir la fricción contra el deslizamiento.

F. Apoyos de Cilindro-Apoyo de Dilatación de Cilindro:

Los apoyos de cilindro se utilizan generalmente cuando existe una reacción vertical grande y se espera un valor fuerte de traslación en dos direcciones o una combinación de los dos. El apoyo fijo de cilindro está construido de un cilindro de acero al carbón el cual confina y sella un elastómero, de una manera similar al aceite que se confina y sella en un cilindro hidráulico. Los apoyos de dilatación de cilindro son similares en su construcción a los del tipo fijo, excepto que ellos también incorporan el uso de placas deslizantes (generalmente TFE, teflón y placas de acero inoxidable) para permitir la traslación de la superestructura.

G. Apoyos Elastoméricos:

Los apoyos elastoméricos son generalmente utilizados en concreto presforzado o traveses de acero curvas, de longitudes de claros cortas y moderados. Estos apoyos están contruidos de neopreno y acero al carbono moldeado en una masa sólida libre de vacíos. Los apoyos de dilatación elastoméricos son diseñados para adaptarse a los movimientos horizontal y vertical por deformación del mismo apoyo.

El apoyo elastomérico fijo está generalmente restringido contra el movimiento horizontal por el uso de barras de anclaje que se prolongan desde la superestructura a través del apoyo dentro de la subestructura. Los apoyos elastoméricos pueden incluir el uso de placas de carga en las caras superior e inferior del apoyo para fijarlo en su posición y ayudarlo en la distribución de las cargas.

III.9.- LECHO Y MÁRGENES

Una estructura es tan estable como la cimentación en que descansa. Muchos ríos tienen una tendencia natural a socavar y se requiere esfuerzos considerables para mantener el lecho en condiciones de que no se agrave esta tendencia y se arruinen las cimentaciones del puente. Los cauces aluviales, en particular, tienen tendencia a cambiar su localización, lo cual casi siempre resulta en efectos adversos de socavación sobre las cimentaciones de los puentes. Como la mayoría de las corrientes están en un estado constante cambio, generalmente es imposible mantener su morfología y una condición de invariabilidad. El proyectista, por lo tanto, deberá considerar estas inestabilidades y anticipar sus efectos, incluyendo en el proyecto previsiones para medidas prácticas de corrección, con objeto de adaptarse a los cambios adversos probables.

Es difícil dar una solución efectiva a un lecho de una corriente o al problema de un río. Los asentamientos de las cimentaciones, la socavación local, la erosión de las márgenes y la degradación de los cauces son problemas complejos y no pueden ser resultados por uno o dos métodos prescritos. Un geólogo, un ingeniero hidráulico y un ingeniero en estructuras, son necesarios para una consulta antes de emprender la solución de un problema de mantenimiento difícil, en algunos casos, cierto trabajo correctivo pudiera ser en realidad perjudicial a la estructura.

A. Erosión:

La condición más destructiva ocurre cuando difieren la orientación de las pilas o de los cimientos y la dirección de la corriente. El debilitamiento de la pila y el subsecuente asentamiento puede dar como resultado un daño estructural serio al puente. La erosión también puede dar como resultado la reducción de la estabilidad de la pila, por fricción, al cambiar alguno de los materiales del área de fricción.

En algunos casos, los pilotes de apoyo cimentados en un lecho resistente, puede también perder alguna estabilidad debido a la socavación. La erosión también es originada por una contracción del flujo en el sitio del puente, la geometría del meandro de la corriente, el material del lecho de la corriente, el material de la margen, así como el tamaño de las pilas. La erosión es un proceso que depende del tiempo, el cual esta fuertemente influenciado por la naturaleza variable del flujo de la corriente.

Los efectos de la erosión son particularmente evidentes después de que se han experimentado crecientes extraordinarias y no comunes, muchos factores complejos interactúan para causar desgaste en los lechos y márgenes, desviando el alineamiento y cambiando el perfil, para esto, debe obtenerse asesoría experta antes de intentar corregir un problema serio de erosión.

B. Remoción de Sedimentos y Desechos:

Los barrotes de la corriente, formados por sedimentos, pueden desviar esta contra un estribo o una pila. Este mal alineamiento y concentración del flujo origina un incremento en la velocidad en aquel punto, lo cual generalmente incrementa la capacidad de erosión de la corriente. Los sedimentos pueden alojarse contra los elementos del puente o detener más sedimentos hasta que la corriente es parcialmente obstruida. Cualquier escurrimiento no usual puede entonces desbordar las márgenes, deslavar los accesos al puente y dañar el puente mismo.

C. Agolpamiento de Hielos:

En ciertas corrientes pueden ocurrir frecuentemente agolpamientos de hielo. Un caso es cuando el deshielo resulta en una dispersión del hielo y este moviéndose aguas abajo alcanza lugares angostos y la trabazón de hielos puede formar agolpamientos. Otro caso es cuando el rompimiento del hielo es acompañado por una caída de flujo de agua, de tal manera que el hielo apoyado sobre el fondo del río forme un sólido embalse de hielo desde el lecho del río. Estos agolpamientos pueden desviar el agua alrededor de la estructura o forzar el flujo bajo las pilas y estribos y causar daños por socavación en los tramos del puente. El hielo también puede agolparse contra la estructura y ocasionar daño.

CAPITULO IV.- INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES

IV.1.- INSPECCIÓN DE PUENTES

La única forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos de un puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparados a tiempo. Para obtener una información satisfactoria, las inspecciones deben llevarse a cabo con una cierta periodicidad.

En la Dirección General de Construcción y Conservación de Obra Pública, se hacen, varios tipos de inspección con distintas finalidades:

1. - Para trabajos de mantenimiento normal o rutinario.
2. - Para evaluación estructural.
3. - Para permiso de tránsito de cargas especiales.
4. - Por emergencias.

Para programar los trabajos de mantenimiento rutinario, se hacen en forma anual, al efectuarse en inventario de las necesidades de todos los conceptos del camino. Las inspecciones para evaluación estructural se recomienda realizarlas cada 2 o 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser esta tipo de inspecciones de carácter minucioso y que requieren herramientas y equipo apropiados, por lo general se recurre a empresas especializadas.

Debido al desarrollo de nuestro país, principalmente, en la petroquímica y generación de energía eléctrica, se ha tenido la necesidad de transportar piezas de gran masa y volumen, para ello se revisan todos los puentes localizados en la ruta o rutas escogidas.

Determinando normas, especificaciones y preceptos que deben cumplirse durante la transportación, incluyendo la construcción de desviaciones, recalces, apuntalamientos o reforzamientos que se requieran de acuerdo con el dictamen técnico. Por fenómenos meteóricos, como ciclones, lluvias torrenciales, sismos o por colisiones o impactos provocados, principalmente, por accidentes, se presentan situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

INSPECCIÓN

Inspección de un puente es el uso de las técnicas requeridas para determinar el estado físico de la estructura.

Requisitos del Personal de Inspección

La persona encargada de la unidad organizacional, en la que se han delegado las responsabilidades de inspección, de elaborar reportes y de realizar el inventario del puente, deberá cumplir los requisitos mínimos siguientes:

1. ser ingeniero titulado y registrado, o
2. estar calificado para poder registrarse como ingeniero titulado de conformidad con las leyes del estado, o
3. tener una experiencia de 10 años como mínimo en el campo de la inspección de puentes, en calidad de responsable y haber asistido a un curso completo de adiestramiento basado en el Bridge Inspector's Training Manual que fue desarrollado en un esfuerzo conjunto Federal y Estatal y publicado por el U.S. Department of Transportation.

Será el responsable de toda la inspección de campo, de los análisis y de todos los resultados de la inspección y de las recomendaciones subsecuentes para corregir defectos, para colocar los carteles indicadores de restricción de carga y/o de velocidad o para algunas otras recomendaciones que se juzguen necesarias. Deberá estar totalmente familiarizado con las características de construcción y proyecto del puente para interpretar correctamente las observaciones y los reportes. Deberá ser capaz de determinar la carga de trabajo y la capacidad de carga de la estructura así como reconocer cualquier deficiencia estructural, valorar su gravedad y tomar las medidas necesarias y apropiadas para mantener el puente bajo condiciones de seguridad.

Rara vez una misma persona tendrá la experiencia suficiente para llevar los requisitos de experto en todos los campos especializados de ingeniería de puentes. Jamás deberá titubear en utilizar los conocimientos y la experiencia de ingenieros colegas en campos tales como proyecto estructural, construcción, materiales, conservación, equipo eléctrico, maquinaria, hidrodinámica, suelos o reparaciones de emergencia. Cada puente deberá ser inspeccionado por personal calificado a intervalos regulares que no excedan de dos años. La frecuencia con que se realicen dichas inspecciones al igual que su grado de dificultad dependerá de factores tales como su edad, la composición del tránsito, su estado de conservación y las fallas detectadas o conocidas.

Cualquier puente en estado dudoso o con fallas previamente detectadas requerirá de inspecciones periódicas, asimismo, todos los puentes señalados para un peso límite menor al legalmente estipulado para las carreteras estatales, también requerirán de inspecciones periódicas. Generalmente la investigación de campo de un puente deberá realizarse mediante procedimientos sistemáticos y organizados, eficientes, que minimicen la posibilidad de pasar por alto cualquier elemento del puente. Las observaciones deberán ser claras y detalladas de manera que puedan ser claras y detalladas e manera que puedan interpretarse debidamente en fechas posteriores al elaborar el reporte final, para evitar descripciones demasiado largas, se incluirán croquis y fotografías. Procedimientos de inspección: la inspección deberá incluir las siguientes observaciones, mas no necesariamente se limitara a ellas:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. Accesos:

Las condiciones del pavimento en los accesos deberán verificarse en cuanto a irregularidades, asentamientos y rugosidades. La existencia de uno o más de estos defectos puede hacer que los vehículos que lleguen al puente produzcan esfuerzos de impacto inconvenientes para la estructura. El agrietamiento e irregularidad de una losa de acceso de concreto hidráulico puede indicar que existe un hueco bajo la losa, producido por erosión o asentado del relleno. Examinense las juntas entre el pavimento del acceso y el diafragma del estribo, diseñadas para los movimientos térmicos, para determinar si el espacio libre es adecuado. En la medida de lo posible, el ingeniero deberá programar las inspecciones aquellas épocas del año que ofrezcan las condiciones más favorables para realizar inspecciones completas. Las subestructuras de puentes sobre corrientes o ríos pueden inspeccionarse mejor en época de estiaje y las estructuras que requieren ser escaladas por su considerable altura deberán inspeccionarse cuando no soplen vientos fuertes ni épocas de temperaturas extremas.

2. Corriente de Agua:

Deberá verificarse la capacidad hidráulica bajo la estructura considerando la cantidad de material de acarreo en época de avenidas. Cuando las márgenes son inadecuadas para resistir el hielo y los materiales flotantes, representan una grave amenaza para la estructura en los niveles de aguas máximas. Si se lleva un registro del perfil del canal de la estructura y de sus cambios significativos, se contara con un valioso registro de las tendencias de socavación, desviación y degradación del canal o aumento de materias depositadas. Un estudio de estos fenómenos permite prever cuando la protección de las zapatas de un estribo o pila puede ser requerida.

Deberá verificarse que no se hayan formado bancos de arena y grava en el canal que puedan encauzar la corriente hacia las pilas y estribos, produciendo una socavación peligrosa. Los equipos de mantenimiento deberán establecer un programa definitivo para remover los cuerpos flotantes durante las avenidas máximas para reducir el peligro potencial que eventualmente pudieran presentar.

3. Pilas y Estribos:

Deberán inspeccionarse las zapatas para verificar si no se han socavado excesivamente, esta labor es conveniente llevarla a cabo en época de estiaje, en muchas pilas será necesario realizar pruebas y/o inmersiones de reconocimiento, normalmente esto se requerirá cada cinco años aproximadamente, excepto en condiciones anormales. Deberá presentarse especial atención a la cimentación en el caso de zapatas aisladas en las que la erosión o socavación puede ser mucho más crítica que en la cimentación de pilas.

Deberá inspeccionarse todo el concreto expuesto para determinar la existencia y la magnitud de las grietas y cualquier deterioro del concreto entre si. El acero estructural parcialmente empotrado en el concreto de la subestructura deberá inspeccionarse por la cara expuesta a deterioros y movimientos. Solo cuando se sospecha de movimientos o asentamientos se efectuara una nivelación por ingenieros y se establecerán comparaciones con registros anteriores, de ser necesario, se tomara las medidas de reparación pertinentes y se elaborara un registro completo para referencias.

4. Caballetes:

Se comprobara que los pilotes no estén carcomidos, especialmente en las zonas que alternadamente se mojan y se secan. El lugar más propicio para que se presente esta situación es a la altura del terreno, por lo que será necesario realizar perforaciones a intervalos periódicos. Un pilote aparentemente sano en su superficie podrá estar severamente carcomido en su interior. Los elementos de contraventeo deberán revisarse para comprobar que son adecuados y resistentes y que están firmemente sujetos, deberá observarse si al paso de cargas pesadas ocurren movimientos poco comunes en cualquiera de los elementos del caballete.

5. Largueros:

Deberán examinarse los largueros de madera para observar si presentan hendiduras, agrietamiento o deformación excesiva. Los largueros deberán mantenerse totalmente libres de acumulaciones de basura para evitar que se inicie el carcomido o para prevenir su avance una vez que se ha iniciado. Se vigilara que los arriostramientos entre los largueros de madera estén bien ajustados y que funcionen adecuadamente. Se verificara que los largueros de acero y las trabes no presenten agrietamientos o corrosión, especialmente a lo largo del patín superior y en los extremos en donde se apoyan y donde pudieran acumularse desechos. También se comprobara que los patines y el alma no estén deteriorados o mal alineados, se tendrá que revisar todas las conexiones de los largueros para asegurarse de que están bien ajustadas.

6. Trabes de Acero:

Deberá examinarse el acero para verificar la presencia de grietas o corrosión, especialmente a lo largo del patín superior, alrededor de los remaches o en las cabezas de los pernos, en las superficies de contacto en donde pueden penetrar la humedad entre las placas del patín. Deberán revisarse los patines y las almas para comprobar que no están dañados o mal alineados y los atesadores del alma para comprobar que no hay evidencia alguna de pandeo, hay que determinar si ocurre alguna vibración no usual o deflexiones excesivas al paso de cargas pesadas.

7. Trabes de Concreto:

Deberán examinarse las almas de las vigas T para comprobarse que no exista un agrietamiento anormal o una desintegración del concreto, especialmente sobre los apoyos.

Las trabes sobre un camino transitado deberán examinarse para comprobar que no presentan daño alguno como resultado de impactos producidos por vehículos pesados de gran altura que pasen bajo el puente. Deberá examinarse la losa inferior de las estructuras a base de trabes de cajón y la cara exterior de estas para comprobar que no existan agrietamientos importantes. Las trabes de concreto presforzado deberán examinarse en cuanto a su alineamiento, agrietamiento y deterioro del concreto. Hay que buscar posibles agrietamientos o descostramientos en la zona de apoyos y su alrededor y en los diafragmas colados en el lugar en donde el escurrimiento plástico y las ondulaciones de las trabes pudieran haber tenido algún efecto.

8. Apoyos:

Deberán examinarse todos los dispositivos de apoyo para asegurarse de que se encuentran funcionando adecuadamente. Hay que recordar que pequeños cambios en otras partes de la estructura, tales como el asentamiento de pilas o estribos, pueden reflejarse en los apoyos. Los apoyos móviles deberán revisarse para comprobar que pueden moverse libremente y que están limpios. Los apoyos deberán ser examinados cuidadosamente después de incidentes no usuales, tales como daños ocasionados por el tránsito pesado, sismos y golpeamientos originados por cuerpos flotantes en época de avenidas. Deberá examinarse el concreto para cerciorarse que no presenta grietas y descostramientos en la base de los estribos y en los cabezales de las pilas, en donde las trabes así como las vigas T de concreto se apoyan directamente sobre el concreto. Deberán revisarse las grietas por cortante en los extremos de las vigas y las cuarteaduras y astillamientos en las orillas del elemento de carga.

9. Juntas de Dilatación:

Las juntas mal proyectadas y con un mantenimiento deficiente son una fuerte constante de problemas por lo que deberán examinarse cuidadosamente. Deberá tenerse cuidado con las juntas tipo y revisar que el sello este en condiciones tales que impida la entrada de piedras, arena y otro material no compresible. Deberá examinarse la parte inferior de las juntas de dilatación, hasta donde sea posible, para detectar cualquier problema inminente. Este es un peligro grave en las estructuras que cruzan sobre carreteras, andenes o cualquier área ocupada.

10. Cubiertas:

Las losas de concreto deberán revisarse para comprobar que no presentan agrietamientos, descostramiento, desconchamiento, baches o alguna otra evidencia de deterioro. Deberá evaluarse cada detalle para determinar el efecto que pudiera tener sobre la estructura, así como el trabajo requerido para restaurar la pérdida de integridad estructural y conservar una superficie de rodamiento uniforme. Deberá examinarse muy cuidadosamente, cualquier evidencia de deterioro en el acero de refuerzo para determinar su magnitud.

Las losas en contacto con sales o con un medio ambiente salino son las susceptibles de resultar afectadas. La superficie de rodamiento asfáltica o de cualquier otro tipo de una cubierta puede esconder defectos de esta última hasta que ya están muy avanzados. El revestimiento deberá revisarse muy cuidadosamente para comprobar que no hay evidencia alguna de deterioro de la cubierta. Tales efectos pueden aparecer como agrietamientos o rompimiento del revestimiento o como una deformación excesiva.

Deberá verificarse que las cubiertas de acero no presenten corrosión o soldaduras defectuosas, es importante mantener una superficie impermeable sobre una cubierta de placas de acero para protegerla contra la corrosión del acero, especialmente en un medio ambiente de aire salino, así como en áreas donde se utilizan sales del hielo.

11. Guarniciones:

Deberán examinarse las guarniciones de concreto para comprobar que no presentan agrietamientos, descostramiento o deterioro de otro tipo. Hay que verificar si no han perdido altura como resultado del revestimiento de la cubierta. Deberá comprobarse que las protecciones de madera contra las ruedas, incluyendo las cajas de las coladeras, no presentan hendiduras o cuarteaduras, asimismo deberá verificarse que no estén corroidas o podridas, se revisaran si están debidamente atornilladas para que se mantengan en su lugar, hay que observar las condiciones en que se encuentra la pintura en los sitios donde se utiliza para mejorar la visibilidad.

12. Banquetas:

Las banquetas de concreto deberán examinarse para comprobar que no presentan grietas, resquebrajamiento, baches u otro tipo de deterioro, es necesario observar las condiciones de las juntas especialmente en los estribos, para comprobar que no hay movimiento diferencial, el cual podrá abrir la junta u originar un desplazamiento que podría constituir un peligro para los peatones. Las banquetas de acero deberán verificarse para detectar la presencia de corrosión y para checar que todas las conexiones estén bien ajustadas. Se examinarán todas las banquetas para comprobar que su drenaje es adecuado y que su superficie no es muy áspera, además se corregirá cualquier detalle que constituya un peligro para los peatones.

13. Parapetos del Puente:

Los parapetos de concreto deberán examinarse para detectar agrietamientos, resquebrajamientos u otros deterioros del concreto. Los parapetos de metal deberán revisarse para cerciorarse de las condiciones en que se encuentra la pintura o si presentan corrosión. En los parapetos de madera deberá comprobarse que no estén carcomidos sus elementos y que todas las secciones sean seguras. Asimismo deberá verificarse que todos los parapetos estén debidamente protegidos contra daños que pudiera producir el tránsito. Hay que revisar el alineamiento vertical y horizontal ya que cualquier asentamiento de la subestructura o deficiencia de los apoyos puede reflejarse en los parapetos. De igual manera, hay que cerciorarse de que los parapetos sean seguros y que no presenten cortes o salientes que pudieran constituir un peligro para los peatones.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

14. Barreras:

Deberán examinarse las barreras para localizar daños originados por el tránsito y para checar el alineamiento. Deberá verificarse si el concreto presenta agrietamientos, resquebrajamientos u otro tipo de deterioro y si las partes metálicas de la barandilla no presentan corrosión así como que los pernos de anclaje y sus respectivas tuercas estén ajustados.

15. Armaduras (Acero):

La inspección de cualquier armadura normalmente se inicia visualmente a lo largo del barandal de la calzada o de la guarnición y a lo largo de los elementos del cordón de la armadura, para determinar un mal alineamiento ya sea vertical u horizontal.

Deberá verificarse cada uno de los elementos de la armadura, los elementos a compresión del acero, deberán examinarse para cerciorarse de que no están derechos y sin retorcimientos, ni doblamientos, así como para ver si sus conexiones están intactas. Las diagonales deberán verificarse para comprobar que su ajuste esta correcto, algunas veces estas diagonales se ajustan debidamente con objeto de prevenir la vibración o el golpeteo generando esfuerzos anormales en las propias diagonales o en otros miembros. Deberá examinarse el estado de la pintura y reportar el grado de corrosión, así como revisar cuidadosamente los alrededores de las cabezas de los pernos y remaches, los detalles de conexión son particularmente susceptibles a la corrosión especialmente donde los contaminantes provenientes de la superficie de la calzada, tales como las sales del hielo, pueden depositarse sobre el acero. Se comprobara que los remaches y los pernos no estén flojos, desgastados o cortados.

16. Armaduras (madera):

Deberá verificarse, cuidadosamente el alineamiento de la armadura ya que cualquier pandeo que pudiera existir indicaría una falla parcial de las juntas o un mal ajuste de las barras verticales de acero. Deberán examinarse todos los elementos de madera para ver si no presentan hendiduras, cuarteaduras o están carcomidos, esto ultimo se da con mayor frecuencia, en las juntas donde hay superficies de contacto, muescas en la madera por donde puede penetrar la humedad y alrededor de agujeros a través de los cuales se introducen los vástagos de los pernos. Deberá comprobarse que no hay evidencia alguna de aplastamiento en los extremos de la cuerda de compresión y en las diagonales, deberá observarse si existe algún peligro de fuego que necesite corrección para salvaguardar la estructura.

17. Puentes Móviles:

Los tipos más comunes de puentes móviles son: de tramo giratorio, el levadizo y el basculante (de uno o dos tramos). La inspección de las armaduras, el sistema de piso y otros elementos estructurales, requerirán de procedimientos normales de inspección. Deberá verificarse cuidadosamente que el acero no presente corrosión que se extienda hasta el concreto, el agua puede acumularse en estos sitios y penetrar en la junta contribuyendo así a la corrosión, deberán investigarse las manchas de concreto alrededor de los empotramientos, ya que puede ser indicio de corrosión y pérdida de área de sección transversal del acero en la superficie de concreto y quizás justamente debajo de la superficie.

18. Señalamiento:

Deberá verificarse que se encuentran en el lugar apropiado todas las señales requeridas para indicar el peso límite estipulado, la disminución de la velocidad límite, o la reducción del galbo vertical, esta inspección deberá incluir las señales que se encuentran en o sobre la estructura y cualquier señal de advertencia que sea necesaria, se verificara que los letreros de las señales estén claros y legibles y si en general están en condiciones físicas satisfactorias. Cualquier revisión realizada que pudiera alterar los galbos verticales, tales como una sobrecarpeta en la calzada, requerirá de un nuevo chequeo de los galbos y la corrección de las señales y registros para reflejar el cambio

19. Instalaciones Independientes de la Estructura:

El número y tipo de servicios públicos, alcantarillado y otras instalaciones independientes, relacionadas o confinadas en el puente, al igual que las instalaciones de las zonas circunvecinas, ameritan que se lleve un registro. Si no se controlan debidamente el número, tipo e instalaciones, se puede sobrecargar la estructura o hacer extremadamente difícil la conservación normal de la misma. Deberá comprobarse si las instalaciones están apoyadas adecuadamente que no sean un peligro para el tránsito que pudiera utilizar o pasar debajo de la estructura, hay que revisar que no haya protecciones desgastadas o deterioradas y que los cables estén debidamente aislados. Deberá verificarse cuidadosamente que las instalaciones no tengan efecto perjudicial alguno sobre el puente, que la vibración o los movimientos de dilatación no están causando agrietamientos en los miembros de apoyo y que la pintura no esta siendo dañada. Deberá observarse el efecto estético que las instalaciones puedan tener sobre el puente, este aspecto se tomara en consideración para que las instalaciones permanezcan o no en el puente, la apariencia general de las zonas próximas a la estructura será un factor importante para tomar la determinación correspondiente.

20. Estética:

El valor de las cualidades estéticas de un puente varia en gran medida de una zona a otra, al respecto, algunas dependencias le dan mayor importancia que otras y esa importancia también fluctuara de tiempo en tiempo dentro de una área determinada. Las normas estéticas implantadas por cada departamento influirán sobre el grado de conservación de varias unidades y deberán tenerse en cuenta durante las inspecciones periódicas.

Las condiciones de la pintura y de la superficie del concreto son probablemente los aspectos más comunes de un puente donde la apariencia puede dictar la necesidad de trabajar mucho más pronto de lo que pudiera requerirse tan solo para cumplir con el requisito de colocar recubrimiento de protección.

21. Generalidades:

Los defectos descubiertos en diversas zonas de la estructura, mencionados en los títulos precedentes, requerirán de una investigación para determinar y evaluar su causa. Los puentes deberán ser observados al paso de cargas pesadas para determinar si no existe vibración o deformación excesiva, para esta evaluación puede requerirse la medición cuidadosa del eje del puente, la pendiente y la longitud, de esta manera puede estimarse la gravedad de estas condiciones y llevar a cabo una acción correctiva adecuada, así como determinar en forma precisa los posibles peligros de fuego.

Este aspecto incluirá un chequeo sobre la acumulación de basura producto de acarreo, ramas y maleza. Las casetas de control en los puentes móviles, al igual que los pequeños almacenes, deberán estar libres de acumulaciones ya que son fácilmente combustibles, en general, se practicará una buena labor de limpieza, el almacenamiento de material inflamable abajo o cerca de un puente deberá prohibirse.

Es conveniente que el ingeniero supervisor comente con el superintendente local de conservación o con el sobrestante de la carretera lo relativo a los puentes de su zona, la persona encargada del mantenimiento local deberá observar los puentes durante todo el año y bajo cualquier tipo de clima. La acción de la corriente durante la época de avenidas y la posición de las juntas de dilatación en épocas de temperaturas muy altas o muy bajas son ejemplos de condiciones problemáticas observadas por el personal de mantenimiento local, que por lo general no son observadas por el ingeniero que lleva a cabo la investigación. Algunos problemas o problemas potenciales, pueden ser evidentes en algunas épocas pero en otras no, una investigación posterior podría ser prudente como resultado de la obtención de factores de alguien más familiarizado con las condiciones.

Reportes de la inspección del Puente

Al elaborar el reporte hay que tener presente que con base a esta información podrán proyectarse reparaciones o efectuar asignaciones de dinero, además es un registro legal que puede constituir un elemento importante en un litigio futuro. El lenguaje utilizado en los reportes deberá ser claro y conciso y en beneficio de la uniformidad, deberá utilizarse la misma tecnología hasta donde sea posible, para evitar ambigüedad en el significado. La información contenida en los reportes es obtenida de las investigaciones de campo y complementada con las referencias de los planos de Construcción y Verificación en el Campo. En el reporte deberá estar claramente indicada la fuente de toda la información que contenga.

Deberá elaborarse un reporte por cada puente investigado, aun cuando solo se trate de una inspección rápida, las cuales se realizan con frecuencia para verificar algún detalle específico donde se anticipe un cambio o un problema, aun cuando no se detecten cambios evidentes en la inspección y que las condiciones existen parezcan no ser importantes, el documentar esta información podrá tener gran valor en el futuro.

Como parte del reporte original del puente deberán incluirse por lo menos dos fotografías de cada puente, una mostrando una vista panorámica de la carretera y otra que muestre una elevación lateral, también podrán incluirse otras fotografías que muestren las fallas importantes u otras características especiales significativas. Es conveniente adjuntar una fotografía que muestre las instalaciones complementarias de la estructura, así como las señales de peligro, falla o defecto, que ameriten mencionarse, al igual que la descripción de las condiciones y evaluación correspondiente. Los diagramas bien elaborados son muy útiles para determinar, en investigaciones futuras, el desarrollo de las fallas y para ayudar a determinar los cambios y su magnitud, deberán incluirse todas las recomendaciones e instrucciones para la reparación o el mantenimiento correspondiente.

IV.2.- REGISTROS

- FUNCIÓN:

Una de las funciones de la conservación de puentes es el registro completo, preciso y actualizado de cada puente dentro del sistema de carreteras. Los registros deben llevarse de manera ordenada y estar a la disposición de cualquier persona autorizada que los solicite.

Los registros deben proporcionar una historia completa de la estructura incluyendo todas las recomendaciones que se hagan para reforzarla y repararla junto con los trabajos que se hayan realizado de acuerdo con dichas recomendaciones, el archivo proporcionara datos acerca de la capacidad de la estructura, incluyendo los cálculos que indiquen las limitaciones. Cuando se lleva de manera adecuada un registro con información completa constituye un elemento vital para el buen funcionamiento de una carretera segura y de superficie lisa.

- REPORTES DE INVENTARIO:

Los reportes de inventario deben incluir la descripción general, historia, planos e incorporar los reportes de la inspección y análisis de esfuerzos que reflejen las condiciones y recomendaciones en relación con el puente y sus alrededores. Los reportes de inventario original deben contener como mínimo la siguiente información:

1. - Numero del Puente:

El numero oficial asignado a la estructura.

2. - Fecha de Investigación:

Fecha en que se realizo la investigación de campo.

3. - Nombre:

El nombre completo del puente, puede indicarse entre paréntesis algún otro nombre común por el que se le conozco, después del nombre oficial.

4. - Localización:

La localización del puente debe describirse con lujo de detalle de tal manera que pueda encontrarse fácilmente en un mapa o en el campo, normalmente se localizaran por medio del numero de la ruta, municipio y kilometraje registrado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. - Descripción:

Se proporcionara o mencionara brevemente todos los datos pertinentes en relación con el tipo de estructura. El tipo de superestructura por lo general se indicara mencionado en primer lugar el tipo de pilas y de estribos junto con el tipo de cimentación, si el puente esta apoyado en pilotes, debe mencionarse el tipo de pilote, si hay datos disponibles, debe indicarse el tipo de suelo en el que se apoyan las zapatas, las presiones máximas en los apoyos y la capacidad de las pilas.

6. - Esviajamiento:

Normalmente el ángulo se tomara de los planos y se registrara el grado mas aproximado. Cuando no se cuenta con los planos, debe estimarse este ángulo y si es de 0° , esto también debe mencionarse, el ángulo de esviajamiento es el ángulo que existe entre el eje de una pila y la línea perpendicular al eje de la calzada.

7. - Claros:

Debe enlistarse el número de claros y la longitud de los mismos, se enlistaran en el sentido del kilometraje. Los tramos a nivel de las carreteras del estado por lo general se enlistaran de izquierda a derecha viendo la carretera de frente. La longitud de los claros se registrara al décimo de metro más próximo y se anotara si la medición es de centro a centro (c/c) o si se trata de una distancia libre (c/r) entre pilas, caballetes o estribos, las mediciones se realizaran a lo largo del eje central.

8. - Longitud total:

Esta será la longitud total la décima del metro más próximo y será la longitud de la calzada que se apoya en la estructura del puente. Por lo general será la longitud pavimentada entre juntas de dilatación o entre la cara posterior de los diafragmas medida a lo largo del eje central.

9. - Ancho de Calzada:

Será el ancho libre mínimo entre guarniciones, parapetos u otras restricciones, tratándose de calzadas divididas como el caso de autopistas sobre pasos superiores, el ancho de la calzada se considerara como el tramo entre acotamientos, no obstante, también se mencionara el ancho de los acotamientos y de la faja separadora central.

10. - Carpeta:

Se mencionara el tipo de superficie de desgaste al igual que su espesor.

11. - Banquetas:

Si tan solo hay una banqueta, dependiendo del lado donde se encuentre se anotara "1@5.0" (este), la medición se registrara al décimo del metro más próximo, las banquetas de los dos lados se anotaran como "2@5.10", en el caso de que no existan banquetas, anotar "Ninguna".

12. - Parapeto:

Se anotara el tipo y material del parapeto.

13. - Alineamiento:

Indíquese si el puente esta en curva o en tangente, si se trata de una curva, menciónese el radio de la curvatura siempre que se cuente con los planos para esta información, en los caminos y puentes mas viejos, se establecerá una comparación del alineamiento con el alineamiento general del camino.

14. - Carriles de Circulación:

Indíquese el numero de carriles de transito.

**ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA**

15. - Carga Viva de Diseño:

La carga viva para la que se diseño el puente debe mencionarse cuando se conozca, en una estructura que ha sido ensanchada o bien alterada o sea que algunos tramos se diseñaron para diferente carga viva, debe especificarse cada una de dichas cargas.

16. - Área bajo el Puente:

Puede clasificarse como "no es un factor" excesiva, "suficiente", "escasa" o "insuficiente". La velocidad de la corriente debe clasificarse de acuerdo con las probabilidades de socavación, como: "normalmente alta velocidad", "normalmente baja velocidad". También debe indicarse el material que constituye el lecho de la corriente, en los casos en que la sección transversal sea uniforme, puede mencionarse la altura libre promedio y hacer caso omiso al perfil propuesto.

17. - Otras características del cruce:

Menciónese lo que cruza la estructura, además del obstáculo principal, el obstáculo principal por lo general se identifica con el nombre del puente, por ejemplo, un puente con el nombre de "un río" obviamente cruza o transporta el tránsito sobre el río, también puede cruzar por arriba de una vía férrea, otros caminos, etc.

18. - Galibos:

Deben hacerse un diagrama de la altura libre de cada estructura que restrinja el espacio vertical sobre una carretera, como pasos superiores, pasos inferiores y puentes de armaduras de paso a través. El número mínimo de mediciones que aparezcan en el diagrama se indicaran en cada extremo del tramo recorrido y la altura mínima vertical dentro del mismo. En el reporte se indicara la distancia libre mínima de la calzada, esto incluye cada una de las calzadas cuando se trata de un camino dividido.

Cuando la estructura es una losa o una armadura tipo pony, de poco peralte o sea que no hay obstrucción vertical, la altura libre se indicara en el reporte como inalterada. Las mediciones verticales se indicaran en metros y centímetros y cualquier fracción de centímetro se aproximara a la más cercana, por ejemplo, una medición de campo de 4.77 m se registrara como 4.80 m. Las mediciones horizontales se registraran al décimo del metro más próximo.

19. - Fecha de Construcción:

La fecha de terminación: la fecha de terminación de la obra, si el puente ha sido ensanchado en relación con su construcción original, deberá indicara la "Fecha en que fue Ensanchado". Deberá hacerse una anotación similar en el caso de alguna reconstrucción de importancia.

20. - Planos:

Menciónese los planos de que se dispone el lugar donde se encuentran archivados y si se trata de planos "Estructurales".

21. - Planos y Dimensiones:

Cuando no haya planos en el archivo, se elaboraran planos suficientes durante las investigaciones de campo para permitir un análisis de esfuerzos adecuado de toda la estructura cuando resulte práctico.

22. - Reporte de Inspección del Puente:

Deberá incluirse un reporte de la inspección del puente que abarque las condiciones observadas y las operaciones de conservación recomendadas o las restricciones en relación con el puente.

23. - Restricciones:

Anote cualesquiera restricciones de carga, velocidad o tránsito que rijan en el puente y si se tienen los datos, regístrese la fecha en que entraron en vigor y el nombre de la institución que las implanto.

24. - Diversos:

Inclúyase información en relación con las marcas del nivel de las aguas, condiciones o cargas poco usuales y cualquier otro dato que no puede considerarse fácilmente en los demás encabezados.

25. - Análisis de Esfuerzos:

En algunas estructuras se requerirá realizar un análisis de esfuerzos para determinar su capacidad de operación y de los inventarios o bien sus límites de carga cuando se requiera, para la colocación de señales. Se formulara un escrito general con los resultados de los análisis de esfuerzos, señalando los elementos que se encontraron debilitados, los esfuerzos que se utilizaron y cualquier factor modificado que se considere en el análisis.

26. - Registro de Pintura:

Los registros de las operaciones de pintura de cada estructura de acero debe ser parte del inventario. Las inspecciones subsecuentes de los trabajos de pintura serán de utilidad en la programación de trabajos futuros.

27. - Firma:

Los reportes deben ir firmados por la persona que realice las investigaciones.

28. - Perfil del Cauce:

Una hoja en la que se ilustra el perfil del cauce del lado aguas arriba del puente debe formar parte del reporte original del puente.

El dibujo debe mostrar la cimentación de la estructura y cuando este disponible, la descripción del material en el que se apoyan las zapatas, la elevación de las puntas de los pilotes y/o de las zapatas de las pilas y estribos. Las mediciones verticales deben hacerse con referencia a una parte de la estructura tal como la parte superior de la guarnición o del parapeto, que son fácilmente accesibles durante las crecientes. El ingeniero puede determinar la necesidad de realizar sondeos adicionales, pero estos normalmente se limitaran a un área dentro de un radio de 30 m de la pila.

29. - Instalaciones Independientes de la Estructura:

Debe entregarse, junto con hoja del reporte original del puente, una hoja en la que se indiquen las construcciones adicionales cuando haya una o más instalaciones en la estructura.

30. - Condiciones del Medio Ambiente:

Cualquier condición usual del medio ambiente que pueda afectar, tal como riesgos de sales, gases industriales, etc., deben anotarse en el reporte.

31. - Sistema Federal de Ayuda:

Indíquese si el puente se localiza dentro del rubro del Sistema Federal de Ayuda, sería conveniente indicar, asimismo el número de la ruta de A.F. cuando sea posible.

32. - Transito Diario Promedio:

Mencione el TPD junto con la fecha del registro, esta información debe actualizarse a intervalos de aproximadamente 5 años.

IV.3.- CLASIFICACIONES DE PUENTES

El procedimiento seguido para clasificar las estructuras existentes requerirá de una evaluación meticulosa de diversos factores complejos y frecuentemente conflictivos, en un constante esfuerzo para alargar la vida útil de nuestros puentes carreteros y salvaguardar a los usuarios de automóviles. La evaluación de puentes de capacidad dudosa debe incluir, mas no limitarse necesariamente a: un análisis completo y detallado de la estructura, una investigación de las leyes en vigor de los requerimientos legales de las jurisdicciones locales en las que se localiza el puente, la medida en que las instituciones que dictan las leyes pueden controlar las cargas en el puente, el interés por parte del publico en obtener el máximo provecho y seguridad de la instalación carretera.

Cada puente de carretera se clasificara con base en dos niveles de carga, ya sea por medio del método de Factor de Carga o bien de Esfuerzos de Trabajo, que representan debidamente la resistencia de los materiales de construcción en su estado actual y el método empleado se identificara como referencia futura. En el nivel de carga superior o primero, la clasificación de capacidad se conocerá como Clasificación de Operación. La clasificación de operación es el nivel de carga máximo permisible y absoluto al que puede estar sujeta una estructura. Algunos permisos especiales por la circulación de vehículos mas pesados que lo normal puede otorgarse únicamente si dichas cargas se distribuyen de manera tal que no excedan la capacidad estructural determinar por la capacidad de operación.

En el segundo nivel de carga o inferior, la clasificación de la capacidad se conocerá como la clasificación del inventario, la clasificación del inventario determina el nivel de carga que puede soportar una estructura existente con seguridad por un periodo de tiempo indefinido. La carga viva considerara en la entrega de los permisos será para el tamaño, peso y tipo de vehiculo que hace uso de la carretera, junto con un factor de impacto que depende de las condiciones locales y que variara de tiempo en tiempo y de Estado en Estado de acuerdo con las leyes y reglamentos locales.

La carga viva utilizada para establecer las clasificaciones de operación e inventario será la carga estándar de la AASHTO "H" o "HS" o bien uno de los tres tipos convencionales de vehículos. Cuando sea conveniente reducir las cargas de impacto se considerara el límite de velocidad, se encontrara que en algunos casos los límites reducidos disminuyen las cargas de impacto al grado que no sea necesario reducir el límite de peso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La consideración de un señalamiento del límite de velocidad requerirá del criterio de un ingeniero y dependerá en gran parte del alineamiento, localización general, volumen y tipo de tránsito, tal señalamiento debe considerarse como una base para incrementar el límite de peso en aquellas áreas donde se prevé que será difícil observarlo y donde se anticipen frecuentes violaciones a dicha restricción.

INSPECCIÓN

Cualquier estructura cuya carga de diseño desconozca requerirá de un estudio para determinar su capacidad de carga segura, la clasificación de la estructura para que su capacidad sea segura comenzara con una investigación de campo completa. Se examinará todas las características físicas del puente que puedan tener efecto en su integridad estructural. En aquellos sitios donde el acero este severamente corroído, el concreto deteriorado y la madera podrida, debe hacerse una determinación de la pérdida del área de la sección transversal lo mas apegado a la realidad posible, de manera que pueda calcularse la sección neta.

Debe determinar y registrarse el tamaño, número y localización relativa de pernos y remaches en los elementos sujetos a tensión para poder calcular el área neta de la sección. Tales defectos tendrán un gran efecto en la capacidad de carga de un elemento y puede que sea el factor que controla la capacidad de carga de seguridad de toda la estructura. En muchos casos, una inspección física de la estructura será suficiente para que un ingeniero calificado determine si el puente esta dentro de los límites de seguridad con respecto a todas las cargas legales, tal podría ser el caso de un puente de concreto sano que ha venido soportando un tránsito normal durante muchos años sin mostrar pérdida de esfuerzo.

Se prestara especial atención a todos los elementos de la subestructura para determinar evidencias de inestabilidad que pudieran afectar la capacidad estructural de carga de seguridad del puente, para dicha evaluación se requerirá la intervención de un ingeniero calificado después de la inspección física. Un factor de seguridad mas elevado en un puente que soporta grandes volúmenes de tránsito puede resultar conveniente si se compara con el factor de seguridad de una estructura que soporta pocos vehículos, especialmente si en el primero se incluyen diversas cargas pesadas. Algunas estructuras requerirán un análisis cuidadoso para determinar su capacidad de carga de seguridad.

Probablemente algunos de los mejores ejemplos de puentes de este tipo o categoría serían los de claros con armaduras de acero y madera bastante viejos, de los que se desconoce la carga de proyecto y que se sospecha que son inadecuados para las cargas actuales debido a su apariencia general de esbeltez, tales puentes requerirán un análisis completo de todos los elementos estructurales que no es posible juzgar por la sola inspección.

PLANOS Y DIMENSIONES

Cuando existen planos del puente que desea clasificarse, normalmente se tomarán los mismos, los tipos y dimensiones de los elementos. Asimismo aun cuando los planos se conformen a la construcción original, esta puede haber sufrido modificaciones desde el principio, las cuales deben quedar registradas. Cuando no existen planos de los puentes, deberán realizarse mediciones con cierta precisión para que realmente sean útiles, las mediciones exageradamente precisas conducen a una pérdida de tiempo y un falso sentido del valor de los resultados que se deriven, los siguientes límites de precisión por lo general son suficientes para las mediciones de campo: elementos de madera 6 mm aprox.; elementos de concreto 12 mm aprox.; superficie asfáltica 12 mm aprox. El grado de precisión de las mediciones de un puente depende de la aplicación que se les pretenda dar, mientras que para el análisis de esfuerzos tan solo se requerirán dimensiones generales, los planos para las reparaciones o mejoras requerirán mediciones mucho más detalladas y completas.

SEÑALAMIENTO REGLAMENTARIO

El señalamiento reglamentario nuevo o revisado deberá conformarse a los requerimientos del Manual de Dispositivos Uniformes de control de Tránsito en Calles y Carreteras y se establecería de acuerdo con los procedimientos requeridos por la agencia con autoridad reglamentaria sobre la carretera. La selección de las condiciones del límite de peso se llevará a cabo para responder a la política local establecida dentro de los límites, ningún puente se limitará a un peso menor que tres (3) toneladas, un puente debería cerrarse si no tiene capacidad para soportar tres toneladas. Los límites de velocidad deben señalarse para permitir que los puentes soporten cargas más pesadas reduciendo el impacto o para evitar choques de alta velocidad dentro de espacio libre a través de las estructuras, los límites de velocidad establecidos deben restringirse únicamente a los vehículos que se ven afectados por la necesidad de reducir el impacto.

ESPECIFICACIONES PARA VERIFICAR LA CAPACIDAD DE LOS Puentes EXISTENTES

Suposiciones:

Estas especificaciones serán utilizadas para determinar el inventario de seguridad máxima y la capacidad de carga viva de operación de los puentes existentes, suministrarán una base para calcular las cargas máximas que pueden permitirse en un puente cuando los materiales son de buena calidad, los miembros actúan normalmente y se han hecho reducciones con respecto al tamaño o área de las partes deterioradas. Se supone que los puentes están sujetos a inspecciones competentes tan frecuentemente como las requieran las condiciones de las estructuras y que el ingeniero investigador aplicara el juicio severo al determinar el factor de seguridad incrementando que se utilizara cuando no existan las condiciones arriba mencionadas. En la determinación de los factores de seguridad apropiados, deberán tenerse en mente todos los tipos de carga producidos por vehículos, pero debe evitarse la adopción de factores de seguridad irrazonablemente grandes, que causan recargos innecesarios en el transporte económico.

Señalamiento en Puentes de Concreto:

Un puente de concreto no necesita la colocación de postes de señales para la restricción de las cargas cuando ha estado soportando tránsito normal durante un periodo de tiempo considerablemente largo sin mostrar daños graves, esta regla se aplicara a los puentes de los cuales se desconocen detalles del refuerzo, sin embargo, el puente deberá inspeccionarse a intervalos frecuentes para buscar indicios de daños que pudieran haberse desarrollado hasta el momento en que el puente sea reforzado o reemplazado.

Uso y Modificación de las Especificaciones Estándar para Diseño:

Para todos los casos no cubiertos definitivamente por estas especificaciones, se utilizarán las especificaciones estándar usadas para el diseño de puentes nuevos, no obstante puede haber casos en donde el ingeniero, basándose en el conocimiento de las condiciones y características de comportamiento de un puente bajo el tránsito, puede establecer un juicio en el sentido de que la acción de un elemento dentro de la estructura no se ajusta al concepto de diseño de las especificaciones de control.

En esta situación, puede modificar los criterios de diseño dentro de los límites de seguridad y siguiendo principios firmes de la mecánica de la ingeniería, fundamentar su análisis de la capacidad del elemento en una acción conocida bajo carga, las desviaciones de las especificaciones de control deben documentarse en su totalidad. Como una guía para hacer modificaciones al procedimiento de diseño, debe tenerse en mente los hechos siguientes:

- Los factores de seguridad utilizados en el diseño de puentes nuevos pueden incluir un incremento en el volumen de tránsito, una cantidad variable de deterioro y condiciones extremas de carga prolongadas continuas. El empleo de la capacidad de operación como límite de carga de los puentes existentes se aplica únicamente a puentes inspeccionados con frecuencia. Los puentes que tienen limitaciones de peso o elementos esforzados hasta cerca del esfuerzo considerado en la capacidad de operación son inspeccionados más frecuentemente que otras estructuras, por consiguiente, la capacidad en realidad está siendo reevaluada por el ingeniero en cada inspección a través de la existencia de fallas o deterioro que podría afectar su capacidad para soportar las cargas.

- Los factores de seguridad utilizados para clasificar la capacidad de las estructuras existentes deben tomar en cuenta las cargas desequilibradas, razonablemente las posibles sobrecargas y el manejo ilegal o descuidado de vehículos. Tanto para el diseño como para la capacidad, los factores de seguridad deben tomar en cuenta la falta de conocimiento con respecto a la distribución de esfuerzos, resistencias mínimas posibles de piezas individuales, de los materiales utilizados para compararlos con los valores promedio establecidos, posibles diferencias entre la resistencia de las piezas más utilizadas en pruebas de laboratorio y el material en las condiciones reales en la estructura, al igual que los defectos normales que ocurren en el proceso de manufactura o fabricación.

IV.4.- CARGAS

Carga Muerta:

La carga muerta de la estructura deberá calcularse de acuerdo con las condiciones existentes en el momento del análisis, los pesos unitarios mínimos de los materiales que van a utilizarse al calcular los esfuerzos por carga muerta deberán ajustarse a los criterios de diseño AASHTO en vigor.

Carga Viva:

Las cargas vivas y móviles que van a aplicarse sobre la losa para determinar las capacidades de inventario y de operación serán los vehículos tipo ilustrados en la Lamina 11 o las cargas AASHTO "H" o "HS". El espaciamiento y los pesos elegidos para los tipos de vehículos, ilustrados en la lamina 11 fueron seleccionados de las cargas legales máximas reales que se ajustan a los reglamentos del mayor número de estados. Los ajustes de los pesos y espaciamentos de los ejes mostrados en la tabla serán necesarios a cargo deberá estar de acuerdo que se conformen a los pesos y longitudes legales máximos permisibles, ya que varían de un Estado a otro.

Al calcular los esfuerzos o las cargas permisibles, por lo general debe considerarse una sola unidad en un solo carril, la posibilidad de que existan dos o más cargas legales máximas, una a continuación de otra en el mismo carril no deberá considerarse en tramos de menos de 61 metros. La posibilidad de más de una carga del tamaño máximo en el mismo carril de circulación que serán sometidos a carga deberá estar de acuerdo con las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras AASHTO en vigor, pero solo dos carriles deberán considerarse en el caso de anchos de carril hasta de 5.50 metros.

Cuando el ancho de la calzada entre guarniciones sea de 5.50 metros o menos, los esfuerzos a lo largo de la estructura deberán calcularse para la carga en un carril únicamente, más de una carga máxima en el mismo carril podrá considerarse en los tramos de 61 o más metros. La probabilidad de tener una serie de vehículos muy pocos espaciados y del peso máximo permisible resulta cada vez mayor a medida que el peso máximo permitido de cada unidad sea menor. Es decir, es mayor la posibilidad de que haya una serie de vehículos ligeros en vez de una de vehículos pesados, esto hace necesario considerar más de un vehículo en el mismo carril de todos los tramos incluyendo aquellos de menos de 61 m en determinadas condiciones.

Por consiguiente, los vehículos deben estar espaciados a 9.10 m en el mismo carril cuando la carga de seguridad por vehículo o combinación de vehículos sea menor de 12 toneladas. Sin embargo a menos que el ingeniero lo determine de otra manera, no debe someterse más de un carril a carga con unidades consecutivas simultáneas y solamente se considerara una carga en el carril adyacente.

La distancia entre ruedas deberá tomarse como de 1.80 m, el espaciamiento de centro a centro de ruedas adyacentes de los vehículos que pasan deberá tomarse como de 0.90 m y el centro de la rueda exterior de cualquier vehículo deberá considerarse como aplicada a una distancia no menor de 0.45 m de la carga de la guarnición. Las cargas en las banquetas que deberán utilizarse en los cálculos para apreciaciones de la capacidad de carga de seguridad deben ser las cargas máximas probables indicadas, esto varará de un puente a otro dependiendo generalmente de su localización. Debido a esta variación, el ingeniero deberá decidir la determinación final de la carga unitaria que se utilizara con base en su criterio, la carga que se aplicara no excederá la carga de diseño establecidas en la Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras de la AASHTO.

Impacto:

El impacto se agregara a las cargas estáticas utilizadas para las apreciaciones, de acuerdo con las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras de la AASHTO vigentes. Sin embargo puede reducirse el impacto indicado en la especificación correspondiente cuando las condiciones del alineamiento, de los postes indicadores de la velocidad obligatoria, etc.; requerirán que un vehículo reduzca sustancialmente la velocidad al atravesar la estructura.

Cargas Transversales:

No es necesario considerar las cargas transversales producidas por el viento al calcular la apreciación de la carga máxima de seguridad excepto en casos especiales determinados por el ingeniero.

Cargas Longitudinales:

No se consideraran las cargas longitudinales al determinar las restricciones de las cargas. No obstante cuando se considera inadecuada la estabilidad longitudinal, se pueden colocar en la estructura postes indicadores de restricción de velocidad.

Fuerzas por Cambio de Temperatura:

Los esfuerzos producidos por las fuerzas por cambios de temperatura no deberán considerarse a menos que el ingeniero, como resultado de su investigación, determine que son especial y excepcionalmente importantes.

Flecha:

No deberán considerarse las limitaciones de la deflexión por carga viva excepto en casos especiales determinados por el ingeniero.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

Distribución de los Largueros:

La fracción de la carga por rueda soportada por cada larguero deberá determinarse de acuerdo con las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras de la AASHTO, vigentes.

Distribución a las Piezas de Punte:

La distribución de la carga por rueda soportada por cada pieza de puente deberá determinarse de acuerdo con las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras de la AASHTO, vigentes.

Distribución a las Losas de Concreto:

La distribución de las cargas por rueda a las losas de concreto deberá calcularse de acuerdo con las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras de la AASHTO vigentes. Cuando se utilicen las cargas "H" o "HS" de la AASHTO. Cuando se emplean los vehículos tipo ilustrados en la Lamina 11, la distribución de las cargas por rueda a la losa de concreto deberá ser de acuerdo con la distribución de cargas a las losas de concreto.

IV.5.- INSPECCIÓN DE PUENTES ATIRANTADOS

En mayo de 1993, la Autopista del Sol, que une Cuernavaca Morelos con Acapulco Guerrero, fue inaugurada. Entre los muchos puentes en esta carretera de cuota, existen 4 puentes atirantados:

El puente Quetzalapa en el Km 203.6

El puente Mezcala en el Km 150.9

El puente Barranca el Cañón en el Km 134.7

El puente El Zapote en el Km 114.3

Autopista del Sol, S.A. de C.V. ha encomendado a Dywidag Systems Internacional, México S.A. de C.V. esos puentes para la inspección estructural, emitiendo reportes de los resultados obtenidos y haciendo las recomendaciones para cualquier acción correctiva que fuese necesaria.

La inspección de estos puentes, se hará mediante un proceso por el cual, cualquier deterioro de la estructura, será sistemática y periódicamente observado y clasificado. Esto comprende todos los trabajos necesarios para determinar las condiciones de la estructura, incluyendo la recopilación de la información detallada del desarrollo de cualquier anomalía. Para mantener los puentes en buen estado, se tiene que inspeccionar regularmente, con reportes consistentes y preferentemente por el mismo personal con el objeto de tener una observación continua de cualquier deterioro y si es necesario, llevar a cabo la reparación correspondiente.

Con el objeto de determinar la magnitud de los procedimientos de inspección, es muy importante entender la estructura de los puentes y las demandas estructurales de cada uno de los elementos que la integran y de esta manera enfocar la atención a las áreas más importantes. Para esto, los planos, las dimensiones y los detalles de los componentes principales (pilones, tablero, tirantes y sus anclajes, apoyos, topes antisísmicos y juntas de dilatación) para cada uno de los puentes, necesitan ser remitidos a D.S.I. para su estudio y evaluación.

Igualmente importantes son los datos topográficos de los puentes (elevación del tablero y la posición de las pilas y pilones) después del ajuste final de los cables al terminar la construcción, así como las medidas de las fuerzas finales aplicadas en cada tirante. Otros detalles, como dibujos y/o información del diseño original pueden ser requeridos conforme avancen las inspecciones y vayan siendo encontradas fallas específicas.

Es vital para el resultado de las inspecciones ser precisos y llenar adecuadamente las formas correspondientes, incluyendo los datos poco representativos, de manera que se pueda tener una historia completa de las estructuras y que este disponible en cualquier momento. Mientras se efectúe una inspección, deberá tenerse en consideración que cualquier falla tiene una causa y el objeto de la empresa inspectora, será el determinar dicha causa. Los planos constructivos y cálculos de diseño, etc.; ayudaran en la asesoría del mantenimiento necesario, el diagnóstico de la falla y cualquier revisión de capacidad de carga. La documentación de los puentes debe considerarse como datos significativos, necesarios y relevantes y cuya información seguirá aumentando y se mantendrá lista para consultarla, evaluarla, diseminarla y retroalimentar a la empresa para un mejor manejo de la autopista.

Como primer paso en el programa de inspección, se hará un recorrido de las estructuras de cada puente con los siguientes objetivos:

Inspección visual con la ayuda de binoculares de la superestructura, pilas, estribos, tirantes, juntas de dilatación y apoyos, para determinar daños o defectos obvios, tales como accidentes de tráfico, movimientos telúricos, etc. Apuntar y reportar dichos daños, así como las áreas con deterioros serios, fisuras y otras irregularidades.

Inspección visual de los puntos accesibles bajo el tablero del puente posicionando las canastillas de inspección existentes para observar las condiciones generales de la parte baja del tablero, los apoyos y los topes antisísmicos, apuntar y reportar los daños obvios.

Inspección visual del suelo y los taludes alrededor de los estribos y los cimientos de las pilas para revisar el deslizamiento y/o erosión del terreno. Apuntar y reportar todo aquello que se haya encontrado irregular.

Fotografiar y/o filmar los principales componentes estructurales de cada puente, apariencia general y condiciones del terreno, anotar por cada fotografía, su localización y la dirección de su toma y fecha, las subsecuentes fotografías serán tomadas de la misma manera para que sean directamente comparables. Dependiendo del tamaño y complejidad del puente, deberán tomarse las fotografías necesarias y recopilarse en un álbum con la identificación específica bajo cada foto.

Reporte de las condiciones generales de limpieza del puente, en particular de las juntas de calzada, sistemas de drenaje y la condición de las superficies pintadas.

Reportar el funcionamiento de las luces de navegación aérea y sistemas de pararrayos.

Se marcarán puntos de control en los diferentes elementos estructurales del puente mediante testigos debidamente numerados y marcados para su confiable y permanente identificación, estos puntos serán topográficamente ubicados en los tres ejes cartesianos, referidos a bancos de nivel preestablecidos y a partir de los cuales se realizarán todas las mediciones.

Perfil del tablero del puente: se realizará una nivelación basada en los puntos de control originales tanto del lado izquierdo como derecho para compararla con la nivelación original y determinar las diferencias, si las hay.

Verticalidad de las pilas, pilones y estribos: el objeto será el de verificar la existencia de inclinaciones, deformaciones o torsiones en el cuerpo de la pila.

Nivelación de la cimentación de las pilas y de los estribos: el objeto será el de verificar la existencia de hundimientos en la estructura general del puente. Utilizando los testigos, colocados en las aristas de las pilas, se registrarán los valores de las coordenadas cartesianas, para poder comparar las elevaciones de las diferentes mediciones.

Resumen de las medidas obtenidas en el levantamiento y comparación con los perfiles obtenidos al término de la construcción.

Inspección de Elementos de Concreto

La inspección se aplica a todos los elementos estructurales de concreto del puente, incluidos cimientos, pilas, estribos, superestructura del puente, pilones, topes antisísmicos y parapetos de concreto. Durante la revisión, los datos en las formas de inspección, elaboradas para tal efecto, deberán ser recabados para cada elemento estructural. La inspección de cada elemento deberá concentrarse en fisuras, desconchamientos y degradación del concreto. La localización de la fisura deberá apuntarse en la forma de inspección del elemento estructural respectivo. Deberá anexarse un croquis o fotografía marcando la localización, dirección, longitud y ancho de la fisura. El ancho de la fisura deberá ser medido con un comparador óptico. La fisura y sus extremos deberán también ser marcadas con pintura en el concreto. Las fisuras en el concreto no siempre ponen en peligro la seguridad o la capacidad del elemento estructural, los posibles efectos de las fisuras, deberán ser considerados en el contexto de su causa, localización, sistema estático y medio ambiente.

Las fisuras pueden ser clasificadas según su origen:

Fisuras por temperatura: estas son a través de toda la sección o superficie y son causadas por calor de hidratación o por influencia de la temperatura ambiente.

Fisuras por contracción: se deben a la constitución de los elementos estructurales circundantes, mayor pérdida de humedad de una de las superficies con respecto a otra, diferente porcentaje o tiempo de contracción o diferente coeficiente de contracción total.

Fisuras por envejecimiento: pueden ser causadas por corrosión del acero, ataque por sulfatos o reacciones de los agregados (álcalis o silicónes).

Fisuras por carga: estas se deben a flexiones, tensiones, esfuerzos cortantes, torsiones, fallas de adherencia, cargas concentradas, asentamientos o preesfuerzo incorrecto. Antes de seleccionar y recomendar un método de reparación de fisuras deberá determinarse su causa y saber si las fisuras son activas o estables.

El comportamiento de la fisura debe verificarse con observaciones periódicas y mediante testigos aplicados en las zonas críticas. Se deberá tener consideraciones a la posible necesidad de sellar las fisuras más anchas para prevenir la corrosión del acero de refuerzo, debido a la entrada de agentes agresivos.

Desconchamientos

Los desconchamientos del concreto, deberán apuntarse de la misma manera que las fisuras y también deberán marcarse con pintura. La razón de los desconchamientos deberá determinarse de acuerdo a las siguientes posibles razones:

Corrosión del acero de refuerzo o de los accesorios ahogados

Efectos de temperatura (congelación o fuego)

Ataques químicos o daños mecánicos

Mala calidad del concreto

Insuficiencia en el acero de refuerzo

Las zonas degradadas pueden ser el resultado de:

Ataques químicos: la pasta de cemento altamente alcalina que se forma por hidratación esta sujeta a ataques químicos y puede reaccionar únicamente al disolverse en el agua contenida en los poros de la pasta del cemento. La resistencia del concreto a ataques químicos depende, por lo tanto, de la permeabilidad del concreto, del tipo y tamaño de los poros y del tipo de cemento utilizado.

Disolución: los compuestos fácilmente solubles, pueden ser lavados fuera del concreto o de la pasta de cemento por el acceso continuo de agua.

Expansión: los compuestos con solubilidad pesada se retienen dentro de la pasta de cemento conforme se recristalizan en el sistema capilar de poros.

Si ocupan más espacio que su forma original, ocurren esfuerzos de expansión que pueden llevar a un estallamiento.

Excesiva aflorancia, decoloración y manchas: las razones por las cuales esto puede suceder son: ataques químicos, exceso de sales minerales en el concreto, alta porosidad que permite ingreso de agua, el recubrimiento de concreto sobre los armados es escaso o los ductos de los tendones de postensión no fueron lechadeados correctamente. La localización de zonas degradadas y de corrosión deberá ser marcada en el concreto con pintura y serán registradas en su respectiva forma de inspección. La causa de la degradación deberá ser determinada y si se requiere, deberá especificarse las acciones a tomar.

Aunque todos los elementos estructurales de concreto deberán ser revisados, para encontrar daños e irregularidades, hay áreas en la cual la inspección es especialmente importante, estas son las áreas cercanas a los anclajes de los tirantes en el tablero del puente y en los pilones, ambos por fuera y por dentro y las zonas cercanas a las juntas de dilatación, los apoyos y los topes antisísmicos. También se deberán revisar las trabes longitudinales y transversales así como la parte superior de las pilas que requerirán especial atención. Las áreas de concreto que muestran irregularidades, podrán requerir futuras investigaciones, en particular pruebas no-destructivas de la resistencia del concreto, como el método de Schmidt-Hammer.

Inspección de Elementos de Acero

Para cada elemento estructural o grupo de elementos estructurales, deberá ser llenada una hoja de inspección durante esta. La atención del inspector deberá concentrarse en las fisuras de las vigas y sus soldaduras, las conexiones atomilladas, la condición de la pintura y corrosión, daños accidentales y signos de fallas locales. La localización de las fisuras en las vigas y sus soldaduras, inicialmente deberá depender de una inspección visual y con aparatos. En áreas sospechosas, se deberán hacer pruebas con líquidos penetrantes o ultrasonidos para determinar la existencia de fisuras en las secciones de acero o soldaduras. La búsqueda de fisuras se concentrará principalmente en las zonas cerca y alrededor de las soldaduras y a sitios susceptibles a concentraciones de esfuerzos primarios y secundarios, incluyendo los anclajes de los cables. La localización de la fisura, se apuntará con la forma de inspección para los elementos respectivos de acero y se deberá hacer un croquis o tomar una fotografía especificando la localización, dirección, longitud y ancho de la fisura.

La fisura y sus extremos también se marcarán con pintura sobre el acero. Todas las fisuras se necesitan evaluar para cualquier reparación que sea necesaria o para ser vigiladas en inspecciones programadas regularmente. Deberán efectuarse inspecciones visuales a las conexiones atornilladas, y registrarse en las hojas de inspección. En la hoja de inspección de cada elemento estructural de acero, la detección de decoloración de la pintura, burbujas, descascarado y abrasiones accidentales, deberán ser anotadas y las áreas defectuosas marcadas con pintura sobre el acero.

Su elevación deberá incluirse en las recomendaciones para su reparación. Cualquier daño en las vigas de acero, como abolladuras, cortes y otras inusuales deberá registrarse en las formas de inspección y evaluarse. Los procedimientos de inspección para los anclajes de los tirantes, pueden diferir, dependiendo del sistema que se utilice. Los siguientes procedimientos generales se aplicarán para todos los diferentes tipos de tirantes. Durante la inspección, la forma deberá ser llenada para cada tirante. Inspección visual: en cada tirante deberá realizarse una inspección visual, el tubo exterior de PE (PHD) deberá ser inspeccionado con la ayuda de binoculares potentes para encontrar daños, fisuras y deterioros, así como daños en las uniones soldadas.

El anclaje en el tablero del puente, así como el del pilón, deberá ser inspeccionado por cada cable para determinar cualquier goteo del componente anticorrosivo, goteos de agua, corrosión y cualquier irregularidad en el soporte del anclaje. Todas las irregularidades o la no-existencia de ellas, deberán registrarse en la correspondiente forma de inspección.

Inspección detallada del anclaje

Se deberá remover la capucha al 10 % de los anclajes del tablero. Los anclajes a inspeccionarse deben ser seleccionados de manera que se incluyan cables largos y cortos, así como los cables en donde la nivelación del tablero del puente, comparada con la nivelación original, muestre una aparente pérdida en la fuerza. Deberá determinarse la condición del componente anticorrosivo, la presencia de agua, corrosión en todos los componentes del anclaje y deslizamiento de cualquier toron en la placa de cuñas. Una vez terminada la inspección de un anclaje, es necesario rellenar la capucha protectora con el componente anticorrosivo y reinstalarla teniendo cuidado de colocar el sello adecuadamente. Si se hubiese encontrado penetración de agua en el anclaje, deberá investigarse la localización del goteo y se sugerirá la reparación correspondiente.

Todos los defectos o la no-existencia de ellos, deberán ser registrados en las formas de inspección correspondiente. El contratante deberá ser notificado de la necesidad de cualquier reparación.

Inspección de los tubos antivandalicos

Se deberá realizar una inspección visual de todos los tubos antivandalicos para determinar la condición de los sellos en la parte superior e inferior, el galvanizado, cualquier daño o defecto, así como el apriete de los tornillos longitudinales o la soldadura del tubo. Los resultados de la inspección deberán ser registrados en la forma correspondiente. Se removerá o deslizará hacia arriba el 2 % de los tubos antivandalicos para la inspección de los cables que protegen. Se tendrá cuidado de seleccionar tubos antivandalicos que cubran tanto cables largos como cortos, así casos en donde se encuentren defectos en el sello o en los tornillos. Después de registrar los resultados de la inspección en la forma correspondiente, los tubos antivandalicos deberán ser reinstalados o reposicionados y resellados. Dependiendo de las condiciones encontradas se revisará un segundo grupo de tubos de la misma forma.

Revisión de la fuerza de los cables

La fuerza en el tirante, deberá ser comprobada utilizando un gato accionado por una central hidráulica, que tendrá un manómetro debidamente calibrado para tensar el conjunto de torones con los equipos propios de cada sistema. La medición de la fuerza de los cables, será necesaria solamente si la nivelación comparada del tablero del puente, indica cambios significativos de fuerza en un cable o grupo de cables en particular o cuando después de remover la cubierta del anclaje, se encuentren condiciones tales, que hagan necesaria la revisión.

Los resultados de cualquier revisión deberán ser registrados en la forma correspondiente y servirán como base para cualquier ajuste requerido en la fuerza del cable en cuestión. Los resultados del análisis se entregaran en un reporte general los primeros quince días posteriores a la terminación del periodo señalado en los programas de actividades. Los reportes de condiciones describen el estado físico que actualmente presenta un miembro estructural o algún otro elemento y su capacidad para desarrollar su función específica. Las formas de reporte se han diseñado y se utilizan para registrar la información de las inspecciones y convertirse en la parte medular de la documentación que formara la historia de las condiciones del puente, incluyendo reparaciones y mantenimiento durante su vida útil.

Las formas de reporte diseñadas por D.S.I. serán utilizadas en todas las etapas de la vida del puente y para registrar los efectos de todas las acciones que influyan en el comportamiento de todos los elementos que integran el puente. Existen tres diferentes tipos de acciones que influyen en las condiciones de los elementos de los puentes de acuerdo a lo siguiente:

Defectos: estos están relacionados con la calidad adecuada del diseño, la calidad de los materiales y los métodos de construcción utilizados. Estos defectos en el puente son inherentes al momento de su ejecución.

Daños: son debidos a fenómenos ocasionales como sobrecargas, impactos vehiculares, derrames de agentes químicos, movimientos telúricos de alto grado, huracanes e incendios. Estos fenómenos pueden ocurrir repentinamente durante la vida del servicio del puente.

Deterioro: esto es usualmente un proceso lento que ocurre durante un largo periodo y se debe a condiciones conocidas o imprevistas durante la vida de servicio del puente.

Estas acciones incluyen: exposición del medio ambiente, abrasión, corrosión, fatiga, reacción alcalina de los agregados e introducción de cloruros entre otros. Se ha comprobado que las influencias adversas de los defectos y deterioros, se pueden reducir y hasta eliminar con la implementación de un programa racional de inspección y mantenimiento para los puentes. En los reportes de inspección, se utiliza dos sistemas de rangos de evaluación y documentación de todas las condiciones de los elementos del puente y sus componentes:

Sistema de Rango Numérico (SRN)

Para obtener un reporte consistente y significativo sobre el adecuado funcionamiento y seguridad de un elemento estructural principal del puente, el sistema de rango numérico será utilizado de acuerdo a lo que a continuación se describe:

1. Potencialmente peligroso y que requiere atención inmediata
3. Serios deterioros o defectos, el elemento en cuestión no funciona de acuerdo a lo contemplado en el proyecto original. Su reparación es necesaria dentro de los 6 meses siguientes a la detección.

5. Deterioros o defectos menos importantes, el elemento funciona como ha sido diseñado, sin embargo requiere reparación y/o mantenimiento en un futuro próximo.

7. El elemento no presenta defectos y/o ha sido reparado

8. El elemento a revisar no es accesible

Los rangos numéricos 2,4 y 6 serán utilizados a criterio del inspector para indicar alguna condición intermedia entre los rangos 1, 3,5 y 7 respectivamente. Este sistema de rango numérico es particularmente útil para establecer prioridades en los programas de reparación, así como en la planeación y presupuestación de los programas de mantenimiento.

Sistema de Rango de Condiciones (SRC)

Este sistema de rango, se utiliza para describir la condición de los componentes individuales (ya sean estructurales o no) y que forman parte de un miembro principal en el puente. Los rangos están basados en observaciones visuales de campo o en otros procedimientos según sea necesario.

B: en buenas condiciones

R: en regulares condiciones

M: en malas condiciones

X: no hay acceso para hacer observaciones

NA: no se aplica criterio.

IV.6.- EVALUACIÓN

El estudio de evaluación de un puente deberá contener los siguientes conceptos:

1. - DATOS GENERALES

Nombre:

Ubicación:

Km

Origen

Tramo

Autopista

Año de Construcción:

2. - DESCRIPCIÓN

Dimensiones:

Longitud
Ancho
Alto
Número y longitud de claros

Tipo de:

Superestructura
Subestructura
Cimentación
Apoyos
Juntas

Alineamiento:

Horizontal
Vertical
Esviajamiento

Estos datos deberán complementarse con un plano general del proyecto.

3. - EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

Reportes sobre crecientes: niveles máximos alcanzados por el agua
Evidencias de daños en el cauce, las márgenes y terraplenes de acceso
Evidencia de socavación en la subestructura: cuando existan problemas de comportamiento hidráulico.

4. - EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO VIAL

Aforos
Capacidad vial del tramo
Evidencias de golpes a elementos estructurales y a dispositivos de seguridad (defensas y parapetos).

5. - EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO

Levantamiento de daños físicos en superestructura y subestructura, describiendo naturaleza, extensión y ubicación de cada daño.

6. - EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Observaciones sobre el comportamiento de la estructura al paso de cargas pasadas (vibraciones y flechas).

Cálculos gruesos sobre la capacidad estructural de los elementos principales. Cuando se tengan problemas de cimentación, se revisara la información existente y se complementara con los estudios que proceden

7. - REPORTE FOTOGRÁFICO

En apoyo de los puntos anteriores, se presentaran fotos ilustrativas suficientes

8. - EVALUACIÓN PRELIMINAR

En función de las observaciones practicadas, se clasificara al puente en cualquier de las tres categorías siguientes:

- A.- Requiere atención urgente
- B.- Requiere atención a mediano plazo
- C.- Requiere atención rutinaria

Deberán indicarse las razones que apoyen la clasificación adoptada. Se informara, además, las medidas de emergencia que se estimen necesarias.

9. - RECOMENDACIONES PARA UNA EVALUACIÓN MAS DETALLADA

En caso de que se juzgue necesaria una evaluación mas detallada, se darán recomendaciones para ello, incluyendo:

- Objetivo
- Equipos necesarios para el acceso
- Equipos necesarios para la prospección
- Sitios de interés
- Muestras por obtener

10. - RECOMENDACIONES PRELIMINARES PARA LA REHABILITACIÓN

En caso de que el puente deba ser objeto de obras de rehabilitación, se definirán varias opciones posibles para ella, únicamente a nivel conceptual y se indicaran los estudios requeridos para la elaboración del proyecto detallado de rehabilitación.

Nota: para ejecutar esta evaluación puede utilizarse la Guía para la inspección de puentes y pasos a desnivel de la Dirección General de Servicios Técnicos.

La principal función del ingeniero de mantenimiento de puentes es conservar los puentes carreteros en condiciones que proporcionen un flujo de tránsito seguro e ininterrumpido. La protección de la inversión en una estructura, a través de un buen programa de reparaciones y el mantenimiento preventivo, solo es secundario a la seguridad del tránsito y de la propia estructura. Para lograr el resultado deseado se requiere una vigilancia constante y procedimientos de inspección completos y cuidadosos.

CAPITULO V.- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE PUENTES

El mantenimiento de puentes es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de una red de carreteras. Su objetivo final, como la de toda labor de conservación, es la del mantenimiento de todas las condiciones de servicio de la carretera en el mejor nivel posible. La falta de mantenimiento adecuado en los puentes da lugar a problemas de funcionalidad y seguridad que pueden ser graves: limitación de cargas, restricciones de paso, riesgo de accidentes, riesgo de interrupciones de la red..., y a un importante problema económico por el acortamiento de la vida útil de las obras.

Las causas y razones más comunes por las que es necesario el mantenimiento de un puente son:

- 1) Errores en el proyecto, errores durante la construcción, vigilancia, mantenimiento o reparaciones inexistentes o inadecuadas.
- 2) Materiales inadecuados o deterioro y degradación de los mismos.
- 3) Variación con el tiempo de las condiciones de tráfico (cargas y velocidades).
- 4) Acciones naturales de tipo físico, mecánico o químico (intemperismo).
- 5) Acciones accidentales, terremotos, avalanchas, inundaciones, explosiones, impacto de vehículos con elementos estructurales del puente.

Según la importancia del deterioro observado, las acciones para el mantenimiento un puente se clasifica en tres grupos:

Mantenimiento rutinario.
Reparaciones.
Reforzamientos.

Como ya se ha señalado mas del 50% de los puentes teóricamente son considerados fuera de vida útil, sin embargo, resulta complicado pensar en la sustitución y en la inversión que para ello se requiere, por lo que parece más sencillo y practico continuar con un programa permanente de mantenimiento, reparación y refuerzo de puentes. El mantenimiento rutinario es una labor substantiva que debe ampliarse para evitar que crezca el número de puentes con daños. Con los trabajos de reparación y reforzamiento, se pretende que los puentes recuperen un nivel de servicio similar al de su condición original. Sin embargo, por la evolución del transito, a veces no es posible obtener este resultado y se requieren trabajos de refuerzos y ampliaciones.

Las tareas de conservación se pueden clasificar en: ordinarias y extraordinarias, en función de que sean labores que se deban llevar a cabo con una periodicidad fija o de que haya que efectuarlas sólo cuando la evolución del estado del elemento a conservar lo demande. Del primer grupo (ordinarias), se refieren básicamente a la de inspección, limpieza y pintura; mientras que las del segundo (extraordinarias) abarcan un amplio campo que va desde la rehabilitación del concreto degradado hasta la renovación de elementos de equipamiento como juntas, impermeabilización, etc.

El mantenimiento rutinario lo comprenden aquellas actividades de mantenimiento en los puentes que pueden ser realizadas por el personal de las residencias de conservación.

Dichas actividades son:

- Señalización, pintura, alumbrado, etc.
- Limpieza de acotamientos, drenes, lavaderos y coronas de pilas, estribos, caballetes, etc.
- Limpieza y rehabilitación de conos de derrame incluida su protección, enrrocamiento o zampeado.
- Limpieza y rehabilitación del cauce.
- Recarpeteo de los accesos del puente.
- Protección contra la socavación.
- Reacondicionamiento de parapetos dañados.
- Limpieza o rehabilitación de las juntas de dilatación.
- Limpieza o protección de apoyos.

Seguimiento de la conservación

El título de concesión para construir, explorar, operar y conservar un puente incluye un programa de conservación y mantenimiento de la obra y sus partes. La Administración Responsable se obliga a cumplirlo para asegurar que aquellos se encuentren siempre en óptimas condiciones de servicio, que permitan un tránsito fluido y seguro de los usuarios y eviten su deterioro progresivo. Para fortalecer el seguimiento sistemático de la conservación, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha establecido un sistema capaz de asegurar que las condiciones de servicio de los puentes con las merecidas por el público usuario.

Tomando en cuenta las características y la situación actual de los puentes en operación que forman parte del programa se considera conveniente preparar, para cada obra, un programa de conservación y mantenimiento que incluya los siguientes conceptos:

- Programa de Postconstrucción
- Programa de Conservación Rutinaria
- Programa de Conservación Preventiva y Correctiva
- Programa de Administración
- Programa de Ampliaciones

El Programa de Postconstrucción busca asegurar que los puentes tengan la calidad, los elementos y las condiciones que debieron resultar de una construcción impecable. Por tanto, se trata de un conjunto de acciones por realizar una sola vez, para dejar el puente en buenas condiciones de servicio. Comprende medidas para construir obras faltantes y para complementar elementos que funcionen inadecuadamente por factores no contemplados en el proyecto. La preparación de este programa debe basarse en cuidadosas inspecciones y estudios de estructura, obras de drenaje y demás elementos principales de la obra. Este programa se aplica a un número decreciente de casos, pues con el transcurso del tiempo se han atendido problemas que motivaron acciones de postconstrucción, una vez resueltos los escasos problemas de este tipo que persisten, este programa desaparecerá.

El Programa de Conservación Rutinaria tiene carácter permanente, incluye todas las acciones que deben llevarse a cabo para que los puentes estén siempre en condiciones de tránsito fluido y seguro. Se trata de un documento que habrá de prepararse una vez al año y servirá como base para dar seguimiento a tales acciones. Incluirá actividades como:

Inspección del derecho de vía, limpieza de cunetas y lavaderos, desazolves, bacheos, renivelaciones aisladas, calafateo de grietas, deshierbe, reposición y retoque de señalamientos, pintura, reparaciones del cercado, jardinería, reparaciones generales, etc.; algunas acciones son de carácter permanente y otras se harán al surgir la necesidad.

El Programa de Conservación Preventiva y Correctiva será de carácter permanente e incluirá todas las actividades tendientes a mantener los puentes en buenas condiciones estructurales y de servicio. Con ello se preverá cualquier labor que deba realizarse antes del surgimiento de algún problema buscando minimizar tanto los costos del usuario como los propios de las acciones de conservación rutinaria.

Típicamente las acciones por emprender en este programa incluirán sellos, reencarpentados, reparación de elementos estructurales y en casos extremos reconstrucciones y correcciones para eliminar defectos de construcción. Para que estas acciones se lleven a cabo en forma eficiente y oportuna los sistemas de administración de puentes serán elementos básicos para la formulación de los programas, por lo que será necesario instrumentarlos como parte del seguimiento y la administración de la conservación. Para esto, se requiere que cada Administración Responsable instrumente los sistemas que mejor se adapten a sus necesidades a la mayor brevedad posible, lo que además le permitirá un uso más eficiente de los recursos económicos.

El Programa de Administración ofrecerá el respaldo para organizar la ejecución de las tareas pertenecientes a los otros cuatro programas. Aunque a la larga cada Administración Responsable alcanzara los niveles de sofisticación que demande la atención de un puente. Se requiere que este programa inicie con un inventario completo de todas las características de la obra, incluyendo geometría, estructura, pavimentos, obras especiales, etc. Existen técnicas computarizadas que permiten relacionar el inventario con un conjunto de ayudas gráficas y georreferenciadas. Ello ofrece una sólida base para desarrollar todos y cada uno de los esquemas de conservación requeridos por un puente de elevadas especificaciones.

El Programa de ampliaciones incluye aquellas obras que se hacen necesarias por requerimientos de seguridad, capacidad o confort del puente. Las obras a considerar son aquellas que requieren un proyecto ejecutivo adicional al original que requiere autorización explícita de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, como puede ser construcción de terceros carriles, ampliación de acotamientos, construcción de entronques, miradores, ampliaciones en el puente, en zona de casetas, etc.

En cada uno de los programas antes descritos, la Administración Responsables incluirá la información relativa a los costos que intervengan en las diferentes actividades de conservación que requiere el puente a fin de conocer el comportamiento económico y su impacto dentro de los esquemas financieros que integran las concesiones.

V.1.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE POSTCONSTRUCCION

1. - Con el objeto de verificar que los pavimentos, drenajes, estructuras, señalamientos, derecho de vía y obras complementarias del puente cumplan con los criterios de seguridad, funcionalidad y eficiencia, la Administración Responsable realizara dentro de los tres primeros meses a partir de su puesta en servicio, la inspección del puente con el detalle necesario para detectar los problemas que tenga cada uno de los elementos mencionados y sus posibles causas.
2. - Al termino del plazo antes mencionado la Administración Responsable enviara el informe que resulte de la inspección indicada en el inciso uno, indicando las soluciones a los problemas menores y los estudios y/o proyectos que considere conveniente realizar para resolver los problemas mayores incluyendo los costos estimados que correspondan.
3. - Cuando las características del problema lo requieran, la Administración Responsable realizará los estudios y/o proyectos que se requieran, si la Administración Responsable no dispone de la infraestructura adecuada deberá contratar con empresas especializadas la realización de dichos estudios. La Administración Responsable deberá considerar en todos los proyectos los estudios que se requieran relativos al impacto ambiental de acuerdo a lo señalado en la Normatividad vigente.
4. - Terminado el estudio, la Administración Responsable lo evaluara proponiendo la opción más conveniente para resolver el problema.

5. - Previa coordinación, los estudios serán evaluados por la Unidad de Autopistas de Cuota, solicitando la asesoría de la Dirección General de Servicios Técnicos y en su caso de la Dirección General de Carreteras Federales, si su punto de vista difiere del sostenido por la Administración Responsable, deberán realizar reuniones para conciliar la solución.

6. - La Unidad de Autopistas de Cuota comunicara la opción aprobada a la Administración Responsable, quien elaborara el programa de obra y lo presentara de acuerdo al formato 3.

7. - La Administración Responsable iniciara la ejecución de la obra cuando haya sido autorizada, debiendo llevar a cabo el control de calidad que corresponda. La Supervisión y verificación quedaran a cargo de la Unidad de Autopistas de Cuota, que para ello se apoyara en las dependencias que juzgue conveniente. La Administración Responsable deberá informar mensualmente el avance de la obra a la Unidad de Autopistas de Cuota, de acuerdo al formato 3, la cual podrá efectuar las verificaciones que juzgue conveniente.

8. - La Administración Responsable deberá dar aviso a la Unidad de Autopistas de Cuota de la terminación de la obra, enviando asimismo el informe final de los trabajos, en un plazo no mayor a 30 días calendario a partir de la terminación de los trabajos.

9. - La Administración Responsable reportara la información relativa a costos reales de acuerdo a lo indicado en los formatos 5 al 10 en un plazo no mayor a 30 días calendario, a partir de la terminación de los trabajos.

V.2.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN RUTINARIA

1. - La Administración Responsable realizará inspecciones periódicas para detectar necesidades de conservación rutinaria, dicha información servirá de base para la elaboración del programa anual de conservación.

2. - Durante el mes de enero de cada año, la Administración Responsable presentará a la Unidad de Autopistas de Cuota el programa anual de conservación rutinaria, de acuerdo al formato 3, incluyendo los costos estimados. Una vez analizado el programa por la Unidad de Autopistas de Cuota y si encontrara la necesidad de hacerlo, podrá indicar a la Administración Responsable, las modificaciones que deba introducir a este, a fin de que cada una de las actividades planteadas logre que el puente cumpla con los criterios de seguridad, funcionalidad y eficiencia.

La Administración Responsable enviara, en su caso, el programa modificado a la Unidad de Autopistas de Cuota para el seguimiento correspondiente.

3. - La Administración Responsable reportara una vez al año, a la Unidad de Autopistas de Cuota los medios que tiene dispuestos (personal, equipo y materiales) para cumplir con el programa de conservación rutinaria, dicho reporte podrá ser verificado por la Unidad de Autopistas de Cuota y en su caso por el Centro SCT, si así lo solicita la propia unidad.

4. - La Administración Responsable ejecutara los trabajos planteados en el programa de conservación rutinaria realizando la supervisión y el control de calidad que proceda e informara bimestralmente a la Unidad de Autopistas de Cuota sobre los avances reales obtenidos. La Unidad de Autopistas de Cuota o el Centro SCT a solicitud de la primera supervisara el cumplimiento del programa de conservación rutinaria con la verificación del control de calidad que proceda, informando el Centro SCT, en su caso mensualmente a la Unidad de Autopistas de Cuota lo correspondiente.

5. - La Unidad de Autopistas de Cuota y el Centro SCT, en su caso realizaran las visitas de inspección necesarias para verificar el estado de conservación que presenta el puente.

6. - La Administración Responsable reportara a la Unidad de Autopistas de Cuota la información relativa a costos reales de acuerdo a lo indicado en los formatos 5 al 10.

V.3.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA

1. - Durante el mes de enero de cada año la Administración Responsable elaborará los programas anual y quinquenal de conservación preventiva y correctiva y los enviara a la Unidad de Autopistas de Cuota. (Formatos 3 y 4). Tanto el programa anual como la actualización del quinquenal se elaboraran tomando como base cuidadosas inspecciones que contemplaran los siguientes elementos:

Superficie de Rodamiento, Obras de Drenaje, Derecho de Vía, Superestructura, Subestructura y Señalamiento.

Como parte de las inspecciones se realizarán las siguientes actividades que entre otras debe efectuar la Administración Responsable:

- a) En mayo y noviembre de cada año, la Administración Responsable, con la participación de la Unidad de Autopistas de Cuota, que para ello se apoyara en la DGST, obtendrá la calificación del puente conforme a las normas vigentes.
 - b) La Administración Responsable calificará como mínimo dos veces al año antes y después de la temporada de lluvias, el estado que guarden las obras de drenaje.
 - c) Durante las inspecciones para calificar el puente, la Administración Responsable verificará los elementos que presenten problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, erosiones, etc.
 - d) La Administración Responsable inspeccionará anualmente la estructura. Para la evaluación de las que presenten problemas, se procederá de acuerdo con lo indicado en el anexo A. Cuando lo solicite la Unidad de Autopistas de Cuota, el Centro SCT, a través de su Unidad General supervisará la realización de los trabajos en campo con el apoyo de la propia Unidad. Terminado cada uno de los estudios, la Administración Responsable lo enviará a la Unidad de Autopistas de Cuota, proponiendo la opción más conveniente para resolver el problema.
3. - Los estudios serán evaluados por la Unidad de Autopistas de Cuota, que podrá solicitar la asesoría de la DGST. En caso de discrepancias con la opinión de la Administración Responsable se realizarán reuniones para conciliar las soluciones.
4. - La Unidad de Autopista de Cuota comunicará la opción aprobada a la Administración Responsable, que elaborará el programa de obra de acuerdo al formato 3 que deberá ser aprobado por la propia Unidad. Dicha aprobación no exime a la Administración Responsable de la responsabilidad de los estudios, proyecto y construcción para que la obra resulte de buena calidad, asimismo deberá realizar los estudios que se requieran relativos a impacto ambiental, de acuerdo a lo señalado en la normatividad vigente.
5. - La Administración Responsable iniciará la ejecución de la obra cuando haya sido autorizada, debiendo llevar a cabo el control de calidad que corresponda, cuya supervisión y verificación quedaran a cargo de la Unidad de Autopistas de Cuota.

La Administración Responsable deberá informar mensualmente del avance de las obras a la Unidad de Autopistas de Cuota, la que adicionalmente hará las verificaciones que juzgue necesarias. En caso de emergencias la Administración Responsable deberá ejecutar de inmediato los trabajos que se requieren, para dar paso seguro a los usuarios del camino, aun sin la previa autorización de la Unidad de Autopistas de Cuota pero dando aviso a esta de su ejecución y de las medidas de seguridad aplicadas.

6. - La Administración Responsable deberá dar aviso a la Unidad de Autopistas de Cuota de la terminación de la obra, enviando asimismo el informe final de los trabajos, en un plazo no mayor de 30 días calendario a partir de la terminación de los trabajos.

7. - La Administración Responsable reportara la información relativa a costos reales de acuerdo a lo indicado en los formatos 5 al 10 en un plazo no mayor a 30 días calendario, a partir de la terminación de los trabajos.

V.4.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN

1. - La Administración Responsable elaborara el inventario físico del puente, incluyendo todos los elementos que lo integran, tales como instalaciones, equipos, maquinaria y bienes varios que formen parte del propio puente y lo enviara a la Unidad de Autopistas de Cuota. En el citado inventario se deberá incluir la información correspondiente a los predios que constituyen el derecho de vía, indicando claramente el limite real de dicho derecho de vía en toda la longitud del puente.

2. - La Administración Responsable realizara la captura del inventario en computadora, utilizando un paquete cuyo manejo a nivel operativo sirva de apoyo a la toma de decisiones.

3. - La Administración Responsable establecerá los programas de administración que se requieran para elaborar y monitorear los programas de conservación de los elementos registrados en el inventario.

4. - El programa de administración deberá permitir consultar y dar seguimiento a cualquiera de los conceptos incluidos en el inventario, incluyendo sus características y antecedentes necesarios.

5. - El programa deberá llevar el registro de conservación rutinaria, preventiva y rehabilitaciones realizadas, incluyendo los cambios o modificaciones de los inventarios.

6. - El programa deberá ser susceptible de actualizarse fácilmente cuando sea necesario.

7. - La Administración Responsable entregara la información a la Unidad de Autopistas de Cuota, la que se actualizara anualmente y cuando sea necesario.

8. - A fin de evitar problemas de comunicación de la información, la Administración Responsable, al establecer los límites de los diversos tramos de la obra para efectos de atención de la conservación por sus superintendencias o residencias, deberá tomar en consideración los límites de las Entidades Federativas que cruza la obra.

V.5.- PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE AMPLIACIONES

1. - La Administración Responsable realizara, cuando lo considere necesario o cuando la Unidad de Autopistas de Cuota lo indique, los estudios que permitan pronosticar el transito a futuro, así como la planeación de las obras que se requieran para satisfacer las necesidades del puente con la finalidad de que se cumplan adecuadamente los requerimientos de seguridad, capacidad y comodidad de los usuarios.

2. - La Administración Responsable realizara el estudio de factibilidad y ante presupuesto correspondiente a los anteproyectos que proponga realizar derivados de los estudios referidos en el inciso anterior.

3. - La Administración Responsable enviara a la Unidad de Autopistas de Cuota los anteproyectos, ante presupuestos y estudios de factibilidad correspondientes para que sean revisados y en su caso autorizados por la propia Unidad de Autopistas de Cuota. Si la opinión de esta ultima difiere del sostenido por la Administración Responsable, se deberán realizar reuniones para conciliar la solución.

4. - Una vez aprobados los anteproyectos, la Administración Responsable iniciara la elaboración del proyecto ejecutivo y el presupuesto definitivo. En esta etapa se deberá realizar un estudio de impacto ambiental. Esta información será enviada a la Unidad de Autopistas de Cuota, para su autorización o conciliación con la Administración Responsable en caso de que existan discrepancias de opinión en cuanto al contenido de los documentos enviados.

5. - La unidad de Autopistas de Cuota comunicara el proyecto aprobado a la Administración Responsable, quien elaborara el programa de obra.
6. - La Administración Responsable iniciara la ejecución de la obra cuando haya sido autorizada conforme al proyecto y especificaciones y deberá llevar a cabo el control de calidad que corresponda. La supervisión y verificación del control de calidad podrá estar a cargo del Centro SCT, si así lo solicita la Unidad de Autopistas de Cuota. La Administración Responsable deberá informar el avance mensual de los trabajos a la Unidad de Autopistas de Cuota y al Centro SCT correspondientes en su caso, quienes harán las verificaciones que juzguen necesarias.
7. - Los estudios, proyectos y obras deberán cumplir con todos los registros establecidos en la Normatividad y legislación vigentes.
8. - En lo relativo a la tramitación de autorización para obras de ampliación se procederá de acuerdo a lo indicado en el Manual de Procedimientos para el Aprovechamiento del Derecho de Vía en Autopistas y Puentes de Cuota.
9. - La Administración Responsable dará aviso a la Unidad de Autopistas de Cuota de la terminación de la obra, enviando asimismo el informe final de los trabajos, en un plazo no mayor a 30 días naturales después de terminados los trabajos.
10. - La Administración Responsable reportara la información relativa a costos reales de acuerdo a lo indicado en los formatos 8 al 13 en un plazo no mayor a 30 días naturales después de terminados los trabajos.
11. - En el caso de obras para instalaciones marginales o cualquier obra dentro del derecho de vía del puente a realizar por terceras personas, físicas o morales, la Administración Responsable enviara a la Unidad de Autopistas de Cuota copia del convenio mediante el cual la Administración Responsable exprese su conformidad para que la tercera persona realice las obras que pretende.

CAPITULO VI.- SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE PUENTES

La modernización que se intenta realizar en todos los ordenes de la vida económica del país redundara en el incremento sustancial de las demandas de transito sobre las redes de transporte, por lo que tanto las carreteras como los ferrocarriles existentes deberán modificarse para adecuarlos al crecimiento de la demanda de transporte. Los puentes son una parte importante del sistema de transporte del país y pueden ser puntos de estrangulamiento de la red si no están en condiciones adecuadas de servicio. Numerosos puentes de la red nacional de carreteras presentan daños importantes como consecuencia de la acción agresiva de los agentes naturales y del crecimiento desmesurado de las cargas vivas.

El deterioro causado por los agentes naturales es común a todas las obras de ingeniería civil y es el resultado de un proceso mediante el cual la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original. De esta manera el concreto, piedra artificial formada por los agregados pétreos unidos por el cemento y agua, por efecto de los cambios de temperatura, el intemperismo y otros agentes, se agrietan, se desconcha y tiende a convertirse otra vez en arena, grava y cemento separados. Así mismo, el acero formado por hierro con un pequeño agregado de carbono, es un material artificial inexistente en la naturaleza, que por efecto de la oxidación tiende a convertirse en un material más estable.

Por lo que se refiere a las cargas rodantes, el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de vehículos cada vez mas pesados, en respuesta a la demanda de los transportistas que encuentran más lucrativas la operación de vehículos de mayor peso; por otra parte, el mismo desarrollo económico se ha reflejado en un notable incremento del parque vehicular. En los últimos 35 años el número de habitantes y la longitud de la red se han triplicado, en tanto que el número de vehículos se ha multiplicado por 25.

Una gran parte de nuestros puentes fueron calculados para la carga AASHTO H -15 con un peso total de 13.6 ton, en tanto que el camión tipo T3 - S3 autorizado por el reglamento de operación de caminos tiene un peso legal de 46 ton y frecuentemente un peso ilegal hasta de 75 ton. Esta situación explica algunos de los daños en las estructuras de pavimentos y puentes por el aumento de las solicitaciones mecánicas al aumentar el peso de las cargas rodantes y por la disminución de resistencia por efecto de la fatiga estructural ocasionada por la aplicación de esas cargas repetidamente. Sin embargo atendiendo a la naturaleza dinámica de las cargas vivas, deberá estudiarse con más detalle el problema de capacidad estructural, tomando en cuenta las características del propio vehículo como es el tipo de suspensión, distribución de la masa, etc., así como las propiedades dinámicas del puente.

Otro aspecto importante de tomar en cuenta es lo que se refiere a la insuficiencia hidráulica y al estado de la cimentación desde el punto de vista de socavación ya que estos problemas son las principales causas de colapsos de puentes. Desgraciadamente existe un considerable rezago en la conservación de los puentes que se traduce en un deterioro creciente de su estado físico, entre las razones que explican, pero no justifican ese rezago, pueden señalarse las siguientes:

Escasez de recursos

La crisis económica en que estuvo inmenso nuestro país durante la década de los ochentas motivó un considerable descenso del gasto público y una desafortunada minimización de recursos disponibles para la conservación. Por el contrario, la crisis económica pudo considerarse motivo para conservar con mayor esmero la infraestructura existente que, de destruirse, sería difícil de restituir por la propia escasez de recursos.

Preferencia a la estructura térrea

Los limitados recursos asignados a la conservación de la red, se han canalizado en el pasado fundamentalmente a la atención de la estructura térrea (tercería y pavimentos) debido a que los materiales que la conforman son más vulnerables que los predominantes en los puentes, lo que motiva daños más extensos, más notorios y más frecuentes. Los materiales de los puentes, son ciertamente más durables, pero no son eternos y su falta de conservación puede destruirlos, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas e interrupciones totales del tránsito.

Impopularidad de la conservación

El crecimiento demográfico, el acceso de grupos cada vez mayores a mejores niveles de vida y la urbanización creciente, generan una gran demanda de diversas obras nuevas de infraestructura, ante las cuales la conservación de las obras existentes resulta una tarea poco atrayente para la sociedad y sus dirigentes y queda, por lo tanto, en desventaja en la competencia por la asignación de recursos.

Carencia de cultura de conservación

En una sociedad subdesarrollada existe poca conciencia sobre la necesidad de conservar las obras tanto públicas como privadas. Podría decirse que el índice del desarrollo social de una nación se obtiene en función de la proporción de recursos asignados a la conservación respecto al gasto total en construcción. Aunque por su longitud los puentes representan una porción pequeña de la red, constituyen eslabones vitales que garantizan la continuidad del funcionamiento de toda ella. Su colapso ocasiona frecuentemente pérdidas de vidas y cuantiosos daños económicos, tanto por la destrucción de la obra como por la interrupción o demora de la operación.

Su reconstrucción plantea a menudo complejos problemas de ingeniería, constituyen además obras que cautivan la atención del público, por lo que su falla ocasiona un detrimento en la credibilidad o en el prestigio de las entidades responsables, por estas razones, conservarlos es una necesidad esencial. En los más de 40 000 Km de la red federal de carreteras existen aproximadamente 5000 puentes con una longitud del orden de 200 Km, de acuerdo con los resultados de numerosos estudios realizados en todo el mundo, un nivel mínimo recomendable de inversión para la conservación de estructuras viales es el 2 % de la inversión inicial.

En una evaluación reciente de los puentes de la red federal se estimó que aproximadamente en 3 000 de ellos, el 60 % del total, se requerirán acciones importantes de rehabilitación. Obviamente los presupuestos anuales para estas acciones, al incluir tareas de reparación y reforzamiento, que se refiere únicamente a acciones preventivas y no correctivas. Adicionalmente, en Francia los 6 700 puentes de la red principal de carreteras requieren una inversión anual de 40 millones de dólares durante 20 años. De esta inversión, un tercio se destinara a acciones preventivas de mantenimiento y dos tercios a la rehabilitación o reemplazo del 25 % de estas obras.

A pesar de que la construcción y administración institucional de puentes carreteros en México empieza en 1925 con la fundación de la Comisión Nacional de Caminos, fue en 1982 cuando se iniciaron acciones administrativas que consideran el problema global de la conservación de puentes. En 1982 se levanto un inventario de los puentes de la red federal que incluyo una evolución de sus condiciones. Este documento constituye un esfuerzo importante de la Dirección General de Construcción y Conservación de Obra Publica para el control de las estructuras viales a su cargo. Posteriormente se establecieron Residencias de Conservación de Puentes en la mayor parte de los Estados y se llevaron a cabo numerosas obras de reparación y modernización de puentes, con inversiones crecientes a precios reales año con año.

Similares esfuerzos han sido realizados en la última década por el organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, por el Departamento del Distrito Federal y por la empresa Ferrocarriles Nacionales de México, para atender los puentes a su cargo. Estas tareas fueron en buena parte impulsadas por la ocurrencia de algunos colapsos de puentes, causados tanto por sobrecargas excesivas como por el mal estado físico de las obras. Por lo expuesto, resulta evidente que la conservación de los puentes presenta ahora un avance considerable respecto a la situación que se tenía hace diez años. Sin embargo para consolidar los esfuerzos realizados y orientar adecuadamente las tareas futuras, se estima conveniente que cada una de estas dependencias implante un sistema de administración para la conservación de los puentes a su cargo.

Por otra parte, es importante señalar que existen numerosos puentes que se encuentran desprotegidos porque las entidades que los administran, quizás por la carencia de recursos, no han realizado acciones sustantivas para su conservación y rehabilitación. Se trata de los puentes de las redes estatales de caminos alimentadores y de los puentes de los caminos rurales. Aunque estos puentes soportan en general volúmenes de tránsito mucho menores que los de la red troncal, muchos de ellos tienen una gran antigüedad y un deterioro severo como consecuencia de una escasa o nula conservación, por lo que constituyen un grave peligro para seguridad pública. A estas obras desprotegidas deben sumarse muchos puentes dispersos por todo el país, construidos por municipios de escasos recursos o por particulares, que constituyen un peligro peor, ya que en muchos casos, a un deficiente estado de conservación, suman una condición original defectuosa por haber sido diseñados y construidos con graves carencias de tecnología.

Para todas estas obras es urgente implantar programas de conservación similares a los emprendidos por las entidades mayores mencionadas y protegerlos con sistemas de administración de la conservación que podrían tener por alcance el territorio de cada una de las Entidades Federativas. Aunque es evidente que las pequeñas obras municipales y rurales, por su aislamiento y lejanía, quedan mejor vigiladas y conservadas por las autoridades locales, se estima conveniente que el sistema de administración quede a cargo de los Gobiernos de los Estados, para que proporcionen el necesario apoyo técnico y económico. En una publicación reciente del Banco Mundial destinada a servir como guía para la implantación de sistemas de administración de puentes en países en desarrollo.

Sistema de Administración de Puentes

Se define a un sistema de este tipo como, "un conjunto de elementos administrativos y organizacionales, normas y procedimientos implantados por una institución para organizar, realizar y supervisar todas las actividades relacionadas con los puentes a su cargo después de la puesta en servicio de estos".

Los objetivos generales del sistema son los siguientes:

- Garantizar la seguridad de los usuarios
- Proteger la inversión patrimonial
- Predecir con suficiente anticipación el monto de los recursos necesarios para la conservación y rehabilitación de las obras
- Garantizar la continuidad y la calidad del servicio
- Optimizar la aplicación de los recursos disponibles
- Generar una base de datos con el inventario y la información de las inspecciones de puentes.

Por lo que se refiere a los puentes carreteros de la red federal, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuenta con todos los elementos administrativos y organizacionales que permiten la pronta implantación del sistema propuesto a través de la estructura existente en los Centros SCT y en las Dependencias Centrales, requiriéndose únicamente el fortalecimiento de algunos recursos específicos necesarios para la operación del sistema.

ORGANIZACION INSTITUCIONAL PROPUESTA POR EL SIAP.



A continuación se describen algunas necesidades en cuanto a normas y procedimientos a establecer.

VI.1.- ORGANIZACIÓN CENTRAL

Dentro del sistema propuesto se requiere que la toma de decisiones sobre las acciones de conservación de los puentes tenga lugar en una organización central que deberá además supervisar la ejecución de los trabajos. Estas tareas no pueden estar a cargo de la organización de campo, porque deben realizarse considerándose la operación global de la red y no únicamente las circunstancias particulares de cada caso. Para los puentes de la red federal de carreteras esta organización será en primera instancia el centro SCT en cada estado y en segunda, las dependencias centrales.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las actividades centralizadas dentro del sistema propuesto son las siguientes:

- Establecer políticas y programas de conservación
- Integración del banco de datos
- Evaluación de las obras
- Definición de acciones
- Priorización de acciones

La organización central será la responsable de integrar un expediente para cada puente conteniendo los siguientes documentos:

- Estudios previos: topográficos, hidráulicos, geotécnicos, de ingeniería de tránsito
- Memorias de cálculo y planos estructurales
- Datos de construcción: contratos, modificaciones al proyecto, control de calidad
- Reportes de accidentes
- Datos sobre reparaciones o reforzamientos, incluyendo costos

Los expedientes deben agruparse por tramo, carretera y por red, para conformar un archivo ordenado que permita la recuperación rápida de la información.

VI.2.- ORGANIZACIÓN DE CAMPO

Dentro del sistema se requieren organismos que realicen directamente las tareas de campo. En el caso de la red federal de carreteras, los organismos responsables deben ser las Residencias de Construcción de Puentes, auxiliadas por las Unidades Generales de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones. Las tareas a realizar por estas dependencias dentro del sistema son las siguientes:

- Inspecciones
- Evaluaciones

Inspecciones

Mediante un programa de inspecciones sistemáticas se obtendrán los datos necesarios para la detección y evaluación de daños, así como para la toma de decisiones sobre mantenimiento, reparación, refuerzo o sustitución de los puentes.

En las inspecciones deberán considerarse únicamente los daños graves tales como:

Socavación

Grietas y asentamientos en la subestructura

Daños en dispositivos de apoyo

Grietas en la superestructura

Flechas, desplomes y hundimientos

Golpes

Daños en juntas de dilatación

Corrosión

Dentro de este sistema se sugiere que se realicen dos tipos de inspecciones, una de evaluación y la otra detallada.

Inspección de Evaluación

Debe realizarse por personal especializado en puentes y adiestrado para la identificación y evaluación de daños. La brigada de inspección debe estar formada por lo menos por tres técnicos y uno de ellos debe ser ingeniero. El personal contara con un equipo mínimo y la inspección será fundamentalmente visual, la época más recomendable para realizar esta inspección es al termino de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilita el acceso bajo las obras y cuando están frescos los indicios de socavación, principal causa de colapsos.

Al término de la inspección de evaluación, el jefe de la brigada procederá a una calificación global de la obra. En virtud de la escasez de información y de la superficialidad de la inspección, no es posible adoptar un sistema cuantitativo sofisticado de calificación, por lo que en forma practica se recomienda que la superestructura, subestructura, superficie de rodamiento y cimentación, se califiquen en alguno de los niveles mostrados en la tabla A, se deberá asignar una calificación a cada concepto, es decir una sola clasificación para la subestructura, otra para la superestructura, otra para la superficie de rodamiento y otra para la cimentación.

Para la ejecución de estas inspecciones se recomienda utilizar las siguientes publicaciones de apoyo:

Catalogo de deterioros, el cual servirá para ayudar en la calificación del puente.

Formatos para la inspección del puente, el cual estará de acuerdo con el sistema de cómputo y servirá para proporcionar fichas de captura.

Guía para la inspección y conservación de puentes, esta es una publicación que tiene la SCT, que es traducción de una publicación de la AASHTO

| NIVEL | DESCRIPCIÓN |
|-------|-----------------------------|
| 5 | CONDICIÓN EXCELENTE |
| 4 | CONDICIÓN BUENA |
| 3 | CONDICIÓN ACEPTABLE |
| 2 | CONDICIÓN REGULAR |
| 1 | CONDICIÓN MALA O DEFECTUOSA |
| 0 | CONDICIÓN DE FALLA |

TABLA A: Niveles para la calificación de puentes

Inspección Detallada

Debe realizarse en aquellos que hayan tenido una calificación inferior a 3 durante la inspección de evaluación. Esta segunda inspección la realizara personal especializado en puentes, procedente de oficinas centrales o regionales y tendrá por objetivo ratificar o rectificar la calificación preliminar.

Para ello deberá contarse con equipos que permitan el acceso a todas las partes del puente y la medición cuantitativa de las respuestas de la estructura con precisión suficiente. Dada la extensión y complejidad de estos trabajos y el alto grado de responsabilidad profesional que implican, es recomendable que se realicen con el apoyo de empresas especializadas de consultoría, contratadas para este efecto.

En la figura siguiente se muestra un resumen de la metodología propuesta por el SIAP para llevar a cabo las inspecciones.



**ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL
DE LAS INSPECCIONES**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Evaluación

La evaluación del puente debe incluir dos aspectos; por un lado, evaluar sus características resistentes actuales y previsibles en un futuro próximo y por otro, que señale cuales son sus características funcionales, destacando el tipo de trazo en que esta inscrito el puente, su ancho de calzada, su gálibo y su sección hidráulica entre otros.

Estas propiedades de resistente y de funcionalidad, deben compararse con las características mínimas aceptables o deseables que deben tener un puente para que cumpla su función dentro de la red vial.

Para obtener la capacidad resistente de un puente existente dos procedimientos: el primero, consistente en la elaboración de un análisis estructural utilizando un modelo lo mas apegado a la geometría del puente.

Un problema que se presenta en este procedimiento es la determinación de los parámetros de rigidez y resistencia para el nivel de deterioro que tenga el puente.

El segundo procedimiento consiste en obtener las características dinámicas (modos de vibración, amortiguamiento y frecuencia) reales a partir de la medición de vibraciones. En este sistema se deja abierta la posibilidad de que en el futuro la capacidad resistente se obtenga mediante medición de vibraciones; por ahora este aspecto solo se maneja mediante una calificación de la condición estructural que se otorgue a las diferentes partes del puente.

En lo que se refiere a la evaluación de los aspectos funcionales, ésta se hará comparando los datos actuales de ancho y gálibos con los definidos como mínimos deseables o aceptables en los niveles de servicio. En las siguientes figuras se presenta esquemáticamente la manera en que el SIAP lleva a cabo las evaluaciones de los puentes.

El SIAP considera en los aspectos de resistencia, la capacidad de carga y la socavación y en los aspectos funcionales, el trazo, el ancho de calzada, los gálibos y la sección hidráulica.

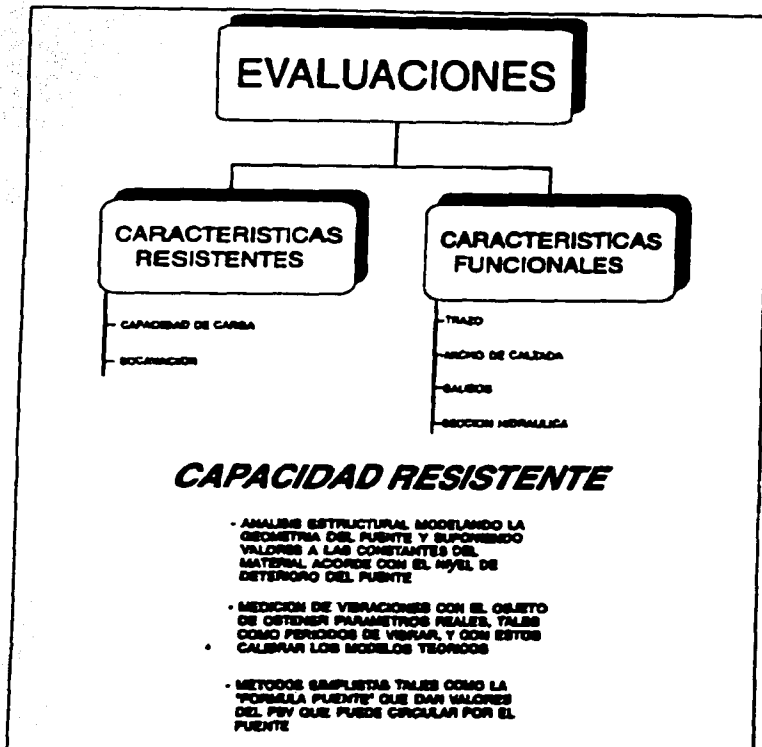


FIGURA 3.3.- Sistema de evaluación de los puentes propuestos en el SIAP.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

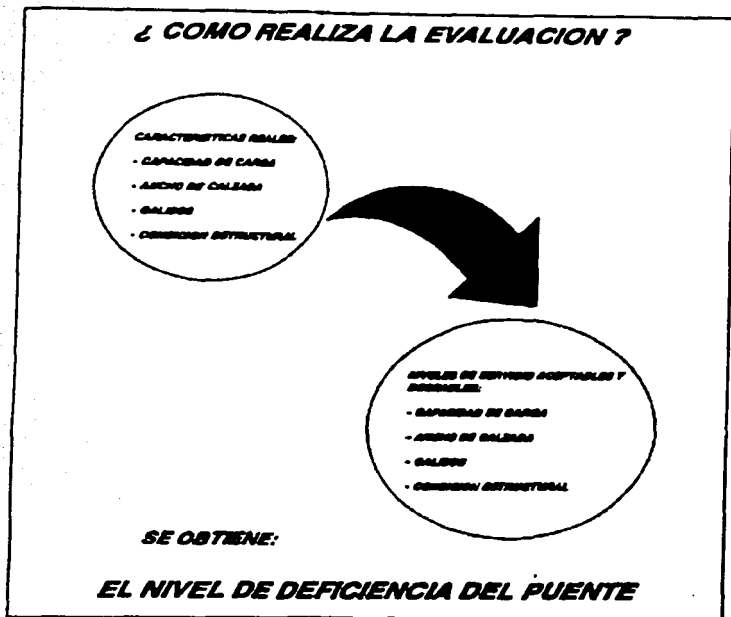


FIGURA 3.4.- Esquema general de evaluación de los puentes en el SIAP.

Capacidad Resistente

Análisis estructural modelando la geometría del puente y suponiendo valores a las constantes del material acorde con el nivel de deterioro del puente. Medición de vibraciones con el objeto de obtener parámetros reales, tales como periodos de vibrar y con estos calibrar los modelos teóricos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Niveles de Servicio

Los niveles de servicio constituyen el marco de referencia para poder establecer si un puente tiene las características funcionales y de resistencia adecuadas para la operación del transporte dentro del sistema vial. Los niveles de servicio son definidos para la capacidad de carga, el ancho del puente y los gálibos.

Nivel de servicio para la capacidad de carga

Por capacidad de carga se entiende como la máxima carga a la que el puente puede ser sometido sin afectarlo estructuralmente, en este sistema se utilizara el peso total del vehículo de diseño a menos que se calcule otro valor utilizando algún procedimiento mas refinado.

Para definir los niveles de servicio para la capacidad de carga, es necesario establecer el peso de los vehículos que circulan por la red carretera. En el reglamento reciente sobre pesos y dimensiones, el peso bruto vehicular permitido se da en función del daño a pavimentos y a puentes.

La clasificación de las carreteras utilizada es la siguiente:

Carretera A.- Son aquellas que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados por el reglamento de pesos y dimensiones de la SCT.

Carretera B.- Son aquellas que conforman la red primaria y atendiendo a sus características geométricas y estructurales presta servicio de comunicación interestatal, además de vincular el transito con la red de carreteras tipo A.

Carreteras C.- Red secundaria; son carreteras que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria.

Carreteras D.- Red alimentadora; son carreteras que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principales prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.

| NIVEL DE SERVICIO PARA LA CAPACIDAD DE CARGA DE PUENTES | | |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| Clasificación de la carretera | Capacidad en toneladas | |
| | Aceptable | Deseable |
| A | 69.52 | 77.51 |
| B | 69.52 | 77.51 |
| C | 46.03 | 46.03 |
| D | 41.54 | 41.54 |

Nivel de servicio para el ancho del puente

En este sistema el ancho del puente corresponde al ancho libre para que los vehículos circulen sin obstáculos. Los niveles de servicio deseados para el ancho del puente se muestran en la siguiente tabla:

| NIVEL DE SERVICIO PARA EL ANCHO DE PUENTES DE 2 CARRILES | | | |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|----------|
| Clasificación funcional del camino | Rangos de Volumen TPDA | Ancho en metros | |
| | | Aceptable | Deseable |
| A | TPDA <= 3000 | 9.00 | 10.00 |
| | 3000 - 5000 | 10.00 | 11.00 |
| | > 5000 | 12.00 | 13.50 |
| B | TPDA <= 1500 | 9.00 | 10.00 |
| | 1500 - 3000 | 8.00 | 9.00 |
| C y D | TPDA <= 50 | 4.00 | 5.00 |
| | 50 - 1500 | 4.00 | 5.00 |

| NIVEL DE SERVICIO PARA EL ANCHO DE PUENTES CON MAS DE DOS CARRILES | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-------|----------|-------|
| Tipo de carretera | TPDA | Ancho en metros | | | |
| | | Aceptable | | Deseable | |
| | | Carril | Acot. | Carril | Acot. |
| A | TPDA <= 3000 | 4.50 | 0.50 | 4.50 | 1.50 |
| | 3000 - 5000 | 4.50 | 1.50 | 5.00 | 1.50 |
| | TPDA > 5000 | 5.00 | 1.50 | 5.70 | 2.50 |

Nivel de servicio para el gálibo de puentes

El gálibo vertical de puentes corresponde a la altura libre para que los vehículos circulen. En un puente se pueden presentar dos tipos de gálibos que llamaremos gálibo superior y gálibo inferior.

El gálibo superior corresponde a impedimentos para circular que estén por arriba del puente como puede ser la cuerda superior en puentes basado en armaduras o bien algún tipo de señalamiento.

El gálibo inferior es cuando el puente es cruzado por debajo de una ruta, el nivel de servicio para los gálibos superior e inferior en puentes se muestra en la siguiente tabla:

| NIVEL DE SERVICIO PARA EL GALIBO DE PUENTES | | |
|---------------------------------------------|------------------|----------|
| Clasificación del Camino | Gálibo en metros | |
| | Aceptable | Deseable |
| A | 5.40 | 5.60 |
| B | 5.00 | 5.20 |
| C | 4.40 | 4.80 |

VI.3.- CRITERIOS DE PRIORIZACION

Un criterio de priorización es un procedimiento en el cual se toman en cuenta aspectos funcionales y estructurales para establecer prioridades de acción en la conservación de los puentes. Para el sistema de Priorización se establece una calificación a la que llamaremos el nivel de deficiencia del puente (ND), el cual se mide de 0 a 100, donde cien es para puente en perfecto estado y cero para aquellos puentes que requieren acciones urgentes de conservación. Se califican cuatro aspectos: capacidad de carga (CC), ancho del puente (AP), gálibos (G) y la condición estructural del puente (CE) La calificación se obtiene con la siguiente formula:

$$ND = 100 - (CC + AP + G + CE)$$

Deficiencia en la capacidad de carga (CC)

La formula para calcular el nivel de deficiencia correspondiente a la capacidad de carga, se define como:

$$CC = 40 \left[1 - \frac{1}{5} (NC - CR)(0.6K_1 + 0.4K_2) \right] \leq 40$$

$$K_1 = (TPDA)^{0.30} / 12$$

$$K_2 = (LD/20) (TPDA/5000)$$

Donde:

NC: es el nivel de servicio para la capacidad de carga, en ton

CR: capacidad de carga del puente en ton. Si no se cuenta con un valor más preciso se podrá usar el correspondiente al peso total del vehículo utilizado en el proyecto.

TPDA: tránsito promedio diario anual.

LD: distancia que un vehículo tendría que recorrer en caso de falla del puente, en Km

Esta fórmula presupone que el costo del transporte se incrementa linealmente con la deficiencia en la capacidad de carga del puente, además se introdujo un término no lineal que toma en cuenta el deterioro del puente por el paso de vehículos con exceso de carga.

Deficiencia por el ancho del puente (AP)

La fórmula para el cálculo de la deficiencia por el ancho del puente es la siguiente:

$$AP = 10 (1 - (AD - AR) (TPDA / 5000)) \leq 10$$

Donde:

AD: ancho total deseado del puente, en metros

AR: ancho real del puente, en metros

TPDA: tránsito promedio diario anual

La deficiencia por el ancho del puente está en función del TPDA, la función es lineal y en ella se considera que el número de accidentes y los costos se incrementan linealmente con el TPDA y la deficiencia en el ancho del puente.

Deficiencia por Gálibos (G)

La fórmula para el cálculo de la deficiencia por gálibo está dada por:

$$G = (GI + GS) \leq 10$$

GI = $10 [1 - ((GID - GIR)/0.6) (TPDA/5000)]$

GS = $10 [1 - (GSD - GSR)/0.6) (TPDA/5000)]$

Donde:

GID: gálibo inferior deseado, en metros.

GIR: gálibo inferior existente, en metros.

GSD: gálibo superior deseado, en metros.

GSR: gálibo superior existente, en metros.

GI: deficiencia en el gálibo inferior.

GS: deficiencia en el gálibo superior.
TPDA: tránsito promedio diario anual.

Deficiencia en la condición estructural (CE)

Para calcular la deficiencia en la condición estructural, se utilizan las siguientes formulas:

| | | |
|---------------------|------|-------------|
| CE = 0 | para | ICE ≤ 1 |
| CE = 40/3 (ICE - 1) | para | 1 < ICE < 4 |
| CE = 40 | para | ICE > 4 |

$$ICE = [(2(ICSUB) + (ICSUP) + (ICR) + 3(SOC))] / 8$$

Donde:

ICE: índice de la condición de la estructura
ICSUB: índice de la condición estructural de la subestructura
ICSUP: índice de la condición estructural de la superestructura
ICR: índice de la condición de la superficie de rodamiento
SOC: índice de la condición de la socavación

Definición de acciones

Como resultado del análisis de los datos de la inspección de evaluación el sistema asignara a cada puente alguno de las siguientes acciones:

Inspección de evaluación a corto plazo (máximo 12 meses)
Inspección de evaluación a mediano plazo (máximo 2 años)
Inspección de evaluación a largo plazo (máximo 3 años)
Inspección detallada
Acciones de mantenimiento menor
Acciones de mantenimiento mayor
Acciones de reparación en dos niveles: mayor y menor
Acciones de modernización bajo dos aspectos: ampliación y aumento de su capacidad de carga
Acciones de sustitución
Acciones normativas como: limitación de peso, reducción de la velocidad, colocación de señales de seguridad, colocación de señales que indiquen gálibos, cierre del puente.

Algunas de las acciones anteriores se definen como:

Mantenimiento menor.- se refiere a las acciones que corrigen anomalías que no han causado todavía daños pero que si persisten pueden llegar a causarlo, el deshierbe y la limpieza son acciones típicas de mantenimiento menor.

Mantenimiento mayor.- se refiere a acciones que corrigen daños que todavía no tienen carácter estructural, pero que si se dejan progresar puede llegar a causarlo, la renovación de la pintura de estructuras metálicas realizada cuando ya se ha caído parcialmente, pero antes de que la corrosión merme la resistencia de los elementos expuestos, es un ejemplo de trabajo de mantenimiento mayor.

Reparación.- acciones que corrigen daños estructurales, pero que se limitan a recuperar la capacidad original. Como ejemplos pueden presentarse la inyección de grietas con resinas epoxicas en estructuras de concreto dañadas y la reposición de áreas perdidas por corrosión mediante el añadido de cubre placas soldadas en perfiles metálicos.

Modernización.- abarca las acciones que modifican la estructura de un puente con el objeto de incrementar su capacidad original. Las acciones se designan de refuerzo si se aumenta la capacidad estructural. Ha sido frecuente el incremento de la capacidad vial mediante el ensanchamiento de la calzada, para lo cual se ha recurrido a sistemas estructurales diversos, también se han adaptado puentes antiguos a las necesidades del tránsito moderno, corrigiendo su alineamiento horizontal o vertical con la aplicación de gatos hidráulicos, con estos mismos aparatos se ha elevado la rasante de algunos puentes para incrementar su capacidad hidráulica.

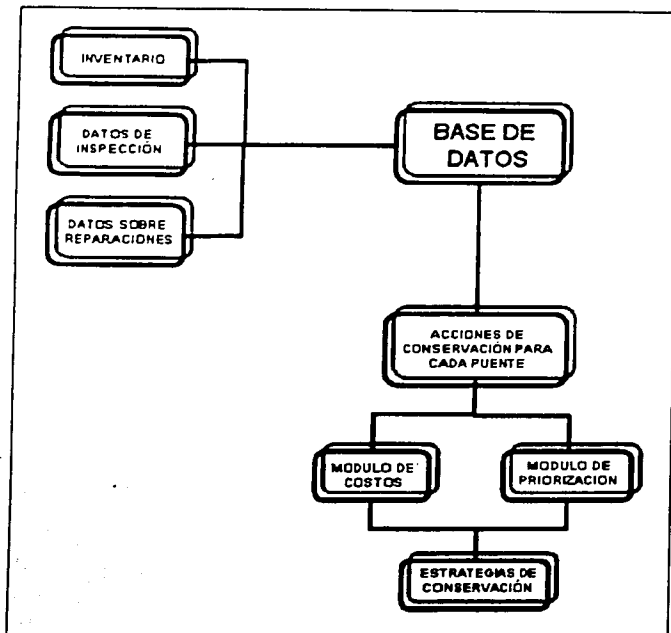
Substitución.- cuando se juzga que el estado de deterioro de una estructura es tan avanzado que resulta económicamente poco factible repararla o modernizarla, la substitución puede ser parcial o total. Muy a menudo ha resultado conveniente desmantelar o demoler una superestructura obsoleta y aprovechar la subestructura existente para el apoyo de una superestructura nueva de características adecuadas a los requerimientos actuales del tránsito.

VI.4.- SISTEMAS DE CÓMPUTO

El SIAP (Sistema de Administración de Puentes) es un sistema de cómputo desarrollado en ambiente de computadora personal.

Los objetivos del sistema son:

- Generar un inventario de puentes
- Almacenar los datos de las inspecciones
- Dar una estimación de los recursos necesarios para la conservación de los puentes
- Priorizar las acciones de mantenimiento en puentes



ESQUEMA GENERAL DEL SIAP

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En un sistema de administración de puentes una parte importante es su base de datos, que debe contener información adecuada y breve que permita identificar un puente desde la localización geográfica, hasta el tipo de material del que esta construido, su carga de diseño, su forma estructural, tipo de cimentación, así como todos los datos que tengan que ver con la operación del transporte, como pueden ser su geometría, gálibos, etc. La base de datos del sistema esta organizada de la siguiente manera:

VI.5.- DATOS GENERALES

Los datos generales corresponden a la ubicación de la estructura que incluyen los códigos referentes al estado federativo, la localidad, el numero del puente, el año de construcción y reconstrucción, si es que se ha dado, quien lo construyo, etc. En otras palabras, son datos que describen, de manera general, ciertas características permanentes de la estructura.

1. - CÓDIGO ESTATAL

(5 DÍGITOS)

Se registra el código estatal, el cual formara parte del número de inventario que genera el sistema. Este campo estará formado por cinco dígitos que corresponden a la abreviatura del estado.

| NOMBRE DEL ESTADO | CÓDIGO |
|---------------------|--------|
| AGUASCALIENTES | 00AGS |
| BAJA CALIFORNIA | 00BC |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 00BCS |
| CAMPECHE | 0CAMP |
| COAHUILA | 0COAH |
| COLIMA | 00COL |
| CHIAPAS | 0CHIS |
| CHIHUAHUA | 0CHIH |
| DISTRITO FEDERAL | 000DF |
| DURANGO | 00DGO |
| GUANAJUATO | 00GTO |
| GUERRERO | 00GRO |
| HIDALGO | 00HGO |
| JALISCO | 00JAL |
| MÉXICO | 00MEX |
| MICHOACÁN | 0MICH |
| MORELOS | 00MOR |
| NAYARIT | 00NAY |

| | |
|-----------------|-------|
| NUEVO LEÓN | 000NL |
| OAXACA | 00OAX |
| PUEBLA | 00PUE |
| QUERÉTARO | 00QRO |
| QUINTANA ROO | 000QR |
| SAN LUIS POTOSÍ | 00SLP |
| SINALOA | 00SIN |
| SONORA | 00SON |
| TABASCO | 00TAB |
| TAMAULIPAS | TAMPS |
| TLAXCALA | 0TLAX |
| VERACRUZ | 00VER |
| YUCATÁN | 00YUC |
| ZACATECAS | 00ZAC |

2. - NOMBRE DE LA LOCALIDAD (80 DÍGITOS)

En este apartado se registrara el nombre de la localidad o nombre que se le da al sitio específico en donde se encuentra ubicada la estructura. Este código se formara por las letras de dicho nombre y en caso de que este abarque más de 80 dígitos se colocara solo su abreviatura.

3. - LOCALIZACIÓN DE LA CARRETERA

En esta parte se registran los datos de la carretera que pasa sobre el puente, el origen y el destino de la carretera, el origen y el destino del tramo y el número de carretera.

3a. - ORIGEN DE LA CARRETERA (40 DÍGITOS)

En este campo se registra el nombre de la localidad que da origen a la carretera

3b. - DESTINO DE LA CARRETERA (40 DÍGITOS)

Se registra el nombre de la localidad del destino de la carretera

3c. - ORIGEN DEL TRAMO (40 DÍGITOS)

Se anota el nombre de la localidad que da origen al tramo correspondiente

3d. - DESTINO DEL TRAMO

(40 DÍGITOS)

En este campo se anota el nombre de la localidad del destino correspondiente a este tramo

3e. - NUMERO DE LA CARRETERA

(5 DÍGITOS)

En este campo se anota el número de la carretera de acuerdo a la numeración usada por la SCT

3f. - TIPO DE RUTA

(1 DÍGITO)

Este dígito debe corresponder a uno de los siguientes términos:

Carretera Federal
Autopista
Carretera Estatal
Camino Rural
Calle Urbana
Ferrocarril
Otra

3g. - NIVEL DE SERVICIO

(1 DÍGITO)

En este campo se identifica el nivel de servicio para el camino o ruta utilizando uno de los siguientes códigos:

Troncal
Alimentador
Rural
Ninguno de los de arriba

4. - NUMERO DEL PUENTE

(7 DÍGITOS)

El número de los puentes existentes en México se forma con cinco dígitos de acuerdo a la numeración existente, o bien, si no existe, se hará de acuerdo a algún criterio que convenga a la SCT. Este número debe ser único en cada puente y formara parte del número de inventario que dará el sistema.

5. - NOMBRE DEL PUENTE (80 DÍGITOS)

En este apartado se indicara el nombre del puente, por lo que dicho código estará establecido por las letras que conforman al nombre, será conveniente manejar exclusivamente solo un nombre para cada puente.

6. - AÑO DE CONSTRUCCIÓN (5 DÍGITOS)

En la formación de este código se utilizaran cinco dígitos para registrar el año de construcción, en caso de que no se tenga disponible el dato se puede anotar uno que se aproxime al año en que se termino la construcción.

7. - NOMBRE DEL CONSTRUCTOR (80 DÍGITOS)

Es importante tener el nombre de la compañía o dependencia que realizo la construcción del puente ya que el constructor puede proporcionar mayor información si se requiere, se registrara el nombre del constructor principal.

8. - HISTORIAL DE REPARACIONES

En esta parte se anota el año, el nombre de la compañía constructora y el tipo de reparación realizada, se registraran las últimas cinco reparaciones realizadas.

8a. - AÑO (4 DÍGITOS)

En este campo se registra el año de terminación de la reparación

8b. - CONSTRUCTORA (80 DÍGITOS)

Se anota el nombre de la compañía constructora o dependencia que haya realizado la reparación

8b. - TIPO DE REPARACIÓN (1 DIGITO)

Se anota el tipo de reparación realizada de acuerdo a lo siguiente:

Mantenimiento menor
Mantenimiento mayor
Reparación menor
Reparación mayor
Reconstrucción

Ampliación
Reforzamiento

9. - COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Estas deben ubicarse al centro de la estructura

9a. - LATITUD (6 DÍGITOS)

Se anotara compuesta de grados, minutos y décimas de minutos

9b. - LONGITUD (6 DÍGITOS)

Se registrara en grados, minutos y décimas de minutos

10. - KILOMETRAJE AL CENTRO DEL PUENTE (10 DÍGITOS)

Este será ubicado de acuerdo al sentido del cadenamiento y al centro del puente. El campo estará formado por el número de kilómetros más el número de metros

11. - ORIGEN DEL CADENAMIENTO (80 DÍGITOS)

Se registra el nombre de la localidad que da origen al cadenamiento

12. - SIGNIFICADO HISTÓRICO (1 DIGITO)

En este campo se especificara si el puente tiene o no un significado histórico, el significado histórico de un puente puede ser un ejemplo particular o único de la historia de la ingeniería, el cruce mismo puede ser significativo, el puente puede estar asociado con la historia del área.

13. - DATOS DE LAS RUTAS BAJO EL PUENTE

Ruta bajo el puente se refiere a la carretera o cualquier otra vía que pasa por debajo del puente. Se definirán máximo tres rutas, si existen mas, se elegirán las más importantes

13a. - TIPO DE RUTA

(1 DÍGITO)

Este dígito corresponderá a uno de los siguientes términos:

Carretera Federal
Autopista
Carretera Estatal
Camino Rural
Calle Urbana
Ferrocarril
Otra

13b. - NIVEL DE SERVICIO

(1 DÍGITO)

En la tercera posición, se identifica el nivel de servicio para el camino o ruta, utilizando uno de los siguientes códigos:

Troncal
Alimentador
Rural
Ninguno de los de arriba

VI.6.- DATOS GEOMÉTRICOS

En esta parte se registran los datos del diseño geométrico de la estructura, los elementos a identificar serán los siguientes:

14. - ACCESOS

En este campo se dará la información concerniente a los anchos en metros de los accesos al puente.

14a. - DIMENSIONES DE LA SECCIÓN A LA ENTRADA DEL PUENTE

14a1. - ancho de corona en metros (5 DÍGITOS)
14a2. - ancho de carpeta en metros (5 DÍGITOS)
14a3. - ancho del camellón en metros (5 DÍGITOS)

14b. - DIMENSIONES DE LA SECCIÓN A LA SALIDA DEL PUENTE

14b1. - ancho de corona en metros (5 DÍGITOS)
14b2. - ancho de carpeta en metros (5 DÍGITOS)
14b3. - ancho del camellón en metros (5 DÍGITOS)

15. - LONGITUD DEL PUENTE

(5 DÍGITOS)

Esta medida se define como la longitud en metros de la superficie de rodamiento soportada por la estructura del puente.

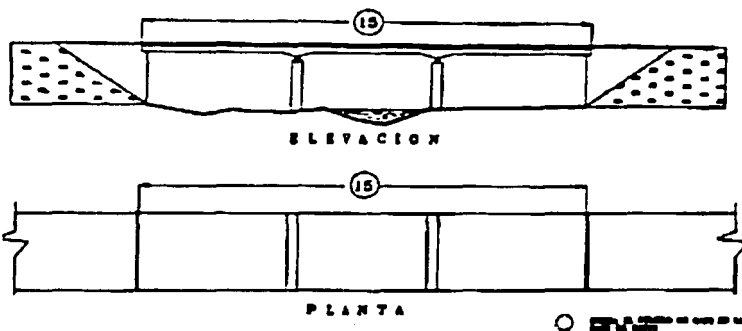


FIGURA 4.2.- Longitud del puente.

16. - LONGITUD DEL MÁXIMO CLARO

(5 DÍGITOS)

En este campo se registra, en metros, la longitud del claro mayor, esta distancia es a ejes de columnas o pilas.

17. - ANCHO TOTAL DE LAS SUPERESTRUCTURAS (8 DÍGITOS)

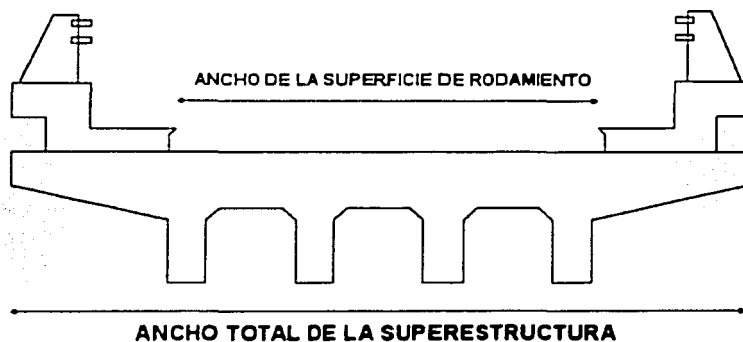
En este campo se registra, en metros, el ancho total de la superestructura

18. - ANCHO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO (4 DÍGITOS)

En esta parte se registra, en metros, el ancho de la superficie de rodamiento del puente.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANCHOS DE LA SUPERESTRUCTURA



19. - ANGULO DE ESVAJAJE

(2 DÍGITOS)

Para puentes que no sean esviados se deberá registrar un ángulo de 0° , cuando la estructura esta en una curva, o si el ángulo de esviaje varia por la misma razón, puede ser registrado el promedio de los ángulos.

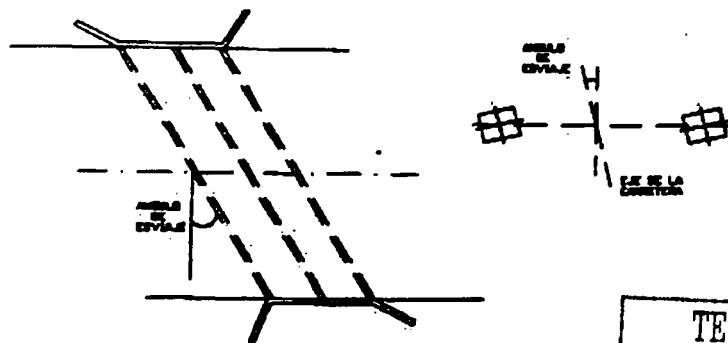


FIGURA 4.4.- Definición del ángulo de esviaje.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

20. - TRAZO GEOMÉTRICO

En este campo se registra si el puente esta en curva horizontal o vertical

20a. - ALINEAMIENTO VERTICAL (1 DÍGITO)

Tangente
Curva en cresta
Curva en columpio

20b. - ALINEAMIENTO HORIZONTAL (1 DÍGITO)

Tangente
Curva

21. - GALIBO VERTICAL SOBRE EL PUENTE (4 DÍGITOS)

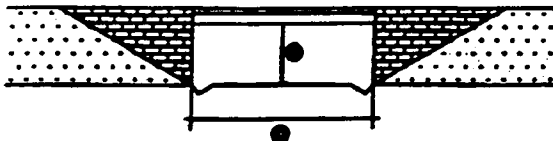
La información que se registra en este apartado es el gálibo mínimo vertical que existe sobre el puente. Este gálibo se puede deber al contraventeo superior en el caso de puentes de acero superiores.

22. - GALIBO VERTICAL BAJO EL PUENTE (4 DÍGITOS)

En este campo se anotara el gálibo inferior del puente, en metros

23. - GALIBO HORIZONTAL BAJO EL PUENTE (4 DÍGITOS)

En este campo se registrara la medida del gálibo horizontal, expresada en metros.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

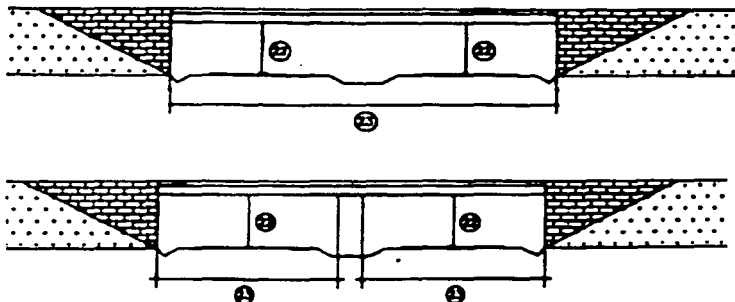


FIGURA 4.5.- Definición de gálibos.

VI.7.- DATOS SOBRE LA ESTRUCTURA

En esta parte se obtendrá la información acerca del tipo de estructura, material empleado, sistema de piso, el número de claros, el tipo de cimentación, la carga de diseño, etc.

24. - TIPO DE PUENTE

Este inciso se compone de un campo en el que se define el tipo de puente.

24a. - TIPO DE PUENTE

(1 DÍGITO)

- Losa simplemente apoyada
- Superestructura isostática
- Superestructura continua
- Pórtico o marco rígido
- Armaduras
- Arco
- Colgante
- Atirantado
- Otro

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

25. - NÚMEROS DE CLAROS

(3 DÍGITOS)

En este campo, se registra el número de claros con que cuenta la estructura.

26. - TIPO DE SUPERESTRUCTURA

Este inciso se compone de dos campos, el tipo de superestructura y el tipo de material

26a. - TIPO DE SUPERESTRUCTURA (1 DIGITO)

Losa plana
Losa nervada
Sistema basándose en traveses y losa
Vigas presforzadas
Sistema de piso basado en armaduras horizontales
Sección tipo cajón
Otro

26b. - TIPO DE MATERIAL (1 DIGITO)

Concreto reforzado
Concreto presforzado
Acero soldado
Acero remachado
Mampostería
Mixto concreto reforzado y acero
Mixto concreto presforzado y acero
Otro

27. - TIPO DE SISTEMA DE PISO (1 DIGITO)

El sistema de piso proporcionara la capacidad portante del sistema de cubierta, en este campo se registra el tipo de sistema de piso usado, para esto se escogerá uno de los siguientes:

Losa de concreto
Concreto precolado
Concreto presforzado transversalmente
Placas de acero
Rejilla
Ortotropico
Otro

28. - TIPO DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO (1 DIGITO)

La superficie de rodamiento se refiere al piso para el tránsito de los vehículos que se coloca sobre la cara superior de la losa estructural, en este campo se registra el tipo de material utilizado en la superficie de rodamiento, se escogerá uno de los siguientes:

Concreto hidráulico
Mezcla asfáltica
Otros

29. - APOYOS EXTREMOS

En este campo se registra el tipo de apoyo en los extremos, el material con que esta construido el cuerpo y también el de la corona.

29a. - TIPO DE APOYO (1 DIGITO)

Este dígito debe de ser uno de los siguientes:

Estribos
Enterrados
Con aleros
En "U"
Otro

29b. - MATERIAL DEL CUERPO (1 DIGITO)

A este campo corresponde cualquiera de los números señalados a continuación:

Mampostería
Concreto
Ladrillo
Otros

29c. - MATERIAL DE LA CORONA (1 DIGITO)

A este campo corresponde uno de los siguientes:

Concreto
Inexistente

30. - APOYOS INTERMEDIOS

Las pilas son los apoyos intermedios y se clasifican según su tipo de remate, material del cuerpo y material del remate.

30a. - TIPO DE CUERPO (1 DIGITO)

Este dígito debe ser uno de los siguientes:

Tradicional
Rectangular
Cilíndrico
Sección constante
Sección variable
Otro tipo

30b. - EXTREMO FINAL O REMATE (1 DIGITO)

Corona
Cabezal en voladizo
Otro tipo

30c. - MATERIAL DEL CUERPO (1 DIGITO)

Este dígito indica el material del cuerpo.

Mampostería
Concreto

30d. - MATERIAL DE LA CORONA O CABEZAL (1 DIGITO)

Concreto
Inexistente

31. - CIMENTACIÓN (1 DIGITO)

En este campo se señala el tipo de cimentación del puente y debe de ser alguno de los siguientes:

Zapatas
Pilas
Pilotes
Cilindros

Mixta
Desconocida
Otro

32. - CARGA DE DISEÑO

(1 DIGITO)

En este campo se define la carga viva con que la estructura fue diseñada:

H - 10
H - 15
HS - 15
H - 20
HS - 20
T3 - S3
T3 - S2 - R4
Otro

33. - DISPOSITIVOS DE APOYO

En este campo se define el tipo de dispositivo, tal como se muestra a continuación:

33a. - DISPOSITIVO MÓVIL

(1 DIGITO)

Mecedora de acero
Mecedora de concreto
Rodillos metálicos
Neopreno
Neopreno con acero y teflón
Otro

33b. - DISPOSITIVO FIJO

(1 DIGITO)

Acero
Plomo
Neopreno
Articulación
Otro

34. - JUNTAS DE DILATACIÓN

(1 DÍGITO)

En este campo se define el tipo de junta de dilatación.

Compriband
Sikaflex
Asfalto
Neopreno
Tapajunta de acero
Lamina de cobre
Inexistente
Otro

VI.8.- DATOS DE OPERACIÓN

En este campo se registran los datos referentes a la operación de la estructura, es decir, el tráfico promedio diario, la distancia de desvío en caso de que el paso sea cerrado, si el puente esta o no cerrado al tráfico y el tipo de administración.

35. - TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

(6 DÍGITOS)

En este campo se registra el tráfico promedio diario.

36. - AÑO DEL TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (4 DÍGITOS)

Es de importancia registrar el año en que se estimo el tráfico promedio diario.

37. - LIMITACIONES DE TRAFICO

En este campo se anota si existe o no alguna limitación de tráfico.

38. - LONGITUDES DE DESVÍO EN CASO DE DAÑO (3 DÍGITOS)

En este campo se registra la distancia en kilómetros que se tenga que recorrer para encontrar otro paso, en caso de que el puente tenga que ser cerrado por daño o reparación.

39. - TIPO DE ADMINISTRACIÓN

(1 DIGITO)

En este campo se especifica el tipo de administración con el que opera el puente.

Cuota
Libre
Concesionada

VI.9.- DATOS DE LA INSPECCIÓN DE EVALUACIÓN

Se almacenan los datos relacionados sobre los deterioros más sobresalientes en los diferentes elementos del puente. Los deterioros considerados son principalmente agrietamientos importantes, socavación, corrosión, desplomes y estado de los apoyos. También se anotará la fecha en que se realizó la última inspección, así como un reporte indicando la necesidad o no, de hacer alguna inspección más detallada o algún estudio especial.

40. - HUNDIMIENTOS

(1 DIGITO)

En este campo se registra si existe algún tipo de hundimiento, como se trata de una inspección visual, se maneja una escala sencilla para la evaluación del daño, por lo que se deberá escoger alguno de los siguientes:

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

41. - DESPLOMES

(1 DIGITO)

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

42. - FLECHAS

(1 DIGITO)

Ligera
Moderada
Grave
No se aprecia

43. - SOCAVACIÓN

(1 DIGITO)

Ligera
Moderada
Grave
No se aprecia

44. - CAUCE DEL RÍO

(1 DIGITO)

En este campo se define si existe algún tipo de obstrucción al cauce del río, se escogerá alguno de los siguientes valores:

Obstruido ligeramente
Obstruido moderadamente
Obstrucción grave
Sin obstrucción

45. - CORROSIÓN

(1 DIGITO)

En este campo se registra cual es la situación general del puente en cuanto a corrosión, se escogerá alguno de los siguientes:

Ligera
Moderada
Grave
No se aprecia

46. - SEÑALAMIENTO QUE INDIQUE GALIBOS

(1 DIGITO)

En este apartado se registra si existe señalamiento adecuado o no en relación e información sobre gálibos.

47. - SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD (1 DÍGITO)

En este campo se registra si existe señalamiento adecuado o no con relación a la seguridad, este señalamiento se refiere a la velocidad de los vehículos sobre el puente, si existe o no-reducción en los carriles, etc.

48. - CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO (1 DÍGITO)

En este campo se registra la condición de la superficie de rodamiento, se escoge alguno de los siguientes:

Buena
Regular
Mala

49. - AGRIETAMIENTO DE LA SUPERFICIE

**49a. - AGRIETAMIENTO EN ZONAS DE APOYO (1 DÍGITO)
(GRIETAS POR CORTANTE)**

En este campo se registra si existe en algún elemento de soporte de la superestructura un agrietamiento importante, se elegirá alguno de los siguientes:

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

**49b. - AGRIETAMIENTO AL CENTRO DEL CLARO (1 DÍGITO)
(GRIETAS POR FLEXIÓN)**

Se registra en este campo el agrietamiento en la zona central de los elementos de soporte de la superestructura, se elegirá alguno de los siguientes:

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

50. - JUNTAS DE EXPANSIÓN

(1 DÍGITO)

En este campo se registra el estado de las juntas de expansión, se elige alguno de los siguientes:

Buen estado
Mal estado
No existen

51. - DISPOSITIVOS DE APOYO

(1 DÍGITO)

En esta parte se registra el estado de los dispositivos de apoyo de acuerdo a lo siguiente:

Buen estado
Mal estado
No existen

52. - DAÑO POR IMPACTO VEHICULAR POR DEFICIENCIA EN GALIBO (1 DÍGITO)

En esta parte se almacenan datos sobre el daño que en la superestructura provocan los vehículos por gálibo deficiente.

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

53. - DRENAJE

(1 DÍGITO)

En este campo se registra el estado del drenaje de la superestructura

Bueno
Regular
Malo
No existe

54. - DESCONCHAMIENTO EN LA SUPERESTRUCTURA (1 DÍGITO)

Se registra si existen desprendimientos importantes en el concreto, los cuales puedan desencadenar problemas tales como corrosión en el acero de refuerzo.

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

55. - AGRIETAMIENTO EN APOYOS INTERMEDIOS (1 DÍGITO)

En este campo se almacena la información sobre el agrietamiento en los apoyos intermedios, se escoge alguno de los siguientes:

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

56. - AGRIETAMIENTO EN APOYOS EXTREMOS (1 DÍGITO)

En esta parte se registra el agrietamiento en la zona de apoyos extremos, se escoge alguno de los siguientes:

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

57. - DESCONCHAMIENTO EN PILAS O ESTRIBOS (1 DÍGITO)

Se registra si existen desprendimientos importantes en el concreto, los cuales puedan desencadenar problemas tales como corrosión en el acero de refuerzo.

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

58. - PINTURA ANTICORROSIVA EN PUENTES DE ACERO (1 DÍGITO)

En este apartado se registra el estado de la pintura, es decir, el grado de protección que aun proporciona a la estructura, se indicara mediante uno de los siguientes incisos:

Adecuada
Faltante
Defectuosa

59. - CORROSIÓN EN PUENTES DE ACERO (1 DÍGITO)

Se señala el grado de corrosión que presenta la estructura en general

Ligero
Moderado
Grave
No se aprecia

60. - ELEMENTOS ROTOS EN PUENTES DE ACERO (1 DÍGITO)

Mediante un dígito se indica si existen elementos rotos o no:

Si
No

61. - ELEMENTOS FALTANTES EN PUENTES DE ACERO (1 DÍGITO)

Se denota mediante un dígito la falta de elementos en la estructura.

Si
No

**62. - DUCTOS O CABLES EXPUESTOS EN PUENTES (1 DÍGITO)
DE CONCRETO PRESFORZADO**

Este apartado expresara con un dígito el estado de exposición de ductos o cables.

Si
No

**63. - ANCLAJE DE PRESFUERZO EN PUENTES (1 DIGITO)
DE CONCRETO PRESFORZADO**

Igual que en el anterior apartado, se indica si existen o no anclajes sueltos.

Si
No

VI.10.- DATOS SOBRE LA CONDICIÓN DEL PUENTE

En esta parte se almacena la información referente a la calificación dada en la inspección de evaluación. Las calificaciones que se dan a cada parte del puente (superficie de rodamiento, subestructura, superestructura y el estado de socavación).

64. - CALIFICACIÓN GENERAL DEL PUENTE

64a. - SUPERFICIE DE RODAMIENTO (1 DIGITO)

La calificación se indica mediante un dígito el cual puede ser uno de los siguientes:

- 5. - condición excelente
- 4. - condición buena
- 3. - condición aceptable
- 2. - condición regular
- 1. - condición mala o defectuosa
- 0. - condición de falla

64b. - SUPERESTRUCTURA (1 DIGITO)

- 5. - condición excelente
- 4. - condición buena
- 3. - condición aceptable
- 2. - condición regular
- 1. - condición mala o defectuosa
- 0. - condición de falla

64c. - SUBESTRUCTURA

(1 DIGITO)

- 5. - condición excelente
- 4. - condición buena
- 3. - condición aceptable
- 2. - condición regular
- 1. - condición mala o defectuosa
- 0. - condición de falla

64d. - SOCAVACIÓN

(1 DIGITO)

- 5. - condición excelente
- 4. - condición buena
- 3. - condición aceptable
- 2. - condición regular
- 1. - condición mala o defectuosa
- 0. - condición de falla

65. - RECOMENDACIONES GENERALES

A juicio del jefe de brigada se darán recomendaciones generales respecto a:

65a. - INSPECCIONES

(1 DIGITO)

- Inspección de evaluación a corto plazo (máximo 12 meses)
- Inspección de evaluación a mediano plazo (máximo 2 años)
- Inspección de evaluación a largo plazo (máximo 3 años)
- Inspección detallada
- Otro

65b. - SUPERFICIE DE RODAMIENTO

(1 DIGITO)

- Mantenimiento menor
- Mantenimiento mayor
- Reparación
- Substitución
- Pruebas especiales
- Otro

65c. - SUPERESTRUCTURA

(1 DIGITO)

Mantenimiento menor
Mantenimiento mayor
Reparación
Substitución
Pruebas especiales
Otro

65d. - SUBESTRUCTURA

(1 DIGITO)

Mantenimiento menor
Mantenimiento mayor
Reparación
Substitución
Pruebas especiales
Otro

VI.11.- DATOS DE PRUEBAS ESPECIALES

En esta parte se almacenan los resultados obtenidos de puentes especiales, tales como pruebas de carga, pruebas dinámicas, etc.

FORMATO DE INVENTARIO

Jefe de brigada _____ Fecha / /
d m e
 Número de puente(4) _____
 Nombre del puente(5) _____
 Estado Federativo(1) _____
 Nombre de la localidad(2) _____

DATOS DE LA CARRETERA

RUTA SOBRE EL PUENTE

Origen(3a) _____ Destino(3b) _____
 Origen tramo(3c) _____ Destino tramo(3d) _____
 Kilometraje al Número de la
 centro del puente(10) _____ carretera(3e) _____
 Origen del cadenamiento(11) _____
 Coordenadas geográficas
 al centro del puente Latitud(9a) _____ Longitud(9a) _____
 Tipo de ruta(3f) _____ Nivel de servicio(3g) _____

RUTAS BAJO EL PUENTE

1.- Tipo de ruta(13a) _____ Nivel de servicio(13b) _____
 2.- Tipo de ruta _____ Nivel de servicio _____
 3.- Tipo de ruta _____ Nivel de servicio _____

TIPO DE RUTA

- 1.- Carretera Paveda
- 2.- Asfalto
- 3.- Carretera Balsa
- 4.- Carretera Paveda
- 5.- Calle Urbana
- 6.- Pavimentada
- 7.- Vía Paveda +b
- 8.- Balsa
- 9.- Otro

NIVEL DE SERVICIO

- 1.- Terrestre
- 2.- Aéreo
- 3.- Rural
- 4.- Otro

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Año de construcción(6) _____ Significado histórico(12) Sí _____
 No _____
 Nombre del constructor(7) _____
 Limitaciones de tráfico(37) Sí _____ Tráfico promedio diario anual(35) _____
 No _____ Año(36) _____
 Longitud de desvío(38) _____ (Km) Tipo de administración(30) _____

1.- Datos a 1988

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

| Historial de reparaciones | | TIPO DE REPARACION(8c) |
|---------------------------|-----------------|------------------------|
| AÑO(8a) | CONSTRUCTOR(8b) | |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |

Tipo de reparación

| | |
|------------------------|--------------------|
| 1. Mantenimiento menor | 6. Restauración |
| 2. Mantenimiento mayor | 7. Ampliación |
| 3. Reparación menor | 8. Reemplazamiento |
| 4. Reparación mayor | |

DATOS GEOMETRICOS

Longitud del puente(14) _____ metros

Longitud del máximo claro(15) _____ metros

Ancho total de la superestructura(16) _____ metros

Ancho de la superficie de rodamiento(17) _____ metros

Angulo de desviaje (según km creciente)(19) _____ grados

Trazo geométrico Planta(20a) _____ Elevación(20b) _____

1. Tangente
2. Curva

Gálibo vertical sobre el puente(21) _____ metros

Gálibo vertical bajo el puente(22) _____ metros

Gálibo horizontal bajo el puente(23) _____ metros

Sección de la carretera:

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| Entrada | Salida |
| Corona(14a1) _____ (mts) | Corona(14b1) _____ (mts) |
| Carpeta(14a2) _____ (mts) | Carpeta(14b2) _____ (mts) |
| Carnelón(14a3) _____ (mts) | Carnelón(14b3) _____ (mts) |

DATOS ESTRUCTURALES

Tipo de puente(24) _____ Número de claros(25) _____

TIPO DE PUNTE

| | |
|-------------------------------|----------------|
| 1. Llave proporcional apoyada | 5. Bata |
| 2. Superestructura suspendida | 7. Colgado |
| 3. Superestructura empotrada | 8. Atornillado |
| 4. Puentes y muros rígidos | 9. Otro |
| 5. Arco | |

Tipo de superficie de rodamiento(26) _____

| | | |
|------------------------|--------------------|---------|
| 1. Cemento distribuido | 2. Madera aserrada | 3. Otro |
|------------------------|--------------------|---------|

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tipo de superestructura(26a) _____

1.- Lazo 4.- Viga prefabricada
 2.- Lazo nervado 5.- Sistema de piso a base de
 3.- Sistema a base de precastado prefabricado
 travesa y lazo 6.- Sistema tipo cajón

Material(26b) _____

1.- Concreto armado 5.- Macizo
 2.- Concreto prefabricado 6.- Malla concreta prefabricada y acero
 3.- Acero soldado 7.- Malla concreta prefabricada y acero
 4.- Acero laminado 8.- Otro

Tipo de sistema de piso(27) _____

1.- Lazo de concreto 3.- Concreto armado
 2.- Concreto armado reforzado 4.- Pisos de acero
 3.- Pisos 6.- Otros
 7.- Otro

APOYOS EXTREMOS

Tipo(29a) _____

1.- Columna
 2.- Esquinero
 3.- Aljaba
 4.- en "T"
 5.- Otro

Material del cuerpo(29b) _____

1.- Concreto
 2.- Macizo
 3.- Otro

Material de la corona(29c) _____

1.- Macizo
 2.- Concreto
 3.- Ladrillo
 4.- Otro

APOYOS INTERMEDIOS

Tipo(30a) _____

1.- Triangular
 2.- Rectangular
 3.- Circular
 4.- Sección variable
 5.- Sección variable
 6.- Otro

Remate(30b) _____

1.- Corona
 2.- Cabelal en volutas
 3.- Otro

Material del cuerpo(30c) _____

1.- Macizo
 2.- Concreto
 3.- Otro

Material de la corona(30d) _____

1.- Concreto
 2.- Macizo

Cimentación(31) _____

1.- Zapatas
 2.- Pilotes
 3.- Columnas
 4.- Mida
 5.- Otro

Carga de diseño(32) _____

1.- HL-93 5.- HL-93
 2.- HL-15 6.- TL-93
 3.- HL-18 7.- TL-93-40
 4.- HL-20 8.- Otro

DISPOSITIVOS DE APOYO

Tipo de apoyo móvil(33a) _____

1.- Mecanismo de acero
 2.- Mecanismo de concreto
 3.- Rodillos resistentes
 4.- Neopreno
 5.- Mecanismo con acero y
 otros
 6.- Otro

Tipo de apoyo fijo(33b) _____

1.- Acero
 2.- Piedra
 3.- Neopreno
 4.- Aluminio
 5.- Otro

Junta de dilatación(34) _____

1.- Convencional 6.- Tipo de acero
 2.- Sin fin 7.- Ladrillo de acero
 3.- Acero 7.- Neopreno
 4.- Neopreno 8.- Otro

FORMATO DE INSPECCION DE EVALUACION

Jefe de brigada _____

Fecha / /
d m a

Número de puentes(4) _____

Nombre del puente(5) _____

Estado Federativo(1) _____

Nombre de la localidad(2) _____

CONDICION GENERAL DEL PUENTE

Hundimientos(40) _____ Desplomes(41) _____ Flechas(42) _____

1.- Ligeros 2.- Intermedios 3.- Graves 4.- No se aplican

Socavación(43) _____ Corrosión(45) _____

1.- Ligeros 2.- Intermedios 3.- Graves 4.- No se aplican

Cauce del río(44) _____

1.- Obstruido ligeramente 2.- Obstruido moderadamente 3.- Obstruido gravemente
 4.- No aplica

Señalamiento que indique galibos(46) _____ Señalamiento de seguridad(47) _____

1.- Si aplica 2.- No aplica

Comentarios _____

SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Condición(48) _____

1.- Buena 2.- Regular 3.- Mala

Comentarios _____

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

SUPERESTRUCTURA

Agristamiento en zona de apoyos (grietas de cortante)(49a) _____

1.- Ligero

2.- Moderado

Agristamiento al centro del claro (grietas de flexión)(49b) _____

3.- Escaso

4.- No en operación

Juntas de expansión(50) _____

1.- Buen estado

2.- No estado

3.- No estado

Dispositivos de apoyo(51) _____

1.- Buen estado

2.- No estado

3.- No estado

Daño por impacto vehicular por deficiencia en galibo(52) _____

1.- Ligero

2.- Moderado

3.- Escaso

4.- No en operación

Drenajes(53) _____

1.- Buen funcionamiento

2.- Regular

3.- Mal

4.- No estado

Desconchamientos en la superestructura(54) _____

1.- Ligeros

2.- Moderados

3.- Escasos

4.- No en operación

Comentarios _____

SUBESTRUCTURA

Agristamiento en pilas(55) _____

1.- Ligero

2.- Moderado

Agristamiento en estribos(56) _____

3.- Escaso

4.- No en operación

Desconchamientos en pilas o estribos(57) _____

1.- Ligero

2.- Moderado

3.- Escaso

4.- No en operación

Comentarios _____

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PUENTES DE ACERO

Pintura anticorrosiva(58) _____
1. Acabado 2. Fecha 3. Cantidad

Corrosión(59) _____
1. Lugar 2. Material 3. Grava

Elementos rotos(60) Sí _____ No _____

Elementos faltantes(61) Sí _____ No _____

Comentarios _____

PUENTES DE CONCRETO PREFORZADO

Ductos o cables expuestos(62) Sí _____ No _____

Anclajes de pretuerzo sueltos(63) Sí _____ No _____

Comentarios _____

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CALIFICACION GENERAL DEL PUENTE

Superficie de Rodamiento(64a) _____

Superestructura(64b) _____

Subestructura(64c) _____

Socavación(64d) _____

CALIFICACION

1.- Condición excelente
2.- Condición buena
3.- Condición regular
4.- Condición mala
5.- Condición de riesgo

Comentarios _____

RECOMENDACIONES GENERALES

Inspecciones(65a) _____

1.- Evaluación a corto plazo problema 10 años
2.- Evaluación a mediano plazo problema 20 años
3.- Evaluación a largo plazo problema 30 años

4.- Desahucio
5.- Otro

Superficie de Rodamiento(65b) _____

Superestructura(65c) _____

1.- Mantenimiento menor
2.- Mantenimiento mayor
3.- Reemplazo

Subestructura(65d) _____

4.- Desahucio
5.- Pruebas especiales
6.- Otro

Comentarios _____

ANEXO A

Estudio de evaluación de puentes

El estudio de evaluación de un puente deberá contener los siguientes conceptos:

1. - DATOS GENERALES

Nombre:

Ubicación:

Km

Origen

Tramo

Autopista

Año de Construcción:

2. - DESCRIPCIÓN

Dimensiones:

Longitud

Ancho

Alto

Número y longitud de claros

Tipo de:

Superestructura

Subestructura

Cimentación

Apoyos

Juntas

Alineamiento:

Horizontal

Vertical

Esviajamiento

Estos datos deberán complementarse con un plano general del proyecto.

3. - EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

Reportes sobre crecientes: niveles máximos alcanzados por el agua
Evidencias de daños en el cauce, las márgenes y terraplenes de acceso
Evidencia de socavación en la subestructura: cuando existan problemas de comportamiento hidráulico.

4. - EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO VIAL

Aforos

Capacidad vial del tramo

Evidencias de golpes a elementos estructurales y a dispositivos de seguridad (defensas y parapetos).

5. - EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO

Levantamiento de daños físicos en superestructura y subestructura, describiendo naturaleza, extensión y ubicación de cada daño.

6. - EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Observaciones sobre el comportamiento de la estructura al paso de cargas pasadas (vibraciones y flechas).

Cálculos gruesos sobre la capacidad estructural de los elementos principales. Cuando se tengan problemas de cimentación, se revisara la información existente y se complementara con los estudios que proceden

7. - REPORTE FOTOGRÁFICO

En apoyo de los puntos anteriores, se presentaran fotos ilustrativas suficientes

8. - EVALUACIÓN PRELIMINAR

En función de las observaciones practicadas, se clasificara al puente en cualquier de las tres categorías siguientes:

A.- Requiere atención urgente

B.- Requiere atención a mediano plazo

C.- Requiere atención rutinaria

Deberán indicarse las razones que apoyen la clasificación adoptada. Se informara, además, las medidas de emergencia que se estimen necesarias.

9. - RECOMENDACIONES PARA UNA EVALUACIÓN MAS DETALLADA

En caso de que se juzgue necesaria una evaluación mas detallada, se darán recomendaciones para ello, incluyendo:

Objetivo

Equipos necesarios para el acceso

Equipos necesarios para la prospección

Sitios de interés

Muestras por obtener

10. - RECOMENDACIONES PRELIMINARES PARA LA REHABILITACIÓN

En caso de que el puente deba ser objeto de obras de rehabilitación, se definirán varias opciones posibles para ella, únicamente a nivel conceptual y se indicaran los estudios requeridos para la elaboración del proyecto detallado de rehabilitación.

Nota: para ejecutar esta evaluación puede utilizarse la Guía para la inspección de puentes y pasos a desnivel de la Dirección General de Servicios Técnicos.

ANEXO B

Formatos de Seguimiento

A continuación se relacionan los formatos que han sido diseñados para el seguimiento y control de avances físicos y de costos de los programas de Postconstrucción, Conservación y Ampliaciones.

Formato 1. - Requerimientos

En este formato deberán asentarse los elementos de la autopista que presenten problemas, indicando la causa probable de los mismos y las propuestas de solución y de estudios que se consideren convenientes realizar. Se utilizará un formato por cada problema.

Formato 2. - Programa de avance de estudios

Cuando se requieren estudios para dar solución a los problemas mayores, se deberán reportar, en este formato, los avances de los mismos, indicando para tal efecto, la localización donde se efectuara el estudio, el consultor que lo ejecutara, la descripción, sus avances programados y reales, costos y en su caso, las observaciones que se consideren pertinentes.

Formato 3. - Programas y avances de obras

En este formato, los conceptos a ejecutar y en proceso de cada uno de los programas se llevarán a un control de barras en donde mensualmente se reportaran la descripción, cantidad, unidad y los avances físicos, programados y reales de cada una de las actividades tanto gráfica como numéricamente, para cada corte mensual. El valor numérico del avance se consignará en la parte final de la barra correspondiente.

Formato 4. - Programa quinquenal de conservación preventiva y correctiva

En este formato se registrarán las actividades a desarrollar, dentro del programa de conservación preventiva y correctiva, durante cinco años a partir del que se reporta indicando, el elemento de la autopista, el concepto y en forma de barras, los meses del calendario en que se desarrollarán las actividades.

Formato 5. - Relación de Costos por Programa

En este formato se deberán registrar todos los conceptos que intervengan en cada uno de los programas (Postconstrucción, Conservación y Ampliaciones), indicando el elemento, la descripción del concepto, la cantidad, unidad, precio unitario e importe, anexando la matriz correspondiente al cálculo del precio.

Formato 6. - Lista de precios unitarios

En este formato se deberán relacionar todos los conceptos que intervengan en las diferentes actividades y etapas de los programas (Postconstrucción, Conservación y Ampliaciones), indicando la clave con que se identifique la actividad, la descripción de la actividad, la unidad de medición del concepto correspondiente y el precio unitario.

Formato 7. - Análisis de precios unitarios

En este formato se integrará el precio unitario de cada concepto de los programas de Postconstrucción, Conservación y Ampliaciones. Se consignarán, la clave, unidad, cantidad, precio unitario e importe de materiales, mano de obra y del equipo y maquinaria. Se indicarán los porcentajes de gastos indirectos y de utilidad, según proceda, se utilizará un formato para cada concepto.

Formato 8. - Lista de insumos

En este formato se registrará todos los insumos utilizados en las labores de conservación, indicando la clave con que se tenga relacionado el insumo, la descripción del mismo, la unidad y el precio unitario.

Formato 9. - Relación de salarios integrados y cuadrillas de mano de obra

En este formato se reportarán las diferentes categorías del personal así como la integración de las cuadrillas de trabajo, indicando en ambos casos la clave, unidad y salario real.

Formato 10. - Lista de costos horario de equipo y maquinaria

En este formato se registrarán los equipos y/o maquinaria, indicando la clave con que se tenga relacionado, la descripción del equipo y/o maquinaria y el costo hora / máquina activa e inactiva.

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTES DE CUOTA

DIRECCION DE CONSERVACION

REQUERIMIENTOS

PROGRAMA _____

FECHA DE ELABORACION _____

ALTOPISTA _____

TRAMO _____ LONGITUD (km) _____

ADMINISTRACION RESPONSABLE _____

ELEMENTO CON PROBLEMA

UBICACION _____

DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA:

PROPUESTA DE SOLUCION DEL PROBLEMA:
PROBLEMAS MENORES. ANEXAR PROGRAMAS DE EJECUCION)

PROPUESTA DE ESTUDIOS A REALIZAR
PROBLEMAS MAYORES)

HOJA _____ DE _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTES DE CUOTA

DIRECCION DE CONSERVACION

PROGRAMA Y AVANCE DE ESTUDIOS

PROGRAMA _____

AUTORISTA: _____

TRAMO: _____

ADMINISTRADOR: _____

FECHA DE ELABORACION _____

| LOCALIZACION: CONSULTOR: | ACTIVIDAD | SEMANAS | | | | | | | | | | | | | | | | COSTOS S | OBSERVACIONES | | |
|-----------------------------|-----------|---------|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-------------|---------------|--|--|
| | | MES | | | | MES | | | | MES | | | | MES | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTE CUOTA

DIRECCION DE CONSERVACION

PROGRAMA QUINCENAL DE CONSERVACION PREVENTIVA Y CURATIVA

APELLIDOS _____
 NOMBRE _____
 IDENTIFICACION _____
 CALIFICACION _____

FECHA DE ELABORACION _____

| DESCRIPCION | CONCEPTO | PROGRAMA QUINCENAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|------|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|
| | | 1997 | | | | | | | | 1998 | | | | | | | | 1999 | | | | | | | | 2000 | | | | | | | | 2001 | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | | | | | |
| PASENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OTRO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REPLANTACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECONSTRUCCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REPARACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OTRO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

HMA _____ DE _____

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTES DE CUOTA
DIRECCION DE CONSERVACION
LISTA DE PRECIOS UNITARIOS

AUTORIA _____
TITULO _____
ADMINISTRACION _____

FECHA DE ELABORACION _____

| CLAVE | CONCEPTO | UNIDAD | PRECIO UNITARIO \$ |
|-------|----------|--------|-----------------------|
| | | | |

HOJA
DE _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTES DE CUOTA
DIRECCION DE CONSERVACION
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

AUTORISTA _____
 TRAMO _____
 ADMINISTRACION _____
 CONCEPTO _____

FECHA DE ELABORACION _____

| CLAVE | DESCRIPCION | UNID | CANT | P.U. \$ | IMPORTE \$ |
|-------|-------------|------|------|------------|---------------|
|-------|-------------|------|------|------------|---------------|

MATERIALES

| | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| SUBTOTAL DE MATERIALES | | | | | |

MANO DE OBRA

| | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| SUBTOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | |

EQUIPO Y MAQUINARIA

| | | | | | |
|----------------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| SUBTOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA | | | | | |

COSTO DIRECTO - _____

| | | |
|------------|---|-------|
| INDIRECTOS | % | _____ |
| UTILIDAD | % | _____ |

PRECIO UNITARIO - _____

HOJA DE _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTES DE CUOTA
DIRECCION DE CONSERVACION
LISTA DE INSUMOS

AUTORIZA
 (Firma)
 ADMINISTRATIVA

FECHA DE ELABORACION _____

| CLAVE | DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNITARIO \$ |
|-------|-------------|--------|-----------------------|
| | | | |

HOJA
 DE _____

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN PUENTES DE CUOTA
DIRECCION DE CONSERVACION
RELACION DE SALARIOS INTTGRADOS Y CUADRILLAS DE MANO DE OBRA

ALTOPLATA _____
TELANDO _____
ADMINISTRADOR _____

FECHA DE ELABORACION _____

| CLAVE | CATEGORIA / CUADRILLA | UNIDAD | PRECIO UNITARIO \$ |
|-------|-----------------------|--------|-----------------------|
| | | | |

HOJA
DE _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACION EN Puentes DE CUOTA
DIRECCION DE CONSERVACION
LISTA DE COSTOS HORARIOS DE EQUIPO Y MAQUINARIA

ALTOPISTA _____
 TRAMO _____
 ADMINISTRADOR _____

FECHA DE ELABORACION _____

| CLAVE | EQUIPO / MAQUINARIA | COSTO HORA / MAQUINARIA (\$) | |
|-------|---------------------|------------------------------|----------|
| | | ACTIVA | INACTIVA |
| | | | |

HOJA
DE

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SECRETARIA DE COMUNICACION Y TRANSPORTES SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCION DE PUENTES Y PASOS A DENSIVEL

| | |
|-----------|-------|
| PUENTE | _____ |
| CARRIZO | _____ |
| CARRETERA | _____ |
| TRAMO | _____ |

| | |
|--------------------------------|-------|
| KM | _____ |
| DE EL CENTRO DE LA DISTRICCIÓN | |
| ORDEN | _____ |

| | |
|-----------------|-------|
| ENTRADA (CALLE) | _____ |
| SALIDA | _____ |
| FECHA | _____ |

| |
|-----------------------------------------|
| ACCIDENTES |
| DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS EN EL MISMO TRAMO |

| CONCEPTO | INFORMACION DE CAMINO | | | |
|----------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|--|
| | MARCHEN EN BANDA (EN PUENTE) | | ENTRADA (EN PASEO A DENSIVEL) | |
| | MARCHEN EN BANDA (EN PUENTE) | | SALIDA (EN PASEO A DENSIVEL) | |
| ALINEAMIENTO HORIZONTAL | TANIENTE <input type="checkbox"/> | CURVA <input type="checkbox"/> | | |
| | SI LA CURVA DE COMPENSACION PERALTIMA ES POR: | | | |
| | FALTA DE VIGILANCIA <input type="checkbox"/> | BANDA DESVIADA EN CASAS <input type="checkbox"/> | | |
| | CURVATURA EXTERNA <input type="checkbox"/> | | FALTA DE ALINEAMIENTO <input type="checkbox"/> | |
| | AMPLIACION EN CASAS <input type="checkbox"/> | | OTROS <input type="checkbox"/> | |
| | _____ _____ _____ | | | |
| ALINEAMIENTO VERTICAL | TANIENTE <input type="checkbox"/> | CURVA EN BANDA <input type="checkbox"/> | | |
| | SI EL ALINEAMIENTO DE COMPENSACION PERALTIMO ES POR: | | | |
| | PENDIENTE EXTERNA <input type="checkbox"/> | | VIGILANCIA EN CASAS <input type="checkbox"/> | |
| | FALTA DE ALINEAMIENTO <input type="checkbox"/> | | OTROS <input type="checkbox"/> | |
| | _____ _____ _____ | | | |

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A DORSAL

PUENTE _____
 VESADO _____
 AEROSTRIBA _____
 TRÁMITE _____

KM _____ DE EL TAPALTE LA APOLIXTLA
 CRUCEMOS _____

DISTRITO FEDERAL _____
 MUNICIPIO _____
 PUEBLO _____

AVISO
 DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA

| CONCEPTO | INFORMACIÓN DE CAMIÓN | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | MATERIAL QUE SE VA A USAR | MATERIAL QUE SE VA A USAR |
| ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS | SE EMPLEA ALGUN TIPO DE MATERIAL DE ORO O DE PLATA? DEBE ASER LEONAR Y SU TIPO _____ | SE EMPLEA ALGUN TIPO DE MATERIAL DE ORO O DE PLATA? DEBE ASER LEONAR Y SU TIPO _____ |
| | ESTADO DE SERVICIO BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | ESTADO DE SERVICIO BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> |
| PROTECCIONES DEL CONCRETO DE TUBOS | SE EMPLEA ALGUN TIPO DE PROTECCIÓN ANORMAL? DEBE ASER LEONAR Y SU TIPO _____ | SE EMPLEA ALGUN TIPO DE PROTECCIÓN ANORMAL? DEBE ASER LEONAR Y SU TIPO _____ |

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A NIVEL

| | | |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| DIRECCIÓN: _____ A: ABASTA: _____ TRAMO: _____ | KM: _____ CP: EL CENTRO DE LA PISTA TOTAL: _____ DISEÑO: _____ | ESTRUCTURA: _____ DISEÑO: _____ PBI: SA: _____ |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|

ESTRUCTURA

| | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ALINEAMIENTO HORIZONTAL | TANGENTE <input type="checkbox"/> | CURVA <input type="checkbox"/> | BOMBEO ELEVACIÓN: _____ ALM. T. ALM: _____ | SI <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | |
| | | | AMPLIACIÓN: _____ | SI <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | |
| ALINEAMIENTO VERTICAL | TANGENTE <input type="checkbox"/> | HOLA <input type="checkbox"/> PERFORANTE <input type="checkbox"/> PERFORADA <input type="checkbox"/> | CURVA <input type="checkbox"/> | CRUSTA <input type="checkbox"/> CUELLO <input type="checkbox"/> | | |
| CRUCE | NORMAL <input type="checkbox"/> SIERTA ELEVACIÓN PERFOR: _____ INVERTIDO <input type="checkbox"/> | EVITADO <input type="checkbox"/> DERECHO <input type="checkbox"/> | ANILLO: _____ | | | |
| DIMENSIONES SUPERFICIALES | ANCHURAS: _____ M | | ALM. T. ALM: _____ M | | LONGITUD DE PISTA TRAMO: _____ M | |
| | CALZADAS: _____ M | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| | BANQUETAS: _____ M | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| | CAMELLIN: _____ M | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| | TOTAL: _____ M | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SECRETARIA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCION DE Puentes Y PASAJOS A DESNIVEL

| | | |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| PUENTE _____ TUBO _____ ARCADEA _____ TRAMO _____ | KM _____ DE LA CARRETERA LA SEPULTURA TRAMO _____ | ENTIDAD FEDERATIVA _____ MUNICIPIO _____ PUEBLO _____ |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

ESTRUCTURA

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CARPETA ASFALTICA | DEPRESION PREEXISTENTE _____ CM <input type="checkbox"/> NO EXISTE <input type="checkbox"/> ESTADO BUENO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> CRACKS Y AGRIETAS _____ _____ _____ |
| PARAPETO | DESCRIPCION _____ ESTADO BUENO <input type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> CRACKS Y AGRIETAS _____ _____ _____ |
| JUNTAS DE DILATACION | TIPO DE JUNTA COMPRESION <input type="checkbox"/> NO A PLEN <input type="checkbox"/> AMPLETO <input type="checkbox"/> SOBREPUNTO <input type="checkbox"/> TABLONETA DE ALBERG <input type="checkbox"/> LAMINA DE LUBRO <input type="checkbox"/> DISTENSIVO <input type="checkbox"/> JUNTA INDEFINIDA <input type="checkbox"/> TIPO DE PROTECCION _____ FUNCIONAMIENTO BUEN <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> SE HA ADICIONADO MATERIAL PARA REPARACION QUE SE FORMAN EN _____ AREA PARA ELABORAR <input type="checkbox"/> AREA <input type="checkbox"/> EN EL AMPLETO <input type="checkbox"/> ELEMENTOS METALICOS DE ALBERG <input type="checkbox"/> EN EL SOBREPUNTO <input type="checkbox"/> CRACKS Y AGRIETAS ADICIONALES _____ _____ _____ |
| DRENAJE | EXISTE DRENAJE TRANSVERSAL ? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> EXISTEN TRENDES ? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> EXISTEN OBTUSIONES ? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> LA INSTALACION ENTRE DRENAS ES DE _____ CM SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> FUNCIONA ADECUADAMENTE EL DRENAJE ? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A DENSUEL

| | |
|----------|-------|
| PUNTE | _____ |
| LÍNEA | _____ |
| ASESORIA | _____ |
| TRAMO | _____ |

| | |
|------------------------------|-------|
| RUE | _____ |
| EN EL CENTRO DE LA SECCIONAL | |
| CRUCE | _____ |

| | |
|-------------------|-------|
| DIRECCIÓN FEDERAL | _____ |
| DISTRITO | _____ |
| PUNTO | _____ |

RELACION DE DAÑOS EN SUPERESTRUCTURAS

SISTEMA DE PISO

LOSAS DE CONCRETO

| DAÑOS | CATEGORÍA | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | LEVE | MODERADA | GRAVE |
| CARRILAS | | | |
| CARRILAS SUPERFICIE | | | |
| EN LA CARPETA ASFALTICA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EN EL CONCRETO | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CARRILAS BORDAS | | | |
| EN EL CONCRETO | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| * MANEJANDO LA DESVIACION DEL DESPLIEGUE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LAS CRISTALAS SON VERTICALES O POCAS SON BARRAS TANTAS, MANEJANDO EN SU FORMA Y UBICACION EN UN CRISTAL POR DESPLAZADO DE LA SUPERFICIE DEL CONCRETO Y/O DESPLAZAMIENTO DEL APOYAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN LA SUPERFICIE DE LA CALZADA | | | |
| EXISTEN BARRAS O EN TORNO A LAS BARRAS DE LA CALZADA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN LOS BARRAS EN LA CARPETA ASFALTICA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN IMPULSIONES | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EN BARRAS DE QUE MANEJANDO Y BARRAS ALIENAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN PLACAS COMO FALTA DE ASESORIA Y/O DE BARRAS EN SU UBICACION | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DE CONCRETO ESTA CAYENDO O APARALADO | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EN LAS BARRAS DE BARRAS Y LAS BARRAS EN LA BARRA ASFALTICA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN BARRAS BARRADAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EN LAS BARRAS Y LAS BARRAS EN LAS BARRAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DE PRESIONES DESCONTINUAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DE BARRAS DE QUE MANEJANDO | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

FAJLA DE ORIGEN
TESIS CON

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A DESEMPEÑO

| | |
|------------|-------|
| NOMBRE | _____ |
| UBICACIÓN | _____ |
| PARALELELO | _____ |
| FECHA | _____ |

| | |
|------------------------------|-------|
| ESTADO | _____ |
| DE LA COMISIÓN DE INSPECCIÓN | |
| COORDINADOR | _____ |

| | |
|--------------------|-------|
| ENTIDAD FEDERATIVA | |
| _____ | |
| DISPOSITIVO | _____ |
| POSTO | _____ |

RELACION DE DAÑOS EN SUPERESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

A C E R O

| DAÑOS | VALORES | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | SI | NO | NO SE |
| LA PORTADA DE PROTECCIÓN EN ESTA INTERSECCIÓN | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| HA Y/O SOBRESALTIOS EN LA SUPERESTRUCTURA POR SOBRESALTIOS DEL TERMINAL | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN AGRIETAS EN DE TUBOS, BARRILLAS O BARRAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN PLACAS COMO FONOS DEL MUEBLE DE APOYO DE MUEBLES O ETC. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR EN QUÉ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTE CORROSIÓN | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR EN QUÉ ELEMENTOS LA USARÍA EN SU USUARIO | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE PRESENTAN MANCHAS DE ORO O EN MANCHAS, LOS ALEROS Y LÍNEAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE PRESENTAN PICADURAS Y/O CORTES POR VIBRACIONES DE ORO O EN MANCHAS Y LOS ALEROS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LA CORROSIÓN HA OBLIGADO A REPARACIÓN DEL ÁREA DE LA SUPERESTRUCTURA DE ALEROS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR EN QUÉ ELEMENTOS LA USARÍA EN SU USUARIO | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DE TUBOS O BARRILLAS DEFORMACIÓN | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DE TUBOS O BARRILLAS DEFORMACIÓN | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DE OBRAS Y/O ELEMENTOS BOTOS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN SOLDADURAS ROTAS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR EN QUÉ ELEMENTOS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A NIVEL

| | |
|-----------|-------|
| PUENTE | _____ |
| VIAJERO | _____ |
| ADRETELLA | _____ |
| TRAMO | _____ |

| | |
|---------------------------------|-------|
| Km | _____ |
| En el Tramo de la Línea Troncal | |
| Ubicación | _____ |

| | |
|------------------------|-------|
| SISTEMA DE CALIBRACIÓN | |
| DIAGRAMA | _____ |
| FECHA | _____ |

RELACION DE DAÑOS EN SUPERESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

A C E R O

| D A Ñ O S | C A L I B R A C I O N | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | L I B R O | M E D I D A N T E | L I M I T E |
| EXISTEN PERFOROS O REMACHES FALLADOS <input type="checkbox"/> CALIFICAR GLOBALMENTE _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR EN QUE CONEXIONES _____ | | | |
| SE PRESENTA ALGO EN LA CONECCION DE OTRO O MAS ELEMENTOS <input type="checkbox"/> CALIFICAR GLOBALMENTE _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR CUALES _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE PRESENTAN FISURAS EN LOS ELEMENTOS DE CONECCION A BASE DE REMACHES O PERFOROS <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INDICAR SI LOS ELEMENTOS QUE CONECTAN SON MEY IMPORTANTES Y CUALES SON _____ | | | |
| EXISTE CONTRAYENTO TRANSVERSAL SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE APROXIMA FLECHA <input type="checkbox"/> POR CARGA PERMANENTE <input type="checkbox"/> CARGA MOVIL <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EL PASO DE LA CARGA MOVIL LA VIBRACION ES _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CONTINUA LA VIBRACION DESPUES DE QUE LA CARGA MOVIL SALE DEL TRAMO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN OTROS DAÑOS DESCRIBILOS Y CALIFICARLOS _____ | | | |
| DESCRIPCION _____ | | | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A DESEMPEÑO

| | |
|-----------|--|
| PUENTE | |
| LUBRO | |
| ASISTENTE | |
| TRAMO | |

| | |
|-------|-----------------------------|
| EM | DEL CENTRO DE LA SUPERFICIA |
| USADO | |

| | |
|----------------------|--|
| DIRECCIÓN DEL PUENTE | |
| DIRECCIÓN DEL PASO | |

RELACION DE DAÑOS EN SUPERESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

CONCRETO

| DAÑOS | DISPOSICIÓN DEL ELEMENTO (VERIFICACIÓN DE LA FORMA) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| VERTICALES | |
| GRIETAS | |
| EN LA PARTE SUPERIOR | MEDIANAS Y LARGAS |
| EN LA PARTE INFERIOR | PEQUEÑAS |
| EN LOS EXTREMOS | N |
| EN LA PARTE CENTRAL | S |
| EN TODA LA ALTURA | E |
| SEGUINDO LA DIRECCIÓN DE LOS RAYOS | O |
| EN AMBAS CARAS | C |
| A TRAVÉS DEL ESPESOR | D |
| AMBAS MITADES EN SEÑAL | I |
| LAS GRIETAS SON: | CALIFICACIÓN GLOBAL |
| NUEVAS <input type="checkbox"/> | LEVE <input type="checkbox"/> |
| VIEJAS <input type="checkbox"/> | MODERADO <input type="checkbox"/> |
| GRAN <input type="checkbox"/> | GRAVE <input type="checkbox"/> |
| DESCRIBIR LAS GRIETAS PREDOMINANTES EN CANTIDAD Y LONGITUD, EN QUE ELEMENTOS SE PRESENTAN Y LA PROPORCIÓN DEL NÚMERO DE GRIETAS POR TALLADO Y LONGITUD EN LAS ANCHURAS DE LA OTRA SUPERFICIE DE REFERENCIA | |
| (SE DESCRIBIRÁN LAS GRIETAS EN SEÑAL DE MAYÚSCULAS Y PUNTEO DE LA ALFABETA DEL ALFABETO) | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SECRETARIA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASAJOS DESMILL

PUENTE _____
 TIPO DE PUENTE _____
 CARRETERA _____
 TRAMO _____

KM _____
 DE LA CARRETERA LA ESTACION _____
 LONGITUD _____

INSTITUCIÓN FEDERATIVA _____
 DIVISIÓN _____
 PUESTO _____

RELACION DE DAÑOS EN SUPERESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

CONCRETO

| DAÑOS | | DESPUES DEL ELEMENTO (VEAN SEÑALES EN PAGINA 2) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|
| HORIZONTALIZ | CRISTAS | ABERTURAS Y VENTANAS | | | | | | CRATÉRICAS | | | | | |
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 |
| EN LA PARTE SUPERIOR | ----- | | | | | | | | | | | | |
| EN LA PARTE SUPERIOR | ----- | | | | | | | | | | | | |
| EN LOS EXTREMOS | ----- | | | | | | | | | | | | |
| EN LA PARTE CENTRAL | ----- | | | | | | | | | | | | |
| EN TODA LA ALTURA | ----- | | | | | | | | | | | | |
| MANTENIENDO LA DISPOSICIÓN DE REPUESTOS | ----- | | | | | | | | | | | | |
| EN AMBAS CARAS | ----- | | | | | | | | | | | | |
| A TRAVÉS DE TODA EL ELEMENTO | ----- | | | | | | | | | | | | |
| ANCHO PUNTA MÁXIMA EN MILIMETROS | ----- | | | | | | | | | | | | |
| LAS CRISTAS SIN MEJAS <input type="checkbox"/> VENTANAS <input type="checkbox"/> | | CRISTAS SIN MEJAS Y VENTANAS (SEÑALES EN PAGINA 2) | | | | | | | | | | | |
| INDICAR EN LAS CRISTAS PREEXISTENTES SIN COSTAS O LARGAS, EN QUE ELEMENTOS PRESENTAN Y LAS MEDIDAS POR DEL, EN TUBOS DE CRISTAS Y EN TUBOS DE LARGAS, EN TUBOS DE CRISTAS Y EN TUBOS DE LARGAS, EN TUBOS DE CRISTAS Y EN TUBOS DE LARGAS, EN TUBOS DE CRISTAS Y EN TUBOS DE LARGAS. | | | | | | | | | | | | | |
| (SE CONSIDERAN CRISTAS PORTANTES EN LONGITUD DE PUENTE EN CASO DE LA ALTEZA DE ELEMENTOS) | | | | | | | | | | | | | |

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

SECRETARIA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCION DE PUENTES Y PASOS A DESENO EL

| | |
|---------|-------|
| PUENTE | _____ |
| TIPO | _____ |
| ASPECTO | _____ |
| TRAMO | _____ |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| AM | _____ |
| LA M. P. P. / O LA L. P. P. T. T. A. | _____ |
| CRISIS | _____ |

| | |
|--------------------|-------|
| ENTIDAD FEDERATIVA | _____ |
| CIRCUITO | _____ |
| P. O. T. A. | _____ |

RELACION DE DAÑOS EN SU INFRAESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

CONCRETO

| DAÑOS | | DETALLE DE DAÑO DEL ELEMENTO | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| | | EN AMBOS CARAS DE LA P. O. T. A. | | | | | | | | | | | |
| CRISTAS | | SEÑALAMIENTO DE DAÑO | | | | | | EVALUACION | | | | | |
| | | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
| DILACIONALES | EN LA PARTE SUPERIOR | ----- | | | | | | | | | | | |
| | EN LA PARTE INFERIOR | ----- | | | | | | | | | | | |
| | EN LOS EXTREMOS | ----- | | | | | | | | | | | |
| | EN LA PARTE CENTRAL | ----- | | | | | | | | | | | |
| | EN TODA LA ALTIMA | ----- | | | | | | | | | | | |
| | RESUMIENDO LA INSPECCION DE SUPERFICIE | ----- | | | | | | | | | | | |
| | EN AMBAS CARAS | ----- | | | | | | | | | | | |
| | ATRAVERANDO TODO EL ELEMENTO | ----- | | | | | | | | | | | |
| | AMBOS TIPOS MAXIMO EN METROS | ----- | | | | | | | | | | | |
| LAS CRISTAS SON NUEVAS <input type="checkbox"/> VEJAS <input type="checkbox"/> | | CALIFICACION GLOBAL | | | | | | LEVE <input type="checkbox"/> MODERADO <input type="checkbox"/> GRAVE <input type="checkbox"/> | | | | | |
| INDICAR EN LAS CRISTAS PRESENTANTES SON CRISTAS O LABRADA, EN QUE ELEMENTOS SE PRESENTAN Y LA PROPORCION DEL NUMERO DE CRISTAS CUANDO LABRADA Y TAMBIEN ALGUNAS ALTERNATIVAS Y PRESENTAN EN SU SUPERFICIE | | _____ _____ _____ | | | | | | | | | | | |
| | | (SE CONSIDERAN CRISTAS CUANDO SE ENCUENTRAN DAÑOS EN UN ESPACIO DE LA ALTIMA DEL ELEMENTO) | | | | | | | | | | | |

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

SECRETARÍA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCIÓN DE PUENTES Y PASOS A DESEÑO

| | |
|----------|-------|
| PROYECTO | _____ |
| CANTÓN | _____ |
| ABRILERA | _____ |
| TRAMO | _____ |

| | |
|----------------------------|-------|
| AM | _____ |
| DE SU CENTRO DE LA SECCIÓN | |
| FECHA | _____ |

| | |
|--------------------|-------|
| ENTIDAD FEDERATIVA | _____ |
| SECCIÓN | _____ |
| FECHA | _____ |

RELACION DE DAÑOS EN SUPERESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

CONCRETO

| DAÑOS | CATEGORÍA | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | LEVE | MODERADA | GRAVE |
| EXISTE REPARACIÓN EN EL ELEMENTO CON LA LAMA DEL PISO <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTE REPARACIÓN DEL ELEMENTO CON LA LAMA SUPERIOR <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LA LAMA SUPERIOR PRESENTA AJUSTAMIENTO TRANSVERSAL <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LA LAMA SUPERIOR PRESENTA AJUSTAMIENTO LONGITUDINAL <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE LAS CRISTAS APARASCAN EN OTRA FORMA HACER UN CHOQUE EN HERRA ANEDA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| PRESENTA DETERIORO POR ENCUERBAMIENTO DE AGUA <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTE HUMEDAD <input type="checkbox"/> SE PRESENTAN MANCHAS <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DESCRIBIR SU EXTENSIÓN Y LOCALIZACIÓN _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE RENUEVA OTRAS <input type="checkbox"/> ESTALACTAS <input type="checkbox"/> DESCRIBIR SU MANTELTO Y LOCALIZACIÓN _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTEN PLAGAS COMO PANALZ, NERES DE AVILA, REPTAROS DE SERPI, RELAJAN, ETC. <input type="checkbox"/> DESCRIBIR NERES _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| PRESENTE EN QUE CIRCUNSTANCIAS SE DA Y OTRAS Y SE PRESENTA ALGUN PROBLEMA A LA ESTRUCTURA _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE COMBIERAN NECESARIO HACER UN CHOQUE EN HERRA ANEDA | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| PRESENTAN ROTURAS EN LOS ELEMENTOS POR EFECTO DE UN PUNTO <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DESCRIBIR SU MANTELTO Y LOCALIZACIÓN, SE SE ESTIMA CONVENIENTE HACER UN CHOQUE EN HERRA ANEDA, ESPECIALMENTE EN SUPERESTRUCTURAS DE PASOS A DESEÑO. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SECRETARIA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

FORMATO PARA INSPECCION DE PUENTES Y PASOS A DESNIVEL

| | |
|---------|-------|
| PUENTE | _____ |
| TIPO | _____ |
| ASPECTO | _____ |
| TRAMO | _____ |

| | |
|--------------------------------|-------|
| EM | _____ |
| LA DE (PUNTO DE LA INSPECCION) | _____ |
| UBICACION | _____ |

| | |
|---------------|-------|
| OTRAS FUENTES | _____ |
| EMPLAZO | _____ |
| FECHA | _____ |

RELACION DE DAÑOS EN SU INFRAESTRUCTURAS

ELEMENTOS PORTANTES

CONCRETO

_____ **DAÑOS** _____

CALIDAD ALUMIN

| | EPIC | ARMADURA | GRANIT |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

SE OBSERVA ALGUNA ANOMALIA ANTES QUE SE REPLETEN EN LA INFRAESTRUCTURA

INDICAR EL IMPACTO QUE PRODUCE EN EL ELEMENTO _____

SE PRESENTAN DEFECTOS EN LOS PUNTO DE ACENTUACION (PUNTO)

INDICAR EN QUE ELEMENTO _____

SE OBSERVA FUEBTA PERMANENTE A TENTUADA (ENFOCA Y RAS CON MAS CREDITO EN LOS ELEMENTOS EN SU PRESERVAZION)

SI SE PRESENTA ALGUN OTRO DAÑO DESCRIBIRLO Y CALIFICARLO

DESCRIPCION _____

LEVE

CALIFICACION: BUENO LA CALIDAD DE LA FUNCIÓN EN DE LA INFRAESTRUCTURA ES: BUENA

GRABE MALA

LA APARENCIA DE LOS ELEMENTOS ES MALA PERO PRESENTARSE EN UN ELEMENTO DE TENTUADA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SECRETARIA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE PUENTES Y PASOS A DISEÑO EL FECHA DE INFORMACION GENERAL

| | | |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| PUENTE _____ VIERPO _____ CARRETERA _____ TRAMO _____ | KM _____ EN EL DISTRITO DE LA SUBESTRUCTURA _____ CRANEO _____ | ENTIDAD FUERZANTE _____ DISTRITO _____ SECCION _____ |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LA ESTRUCTURA

| | ANCHO | LARGITUD |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| DIMENSIONES | CLARIFICACIONES _____ M CALZADAS _____ M BANQUETAS _____ M CAMELLON _____ M ANCHO TOTAL _____ M | NUMERO DE TRAMOS _____ LONGITUD DE CADA TRAMO _____ LONGITUD TOTAL _____ M |

| | |
|-----------------|---------------------------------------------------|
| SUPERESTRUCTURA | FORMA ESTRUCTURAL _____ SISTEMA PORTANTE _____ |
|-----------------|---------------------------------------------------|

| | |
|---------------|---------------------------------------------------|
| SUBESTRUCTURA | APOYOS EXTREMOS _____ APOYOS INTERMEDIOS _____ |
|---------------|---------------------------------------------------|

| | |
|---------------------|-------|
| TIPO DE CIMENTACION | _____ |
|---------------------|-------|

| | | | |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| NUMERO DE PROYECTO _____ | FECHA DE PROYECTO 19 _____ | CARGA MOVIL DE DISEÑO _____ | FECHA DE CONSTRUCCION 19 _____ |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|

| | | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| LA ESTRUCTURA FUE AMPLIADA <input type="checkbox"/> | REPARADA <input type="checkbox"/> | RECONSTRUIDA <input type="checkbox"/> | EN EL AÑO DE 19 _____ |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|

LOS TRABAJOS CONSISTIERON ESENCIALMENTE EN _____

| | | |
|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------|
| FECHA DE LA PRIMERA INSPECCION _____ | CALIFICACION DE SU ESTADO FISICO _____ | GRAFO _____ |
|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------|

LOS DAÑOS MAS RELEVANTES QUE DETERMINARON SU CALIFICACION FUERON _____

FECHAS PROGRAMADAS PARA LAS INSPECCIONES SUBSECUENTES _____

| FECHA | CALIFICACION | DESCRIPCION DE DAÑOS |
|-------|--------------|----------------------|
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO C

Disposiciones de Seguridad para obras en autopistas y puentes en operación

Estas disposiciones son para aplicarse a obras realizadas tanto por la Administración Responsable y/o sus contratistas, como por terceras personas, físicas o morales, que ejecuten obras dentro del derecho de vía, con las autoridades de la SCT. Por terceras personas se entenderán aquellas que no teniendo relación directa con la autopista o puente de cuota, han sido autorizadas por la SCT para utilizar el derecho de vía con obras de su propio interés.

1. La Administración Responsable extremara las medidas de seguridad necesarias para la protección de los usuarios.
2. Antes de realizar trabajos de estabilización de taludes o cualquier otro que pueda presentar un riesgo a los usuarios de la autopista o puente, la Administración Responsable o "terceras personas" estudiarán detalladamente el procedimiento de construcción considerando todas las medidas de seguridad necesarias, tanto para el tránsito usuario de la autopista o puente, como del personal de la obra y en su caso los vecinos a la misma.
3. La Administración Responsable garantiza la adecuada retención de los materiales producto de los abatimientos de taludes de tal manera que previo a las operaciones, quede debidamente protegida la calzada y el tránsito. Para lograr lo anterior podrán construirse muros secos envueltos con malla electro soldada, malla ciclónica, gaviones comerciales, barreras metálicas ancladas al pie del talud u otras soluciones con la geometría necesaria para garantizar la relación de los materiales producto de los trabajos realizados.
4. Para cualquier tipo de trabajos que pueda resultar riesgoso para los usuarios, personal de la obra y/o vecinos, la Administración Responsable o "terceras personas" deberán tomar las precauciones pertinentes.

5. La Administración Responsable o "terceras personas" instalaran, antes de iniciar los trabajos, señalamiento intensivo y efectivo para día y noche (luminoso, estático y dinámico), según proceda, con el fin de evitar incidentes o accidentes en el tramo de obra.

6. Para la fragmentación de rocas se utilizara equipo hidráulico y se evitara el uso de explosivos. En casos excepcionales y si las condiciones fotográficas del lugar no permiten el fácil acceso del equipo se considerara el uso de explosivos. La Administración Responsable se responsabilizara de los mismos, considerando las protecciones correspondientes, como malla ciclónica, amortiguadores con llantas, costaleras, etc.; a fin de evitar la dispersión de fragmento de roca en la superficie de rodamiento que pudieran provocar accidentes a los usuarios.

7. Cuando se efectúen trabajos de recubrimiento de taludes a base de concreto lanzado, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

Evitar interrupciones del tránsito

Evitar salpicaduras a los vehículos de los usuarios de la autopista

Evitar que el equipo necesario obstaculice acotamientos y obras del drenaje cuando se halle inactivo

8. En el caso de que la Administración Responsable o "terceras personas" que ejecuten trabajos de conservación u obras dentro del derecho de vía, hagan caso omiso de las disposiciones de seguridad antes señaladas se harán acreedores a las siguientes sanciones:

En caso de no cumplir con alguna de las disposiciones del presente documento, la sanción será equivalente a 500 salarios mínimos.

En caso de que el incumplimiento genere accidentes se sancionara con el equivalente a 1000 salarios mínimos, además de exigírsele cubrir los gastos a los usuarios por daños corporales así como los ocasionados a sus vehículos.

El salario considerado será el mínimo diario para el D.F.

CONCLUSIONES

Numerosos puentes de la red nacional de carreteras presentan daños importantes, como consecuencia de la acción agresiva de los agentes naturales y del crecimiento desmesurado de las cargas. El deterioro causado por los agentes naturales es común a todas las obras de la ingeniería civil y es el resultado de un proceso mediante el cual la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original.

Por lo que se refiere a las cargas rodantes, el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de vehículos cada vez más pesados en respuesta a la demanda de los transportistas que encuentran más lucrativa la operación de vehículos de mayor peso y, por otra parte, el desarrollo económico se ha reflejado en un notable incremento del parque vehicular. Una gran parte de nuestros puentes fueron calculados para la carga AASHTO H-15 con un peso total de 13.6 Ton., en tanto que el camión T3-S3, autorizado por el reglamento de operación de caminos, tiene un peso legal de 47 Ton. y, frecuentemente, un peso ilegal de 75 Ton.

Esta situación explica los daños en las estructuras de pavimentos y puentes, causados por el aumento de las sollicitaciones mecánicas al aumentar el peso de las cargas rodantes y por la disminución de resistencia por efecto de la fatiga estructural ocasionada por el efecto de frecuencia en la aplicación de esas cargas. Por estas razones, las entidades responsables de la operación de redes carreteras deben considerar la conservación de los puentes como una parte obligada de su quehacer a fin de mantener los niveles adecuados de seguridad y servicio de las estructuras. Desafortunadamente, existe un considerable rezago en la conservación de los puentes que se traduce en un deterioro creciente de su estado físico. Entre las razones que explican, pero no justifican este rezago, pueden señalarse las siguientes:

- Escasez de recursos. La crisis económica en la que se ve inmerso nuestro país, motiva a un considerable descenso del gasto público y una minimización de recursos disponibles para llevar a cabo la conservación.

Por el contrario la crisis debe ser motivo para conservar con mayor esmero la infraestructura existente ya que, de destruirse, sería imposible restituirla por la escasez de recursos.

- Preferencia a la estructura térrea. Los limitados recursos asignados a la conservación de la red se han canalizado en el pasado fundamentalmente a la atención de la estructura térrea (tercerías y pavimentos), debido a que los materiales que la conforman son más vulnerables que los predominantes en los puentes, lo que motiva daños más extensos y más frecuentes. Los materiales de los puentes son ciertamente más durables, pero no son eternos y su falta de conservación puede destruirlos, ocasionando pérdidas económicas cuantiosas e interrupciones más prolongadas del tránsito que con los pavimentos.

- Impopularidad de la conservación. El crecimiento demográfico, el acceso de grupos cada vez mayores a mejores niveles de vida y la urbanización creciente generan una gran demanda de diversas obras nuevas de infraestructura, ante las cuales la conservación de las obras ya existentes resulta una tarea poco atractiva para la sociedad y sus dirigentes y queda, por tanto, en desventaja en la asignación de recursos.

- Carencia de cultura de conservación. En una sociedad subdesarrollada existe poca conciencia sobre la necesidad de conservar las obras, tanto públicas como privadas. Puede decirse que un índice del desarrollo de una nación podría obtenerse en función de la proporción de recursos asignados a la conservación respecto al gasto total en construcción. Aun cuando por su longitud, los puentes representan una porción pequeña de la red, constituyen eslabones vitales que garantizan la continuidad del funcionamiento de toda la red. Su colapso ocasiona, frecuentemente, pérdidas de vidas y cuantiosas pérdidas económicas, tanto por la obra destruida como por la interrupción o demora de la operación. Por estas razones, conservarlos es una necesidad esencial.

Los puentes son una parte importante del patrimonio en infraestructura del país, ya que son puntos medulares en una red vial para la transportación en general y en consecuencia para el desarrollo de los habitantes. Preservar este patrimonio de una degradación prematura es, pues, una de las tareas más importantes de cualquier administración de carreteras sea pública o privada. Para ello hay que dedicar medios humanos y técnicos suficientes que permitan tener un conocimiento completo y actualizado de su estado, que permita definir el volumen de recursos necesarios para su conservación, y garanticen el empleo óptimo y eficaz de dichos recursos.

En el terreno de la normatividad también sería útil ampliar la existencia sobre productos de reparación y protección del concreto. En relación con dichos productos también hay que promover la formación de equipos y empresas especializadas en su aplicación que se sumen a las que ya están en el mercado. La conservación de puentes es muy viable; se ha demostrado, a través de varios puentes que se creían inservibles, en la práctica, que con la aplicación del proceso de conservación se arrojan datos exitosos. Se ha demostrado que los productos y procedimientos empleados en la conservación de puentes han evolucionado en tal forma que las estructuras mejoran su capacidad de resistencia, mucho más que en un estado original.

Se deben proponer períodos de supervisión más cortos para los puentes más importantes, como los internacionales (que tienen gran aforo); puentes especiales como son los atirantados o lanzados (de gran longitud y altura); y también se deben hacer paquetes para supervisión de puentes de tramos más importantes para la red vial. Todo esto con el fin de hacer del proceso de conservación un proceso más dinámico mediante el cual se garantice la estabilidad de la red y el desarrollo de más ciudades del país.

Se plantea la necesidad de implantar un sistema de administración de puentes, (SIAP), para poder establecer un procedimiento sistemático de evaluación y reconocimiento de los requerimientos en los puentes, así como el de establecer una serie de actividades administrativas encaminadas a normalizar el proceso general de conservación. El sistema de administración de puentes es la integración de un conjunto de órganos administrativos, normas y procedimientos que tienen por objeto planear, ejecutar y supervisar las acciones de atención a los puentes de una red, después de su puesta en servicio tomando en cuenta la operación integral del sistema carretero y sus efectos en la vida económica de una región o de un país.

Respecto a la implantación de un Sistema de Administración de Puentes en México, se ha observado que existen los elementos administrativos y organizaciones que permiten la pronta implantación del sistema a través de la estructura establecida en los Centros SCT y en las dependencias centrales, requiriéndose únicamente el fortalecimiento de algunos recursos específicos necesarios para la operación del sistema. Estos recursos son los referentes a una organización central y a una organización de campo, las cuales se encargaran de la toma de decisiones en la conservación y a las actividades de inspección y de evaluación de la estructura, respectivamente.

También se recomienda el establecimiento de niveles de servicio, fijados bajo las características funcionales adecuadas para la operación del transporte dentro del sistema vial. Dichas características se definieron como medidas mínimas deseables y aceptables en galibos, ancho de calzada y en la capacidad de carga. El nivel de servicio "deseable" es para aquellos puentes existentes que están en condiciones de prestar servicio, requiriendo únicamente la modificación en los elementos antes mencionados de acuerdo a los niveles establecidos. El nivel de servicio "aceptable" es fijado para aquellos puentes que van a ser construido. Aunados a estos niveles de servicio, se establece un criterio de priorización como elemento auxiliar para la asignación de los fondos y elección de las estructuras que posean un nivel de requerimientos altos respecto a otras.

En este criterio se toman en cuenta aspectos funcionales y estructurales para la designación de las actividades de conservación. Referentes a la inspección se establece una metodología con el fin de tener un medio cualitativo y cuantitativo en la obtención de datos sobre la condición de los puentes para que dicho proceso sea sistemático y gradual de acuerdo a la condición que presentan los puentes, en primer lugar se tendrá una inspección de evaluación, en caso de que se requiera la verificación de esta o porque se demande una inspección más minuciosa, se hará entonces una inspección especial o aun, inspecciones con pruebas especiales, según lo requiera el puente de acuerdo a la inspección y evaluación realizada por los organismos encargados.

En resumen, la implantación en México de un sistema de administración de puentes se hace necesaria, además de que dicha implantación no requiere de grandes desembolsos económicos ni de una gran infraestructura, debido principalmente a los elementos ya existentes dentro de los organismos dedicados a la administración de puentes y que la instauración deberá ser llevada en etapas, iniciando la primera de ellas, en la red federal de carreteras, extendiéndose mas adelante a las demás carreteras de la red en coordinación con los gobiernos de cada estado.

BIBLIOGRAFÍA

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Subsecretaría de Infraestructura
Manual para Inspección y Conservación de Puentes Tomo I
Dirección General de Servicios Técnicos
México, D.F. 1988
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Subsecretaría de Infraestructura
Manual para Inspección y Conservación de Puentes Tomo II
Dirección General de Servicios Técnicos
México, D.F. 1988
- Subsecretaría de Infraestructura
Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones
Formato para Inspección de Puentes y Pasos a Desnivel
México, D.F. 1995
- Subsecretaría de Infraestructura
Unidad de Autopistas de Cuota
Sistema de Seguimiento de los Programas de Conservación en Autopistas y Puentes de Cuota
México, D.F. 1997
- Dywidag Systems International, México, S.A. de C.V.
Manual de Procedimientos de Inspección de los Puentes Atirantados
México, D.F. 1996
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Instituto Mexicano del Transporte
Sistema de Administración de Puentes (SIAP)
Querétaro, Qro. 1994