

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION

EL SISTEMA DE ADMINISTRACION DE PUENTES DEL MOPT

POR: Ing. María Lorena López R., MSc.

JUNIO DE 1992

624.2
M3332

2



INDICE

	<u>Página</u>
Reconocimiento	3
I. Antecedentes	4
II. El Sistema de Administración de Puentes en Resumen	4
III. Beneficios del Sistema	6
IV. Propuesta	6
V. Detalle sobre los Nódulos Principales a Desarrollar	8
VI. Análisis de la Información Disponible del Inventario de Puentes	11
ANEXO 1 Manual del Inventario de Puentes	23
ANEXO 2 Reportes e Instrucciones	62

RECONOCIMIENTO

En el trabajo realizado hasta la fecha, cuya importancia para el futuro mejoramiento del sistema de puentes del país es invaluable, han contribuido un número de personas, cuyo reconocimiento es justo nombrar.

Carlos Zúñiga Inspectores de Puentes

Eliécer Viquez

Carlos Soto

Alexis Chinchilla Supervisores

Alfonso Videche

Jorge Paniagua Revisión y Procesamiento de Datos

Gerardo Pessoa

José Fonseca

Carlos Arguedas Colaboración para el desarrollo del
SAP y encargado del futuro seguimiento

EL SISTEMA DE ADMINISTRACION DE PUENTES DEL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

I. ANTECEDENTES

En un continuado esfuerzo por mejorar los sistemas de administración de la red vial, la Dirección General de Planificación juzgó conveniente, en 1988, retomar los inventarios de puentes que una vez se efectuaron, actualizarlos e ir más allá, formulando un plan para desarrollar un sistema de administración de puentes.

La primera fase del trabajo consistió en inventariar 900 puentes de la Red Vial Nacional e introducir esta información en el computador, de manera que se facilitara el desarrollo de módulos de consulta. Se utilizó el "Manual de Inventario de Puentes", escrito por el Ing. Federico Gamboa y la hoja de inventario que se muestra al final del Anexo 1.

La segunda fase de este esfuerzo consiste en la introducción del sistema para uso y beneficio de las Zonas y Regiones del MOPT, y desarrollar los medios de realimentación necesarios para mantener el sistema actualizado y vigente para la búsqueda continua de un mejoramiento institucional en este campo.

Costa Rica tiene en su Red Vial Nacional 1200 puentes, muchos de ellos construidos hace más de 30-40 años, cuando la realidad nacional era muy distinta y las expectativas de desarrollo inciertas. Actualmente, el país se mueve hacia el Siglo XXI con una dinámica propia singular, llena de expectativas de crecimiento, entre las cuales se hace necesario manejar grandes volúmenes de carga en la red vial, haciendo uso de la tecnología moderna desarrollada en los últimos años para el transporte que, necesariamente, involucra vehículos de carga más grandes y más pesados, carreteras más seguras y mejor mantenidas y, por supuesto, puentes adecuados para el transporte moderno.

II. EL SISTEMA DE ADMINISTRACION DE PUENTES EN RESUMEN

Un Sistema de Administración de Puentes es un método racional y sistemático de organizar y llevar a cabo las actividades relacionadas con la planificación, diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación y reemplazo de puentes vitales para la infraestructura vial. Es una herramienta importante para formular planes de financiamiento dirigidos a este sector de la infraestructura.

Según el NCHRP Report 300 (1) un Sistema de Administración de Puentes debe tener sus módulos básicos:

- 1) el módulo de inventario
- 2) el módulo de escogencia para mantenimiento mayor, rehabilitación, reemplazo (MR y R)
- 3) el módulo de mantenimiento preventivo
- 4) el módulo de análisis históricos
- 5) el módulo de interfase con el nivel de diseño
- 6) el módulo de reportes.

El primer módulo es esencial. Sin la información no puede desarrollarse un sistema racional.

El segundo módulo sirve para tomar decisiones en cuanto a la programación y presupuesto. Debe haber priorización, escogencia de alternativas de MR y R y cuantificación de costos, como parte esencial de éste.

El tercer módulo maneja información sobre el mantenimiento preventivo necesario y recibido por los puentes.

El módulo histórico maneja las acciones recibidas y su costo por puente, y sirve para desarrollar modelos de predicción de vida.

El módulo de interfase con el nivel de diseño le permite al diseñador utilizar las variables de inventario que le sirven para aplicaciones de diseño preliminar, utilizando modelos de análisis estructural, que pueden ser conectados al Sistema de Puentes. Dos de ellos, el BARS y el BRASS son mencionados en la literatura. También hay variables de diseño que podrían ser integradas al módulo de datos.

El módulo de reportes es el que da oportunidad a los usuarios de contar con la información más importante en la forma más útil para sus intereses.

1) Bridge Management Systems, NCHRP Report 300, TRB Diciembre 1987.

III. BENEFICIOS DEL SISTEMA

Los beneficios específicos de implantar un Sistema de Administración de Puentes son:

- 1) Un mejor conocimiento de la condición de los puentes de la Red.
- 2) Habilidad para poder comparar la condición de los puentes en la red, según variables de interés, como clima, cargas, tipo de puentes, etc.
- 3) Contar con listas priorizadas de acciones de mantenimiento, rehabilitación y reemplazo (MR y R).
- 4) Contar con estimados de costos durante la vida útil de los puentes.
- 5) Mejorar los mecanismos para predecir el desempeño futuro de los puentes.
- 6) Mejorar la programación del mantenimiento rutinario.
- 7) Mejorar la programación de recursos.

IV. PROPUESTA

Las consecuencias de no adoptar una forma buena y sistemática de administrar puentes, puede ser catastrófica. Los métodos utilizados en el pasado para asignar recursos a puentes han dejado a la Red Vial Nacional con muchos puentes deficientes, especialmente en su mantenimiento.

Se propone entonces, unir esfuerzos entre las unidades involucradas para desarrollar el trabajo necesario para implantar y operar un Sistema de Administración de Puentes en el MOPT.

La Dirección General de Planificación tiene 90% completo el módulo de datos y ha trabajado en algunos de los tantos reportes posibles. Se requiere desarrollar criterios para completar el Módulo de Mantenimiento Mayor, Rehabilitación y Reemplazo, el Módulo de Mantenimiento Rutinario y ampliar al Módulo de Reportes prioritariamente. Para esto, se debe trabajar conjuntamente con los involucrados en el manejo de los puentes en forma continua, a través de una "Comisión de Puentes". Esta Comisión sería integrada por un representante de la División de Obras Públicas, preferiblemente director de región o jefe de zona, el Director General de Planificación o su representante, el Director General de Mantenimiento Vial, el Jefe del Departamento de Puentes y el Jefe del Departamento de Análisis de Planes y Proyectos de la Dirección General de

Planificación. En un principio, y por espacio de 10-12 meses, la Comisión trabajaría con el programa de trabajo descrito a continuación. Posteriormente se plantearían nuevas fases a desarrollar, según las necesidades que se vayan presentando derivadas del uso del sistema.

Tareas a Desarrollar: Primera Etapa Duración: 10 meses

1. Desarrollo de un sistema de priorización simple.
2. Desarrollo de un índice de suficiencia.
3. Desarrollo de un sistema de verificación de la información.
4. Tipificación de labores de mantenimiento (mayor y menor) rehabilitación y sus costos. Incluye primera estimación sobre los costos durante toda la vida útil.
5. Desarrollo de los sistemas de comunicación y procedimientos a aplicar.
 - * Para recopilar información sobre trabajos efectuados
 - * Para registrar costos de los trabajos (equipo, materiales y mano de obra).
6. Ampliación de los reportes.
7. Identificación de puentes que deben llevar advertencia del peso permitido.

Objetivo y Descripción de las Tareas

- 1) **Desarrollo de un sistema de priorización simple** tiene como objeto poder visualizar en forma general la condición de los puentes en las distintas categorías calificadas y señalar los que requieren mayor atención desde el punto de vista de la evaluación física. La tarea requiere definir niveles aceptables para cada categoría calificada en la hoja de inventario. Los reportes generados indicarían condiciones críticas, según la definición que se les dé, para cada ítem calificado.
- 2) **Desarrollo de un índice de suficiencia:** se refiere a la combinación de las calificaciones físicas recibidas y otras variables como el TPD, la relación V/C y número de carriles que se refieren al nivel de operación y servicio que se requiere del puente para determinar que tan aceptable es el puente para las condiciones de tránsito que tiene.

- 3) **Desarrollo de un sistema de verificación de la información:** se refiere a la forma en que los ingenieros de zona, de región, o bien el Departamento de Puentes pueden, aleatoriamente, verificar la información levantada por los inspectores. Esto se haría utilizando la misma hoja de inventario, luego se comparan criterios para ir calibrando los conceptos calificados y los elementos que llevan a esa calificación.
- 4) **Tipificación de labores de MR y R:** se refiere a listar todas las acciones que pueden realizarse en un puente, según su tipo y condición, calculando además, los costos unitarios. Esto podría trabajarse escogiendo una muestra representativa de puentes para efectuar el cálculo, una vez desarrollados los puntos 1 y 2.
- 5) **Desarrollo de los Sistemas de Comunicación y Procedimientos a Aplicar:** se refiere al diseño del funcionamiento del sistema, la estandarización y sistematización de métodos de recopilación de información de las zonas hacia la Dirección General de Planificación y el sistema de cómputo en general. Asimismo, habrá instrucciones o mensajes que deben llegar rápidamente de la DMP a las Zonas sobre el resultado de las inspecciones de campo.
- 6) **Ampliación de Reportes:** se refiere a la necesidad de dar cobertura a todas las formas de presentación en que la información será más necesaria y útil para el ingeniero de campo.
- 7) **Identificación de Puentes que Deben Llevar Advertencia sobre Límites de Peso y Dimensiones:** se refiere a un objetivo de corto plazo que debe coordinarse con el Consejo de Seguridad Vial, sobre todo ante la presión cada vez mayor de mover cargas cada día más importantes desde todos los rincones del país.

Detalle sobre los Módulos Principales a Desarrollar

Desarrollo de un Sistema de Administración de Puentes (SP)

Una vez conocida la definición del sistema de administración de puentes, se pueden definir las actividades principales que se organizarían bajo este concepto. Estas incluyen: 1) definición de la condición de los puentes, 2) recomendación y priorización de las actividades de MR y R a llevar a cabo, 3) consecución de recursos para construcción, reemplazo, rehabilitación y mantenimiento de puentes, 4)

demarcación de límites dimensionales (peso, altura) de puentes, 5) alternativas económicas para cada puente, 6) programación del mantenimiento menor, 7) contabilidad de las acciones llevadas a cabo en cada puente, 8) monitoreo de puentes, 9) mantenimiento de una base de datos apropiados.

Los componentes o módulos más importantes del sistema de administración de puentes que deben irse desarrollando son:

- 1.- el módulo de datos,
- 2.- el módulo de mantenimiento mayor, rehabilitación y reemplazo a nivel de red,
- 3.- el módulo de mantenimiento preventivo,
- 4.- el módulo de análisis histórico,
- 5.- el módulo de reportes.

Se ha considerado prioritario para desarrollar un sistema de puentes en el MOPT, completar primero la base de datos existente y obtener de ella información fundamental, como la que se describirá; segundo, avanzar sobre los criterios que manejará el módulo de mantenimiento mayor, rehabilitación y reemplazo y el módulo de reportes. Sin embargo, también deben sentarse las bases para el levantamiento de información que requiere el módulo de análisis histórico.

A continuación se da más detalle del contenido de los módulos.

1. El Módulo de Datos

Este módulo consiste en submódulos de inventario, de condición, de acciones de mantenimiento mayor, rehabilitación y reemplazo (MR y R) recomendadas y de verificación.

El inventario debe describir cada puente según ubicación, dimensiones, calificación de los distintos elementos. En algunos casos, puede considerarse una calificación por "span" o sección de manera que pueda distinguirse con más detalle las acciones que amerita el puente en cada sección. El inventario ubica los puentes en el orden en que aparecen sobre la ruta.

El submodelo de condición contiene la información básica sobre las acciones de MR y R que se han llevado a cabo en los puentes a través del tiempo. Se registraría la calificación del puente antes y después de las acciones.

El módulo de verificación toma la información de una reinspección aleatoria de un cierto número de puentes para poder compararla con la información original. Debe mantenerse un buen programa de capacitación para inspectores. Este módulo ayudaría a detectar errores más comunes que deben corregirse. El Departamento de Puentes es especialmente importante en este campo.

2. Módulo de Mantenimiento Mayor, Rehabilitación y Reemplazo

En este módulo se desarrollan dos submodelos principales:

1) El módulo de priorización de puentes que consiste en el desarrollo de un criterio que considere la condición del puente, su funcionalidad e importancia. El índice de suficiencia de la FHWA es un criterio utilizable.

2) El módulo de acciones de mantenimiento mayor, rehabilitación y reemplazo (MR y R) en el que se asigna la acción (y su costo) a seguir en cada puente de acuerdo con criterios predefinidos (normalmente, las calificaciones o índices desarrollados). En este módulo se define una serie de acciones alternativas para cada puente, cuando esto es posible, y el nivel de servicio que se alcanzaría con cada una, de manera que se facilite ajustarse a un presupuesto, conociendo bien la efectividad de la inversión. A diferencia del Módulo MR y R del Módulo de Datos, éste guardaría las recomendaciones ideales y sus alternativas, y el anterior es una especie de "tarjetero" de acciones efectuadas para cada puente.

3. El Módulo de Mantenimiento Rutinario

Los puentes que no requieren una acción MR y R se asignan a un programa de mantenimiento menor o rutinario. El módulo busca asociar las actividades adecuadas de mantenimiento a cada puente, basándose en la recomendación del inspector o en el análisis histórico de las acciones y sus frecuencias. El módulo prioriza los puentes y luego, con base en un presupuesto disponible, se escogen los que efectivamente podrán atenderse.

4. El Módulo de Reportes

La combinación de variables para desarrollar reportes de interés para el usuario particular o un conjunto de usuarios generales puede ser muy vasta, de manera que en este módulo se busca tener reportes verdaderamente útiles para la toma de decisiones y el monitoreo general de los puentes.

V. Análisis de la Información Disponible del Inventario de Puentes

Actualmente, se tienen 1076 (de aproximadamente 1200) puentes inventariados según el método descrito en el Anexo 1. De todos estos, la distribución por Región es la siguiente:

Región	Nº de Puentes	Nº de Puentes con Elementos Críticos
1	241	182
2	287	211
3	187	141
4	123	95
5	109	88
6	129	102
TOTAL	1076	819

En total, se tienen 30 957 metros lineales de puentes inventariados en el país, distribuidos según los siguientes rangos:

De 6 - 15 metros	542
De 16 - 30 metros	239
De 31 - 60 metros	184
De 61 - 100 metros	74
De 101 - 150 metros	16
Más de 151 metros	21

De acuerdo con el material, se puede decir que hay 652 puentes de acero, 181 de concreto y 104 de madera en la Red Vial Nacional, además de 91 pasos superiores, 2 pasos inferiores, 26 alcantarillas de concreto y 11 alcantarillas de acero corrugado.

Según el tránsito promedio diario a que están sujetos los puentes, se tiene que:

252	tienen menos de	50	vehículos diarios
66	tienen de	50 a 100	vehículos diarios
117	tienen de	100 a 250	vehículos diarios
164	tienen de	250 a 500	vehículos diarios
150	tienen de	500 a 1000	vehículos diarios
170	tienen de	1000 a 2500	vehículos diarios
157	tienen más de	2500	vehículos diarios.

De estos últimos se muestran los valores críticos a continuación:

TPD > 2500

RUTA	Nº Puente (Rio)	Elementos Críticos	Calificación
1	1) R. Torres	Sedimentación	4
		Barandales	4
		Filtración Uniones	6
	2) R. Virilla	Sedimentación	6
		Barandales	4
		Filtración Uniones	4
	3) R. Bermúdez	Sedimentación	6
	4) R. Segundo	Sedimentación	6
		Filtración Uniones	4
	5) R. Alajuela	Bastiones	5
		Filtración Uniones	4
	6) R. Poás	Sedimentación	6
		Barandales	5
		Filtración Uniones	2
7) R. Rosales	Desagües	6	
	Barandales	6	
	Filtración Uniones	6	
8) R. Colorado	Desagües	6	
	Filtración Uniones	6	
9) R. Grande	Sedimentación	6	
	Filtración Uniones	6	
10) R. Camino B. Aires	Filtración Uniones	6	
11) Paso Inferior	Barandales	6	
12) R. Grande	Sedimentación	2	
	Barandales	6	
	Filtración Uniones	6	
13) R. Barranca	Pintura Piso	5	
	Sedimentación	6	
	Desagües	4	
	Filtración Uniones	6	
14) R. Naranjo	Sedimentaciones	1	
	Superficie Rodamiento	6	
	Desagües	1	
	Filtración Uniones	1	

TPD > 2500 (Cont...)

RUTA	Nº Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
1	15) R. Naranjo	Pintura Piso	4
		Superficie Rodamiento	6
		Filtración Uniones	4
2	16) Q. Fierro	Desagües	6
		Barandales	6
	17) R. Puruses	Sedimentación	2
	18) R. Maria Aguilar	Sedimentación	4
		Barandales	5
	19) R. Tiribí	Filtración Uniones	6
	20) R. Tiribí	Barandales	6
		Filtración Uniones	6
21) R. Chiquito	Sedimentación	4	
22) R. Chiquito	Sedimentación	4	
3	23) R. Segundo	Bastiones	6
24)	R. Alajuela	Sedimentación	2
		Superficie Rodamiento	6
		Desagües	4
		Barandales	4
10	25) R. Reventado	Barandales	4
		Filtración Uniones	6
26) R. Reventado	Barandales	4	
27)	R. Toyogres	Desagües	5
		Barandales	5
13	28) R. Toro Amarillo	Sedimentación	6
27	29) Paso Superior	Desagües	6
	30) Paso Superior	Rodamiento	6
	31) R. Agres	Sedimentación	6
		Rodamiento	6
		Filtración Uniones	6
32) Q. Yeguas	Sedimentación	6	

TPD > 2500 (Cont...)

RUTA Nº	Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
32	33) R. Torres	Sedimentación	5
		Bastiones	5
		Superficie Rodamiento	4
		Desagües	6
		Barandales	6
		Filtración Uniones	4
	34) R. Virilla	Sedimentación	4
		Superficie Rodamiento	6
		Barandales	6
	35) R. Corinto	Desagües	6
		Filtración Uniones	2
	36) R. Blanco	Sedimentación	6
	37) R. Toro Amarillo	Sedimentación	6
	38) R. Santa Clara	Bastiones	6
	39) R. Delicias	Bastiones	6
	40) R. Roca	Filtración Uniones	2
	41) R. Fox Hall	Sedimentación	6
	42) R. Williamburg	Sedimentación	6
	43) R. Dos Vueltas	Sedimentación	6
		Filtración Uniones	5
	44) R. Herediana	Sedimentación	6
	45) R. Peje	Sedimentación	4
	46) Q. Muralla	Sedimentación	6
	47) R. Reventazón	Barandales	6
		Filtración Uniones	6
	48) Q. Planta	Sedimentación	4
		Superficie Rodamiento	5
	49) Q. Cabros	Sedimentación	6
		Superficie Rodamiento	5
	50) R. Pacuare	Filtración Uniones	6

TPD > 2500 (Cont...)

RUTA	Nº	Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
32	51)	R. Pacuarito	Filtración Uniones	5
	52)	R. Hondo	Sedimentación	6
			Bastiones	6
			Barandales	6
			Filtración Uniones	4
	53)	R. Calderón	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	6
			Filtración Uniones	5
	54)	R. Aguas Claras	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	6
	55)	R. San Miguel	Superficie Rodamiento	6
	56)	R. Chirripó	Superficie Rodamiento	6
	57)	R. Escondido	Sedimentación	5
			Bastiones	6
			Superficie Rodamiento	6
			Filtración Uniones	5
	58)	R. Cuba	Sedimentación	6
			Bastiones	4
			Superficie Rodamiento	6
			Barandales	5
	59)	R. Rojo	Superficie Rodamiento	6
			Filtración Uniones	6
	60)	R. Toro	Sedimentación	6
			Filtración Uniones	5
	61)	R. Madre	Sedimentación	5
			Filtración Uniones	6
	62)	R. Blanco	Sedimentación	6
			Bastiones	2
			Superficie Rodamiento	6
			Barandales	6
			Filtración Uniones	4
	63)	Sin Nombre	Sedimentación	4
			Superficie Rodamiento	6
100	64)	Paso Sup.R.5	Barandales	5
105	65)	R. Chiquero	Sedimentación	6

TPD > 2500 (Cont...)

RUTA	Nº Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
108	66) R. Paso Inf.FC	Corrosión Superest.	4
		Pintura Piso	4
		Barandales	6
		Filtración Uniones	4
110	67) R. Tiribí	Desagües	4
		Filtración Uniones	4
121	68) R. San Rafael	Desagües	4
	69) R. Chiquero	Desagües	4
	70) Q. Lajas	Desagües	4
	71) R. Corrogres	Desagües Barandales	4 4
124	72) Paso Inf. FC	Corrosión Superest.	6
		Pintura Piso	4
		Pintura Superest.	4
		Pintura Subestruc.	4
126	73) Q. Seca	Sedimentación	4
		Barandales	5
153	74) R. Ciruelas	Sedimentación	4
167	75) R. Tiribí	Pintura Piso	5
		Pintura Superest.	5
		Pintura Subestruc.	5
		Sedimentación	6
		Superficie Rodamiento	2
		Desagües	6
		Filtración Uniones	1
201	76) R. Torres	Sedimentación	5
204	77) R. Ocloro	Sedimentación	5
	78) R. María Aguilar	Sedimentación Barandales	6 5
207	79) R. Damas	Sedimentación	6
		Superficie Rodamiento	5
80) R. Tiribí	Sedimentación	5	

TPD > 2500

RUTA	Nº	Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
209	81)	R. Jorco	Bastiones	4
			Barandales	6
	82)	R. Cañas	Desagües	6
			Barandales	6
			Filtración Uniones	6
210	83)	R. Tiribí	Sedimentación	5
			Superficie Rodamiento	6
			Barandales	4
211	84)	R. Tiribí	Sedimentación	6
			Bastiones	6
			Filtración Uniones	6
212	85)	R. Damas	Sedimentación	6
			Barandales	6
	86)	R. Damas	Sedimentación	4
213	87)	R. María Aguilar	Filtración Uniones	4
	88)	R. Tiribí	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	6
			Barandales	6
214	89)	R. María Aguilar	Barandales	6
215	90)	R. María Aguilar	Barandales	6
			Filtración Uniones	6
218	91)	R. Torres	Barandales	6
219	92)	R. Chinchilla	Sedimentación	6
	93)	R. Tatiscu	Sedimentación	6
220	94)	R. Macho	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	5
			Desagües	6
			Filtración Uniones	4
228	95)	R. Reventado	Sedimentación	6
			Desagües	6
251	96)	R. Tiribí	Superficie Rodamiento	6
	97)	R. Chiquito	Sedimentación	6

TPD > 2500 (Concl...)

RUTA	Nº	Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
251	98)	R. Fierro	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	6
			Barandales	5
702	99)	R. Barranca	Filtración Uniones	4
	100)	R. Balsa	Filtración Uniones	4
	101)	R. San Luis	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	4
			Desagües	6
			Filtración Uniones	6
	102)	R. San Luis	Barandales	6
	103)	R. Cataratita	Sedimentación	6
			Superficie Rodamiento	6
			Filtración Uniones	4
104)	Q. Grande	Filtración Uniones	5	
105)	R. Cataratas	Superficie Rodamiento	5	
		Desagües	6	
		Barandales	4	
		Filtración Uniones	4	

Para efectos de este análisis de la información, se ha supuesto que valores de la calificación dados a los diferentes items, que sean inferiores a 6, son críticos y merecen una acción inmediata.

La información anterior, muestra todos los puentes con TPD mayor a 2500 vehículos diarios que tienen valores críticos en algún elemento. La información se puede desplegar por Zona o por Región. En este caso se encuentra por Regiones. Debe recordarse que la definición de los valores críticos debe ser revisada. Sin embargo, el propósito de esta sección es ilustrar el tipo de información de que se dispone.

La utilización de una clasificación de puentes por ruta es muy necesaria, ya que cuando se programa un trabajo de mantenimiento periódico o rehabilitación en una ruta, puede aprovecharse para hacer trabajos en sus puentes críticos. Así, por ejemplo, la Ruta 1 tiene 81 puentes de los cuales 56 tienen elementos críticos, como se ve a continuación. Algunos valores críticos son de menos impacto sobre la

funcionalidad del puente, pero también a menudo son más fáciles de atender y, en ausencia de otros valores críticos, el puente estaría cumpliendo con la norma mínima en todos los aspectos calificados.

RUTA 1

REGION	Nº Punte (Rio)	Elementos Críticos	Calificación
1	1) R. Torres	Sedimentación	4
		Barandales	4
		Filtración Uniones	6
	2) R. Virilla	Sedimentación	6
		Barandales	4
		Filtración Uniones	4
2	3) R. Bermúdez	Sedimentación	6
	4) R. Segundo	Sedimentación Filtración Barandales	6 4
1	5) R. Alajuela	Bastiones	5
		Filtración Uniones	4
2	6) R. Poás	Sedimentación	6
		Barandales Filtración Uniones	5 2
	7) R. Rosales	Desagües	6
		Barandales	6
		Filtración Uniones	6
	8) R. Colorado	Desagües	6
		Filtración Uniones	6
	9) R. Grande	Sedimentación	6
		Filtración Uniones	6
	10) R. Cam. B. Aires	Filtración Uniones	6
	11) Paso Inferior	Barandales	6
	12) R. Grande	Sedimentación	2
		Barandales	6
		Filtración Uniones	6
6	13) R. Jesús	Sedimentación	4
		Bastiones	6
		Pintura Piso	5
6	14) R. Barranca	Sedimentación	6
		Desagües	4
		Filtración Uniones	6

RUTA 1 (Cont...)

REGION	Nº Puente (Río)	Elementos Criticos	Calificación
6	15) R. Naranjo	Sedimentación	1
		Superficie Rodamiento	6
		Desagües	1
		Filtración Uniones	1
	16) R. Naranjo	Pintura Piso	4
		Superficie Rodamiento	6
		Filtración Uniones	4
	17) R. Ciruelas	Desagües	4
		Filtración Uniones	4
	18) R. Seco	Pintura Piso	4
		Superficie Rodamiento	4
		Filtración Uniones	4
	19) Q. Palo	Sedimentación	6
20) R. Aranjuez	Superficie Rodamiento	6	
	Desagües	4	
21) R. Sardinal	Superficie Rodamiento	6	
	Filtración Uniones	2	
22) R. Guacimal	Superficie Rodamiento	4	
23) R. Lagartos	Pintura Piso	6	
	Pintura Superestruc.	6	
	Superficie Rodamiento	6	
3	24) R. Cañamazo	Sedimentación	6
	25) R. Congo	Desagües	4
		Filtración Uniones	4
	26) R. Abangares	Pintura Piso	6
		Pintura Superestruc.	6
		Pintura Subestruc.	6
	27) R. Estaca	Sedimentación	4
28) R. Desjarretado	Filtración Uniones	2	
29) R. Lajas	Filtración Uniones	4	

RUTA 1 (Cont...)

REGION	Nº	Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación	
3	30)	R. Higuerón	Pintura Piso	6	
			Pintura Superestruc.	6	
			Pintura Subestruc.	6	
			Desagües	4	
			Barandales	4	
			Filtración Uniones	4	
		31)	R. San Miguel	Desagües	2
				Filtración Uniones	2
		32)	R. Jabillos	Filtración Uniones	6
		33)	R. Cañas	Filtración Uniones	2
		34)	R. Sandillal	Sedimentación	6
		35)	R. Corobici	Pintura Piso	4
	Filtración Uniones			4	
		36)	R. Tenorio	Filtración Uniones	4
		37)	R. Blanco	Filtración Uniones	4
		38)	R. Villa Vieja	Desagües	4
				Filtración Uniones	4
		39)	R. Estanque	Filtración Uniones	4
		40)	R. Bagaces	Filtración Uniones	4
		41)	R. Piedras	Filtración Uniones	4
		42)	R. Potrero	Filtración Uniones	4
		43)	R. Urraca	Filtración Uniones	4
		44)	R. Pijije	Filtración Uniones	4
		45)	R. Salto	Filtración Uniones	6
	46)	R. Caraña	Superficie Rodamiento	6	
			Desagües	4	
			Filtración Uniones	4	
	47)	R. Arenas	Filtración Uniones	4	
	48)	R. Liberia	Filtración Uniones	4	

RUTA 1 (Concl...)

REGION	Nº	Puente (Río)	Elementos Críticos	Calificación
3	49)	R. Claro	Filtración Uniones	4
	50)	R. Santa Inés	Filtración Uniones	4
	51)	R. Irigaray	Barandales	6
			Filtración Uniones	4
	52)	R. Ahogados	Desagües	4
			Filtración Uniones	4
	53)	R. Tempisquito	Filtración Uniones	2
	54)	R. Sonzapote	Filtración Uniones	4
	55)	R. Las Vueltas	Sedimentación	6
			Bastiones	6
			Filtración Uniones	4
1	56)	R. Cabalceta	Filtración Uniones	4

A N E X O 1

MANUAL DE INVENTARIO DE PUENTES

Tomado de la Tesis de Grado del
Ing. Federico Gamboa

CONTENIDO

1. OBJETIVOS

Las inspecciones de los puentes deben ser realizadas regularmente para verificar el estado de los puentes y poder determinar oportunamente las acciones de mantenimiento.

La inspección y conservación de los puentes es un proceso que requiere la colaboración de los diferentes departamentos de la institución, para que se pueda garantizar el servicio de transporte público, sobre todo en las zonas urbanas de alto tráfico.

PRIMERA PARTE

1. OBJETIVOS

El objetivo de esta parte es proporcionar al personal encargado de la inspección de los puentes, los conocimientos necesarios para poder realizar esta actividad de manera adecuada.

INSPECCION DE PUENTES

Las inspecciones de los puentes deben ser realizadas de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Inspección de Puentes.

- a. Verificar el cumplimiento de los procedimientos de inspección de puentes.
- b. Inspeccionar los componentes de los puentes.
- c. Realizar registro de los observados en los puentes.
- d. Realizar fotografías de aspectos de interés.
- e. Tomar muestras de agua y aire.
- f. Ser en su momento el responsable de las actividades de mantenimiento de los puentes.
- g. Llevar los registros correspondientes para inspección a los libros de notas.
- h. Tener toda la documentación que sea necesaria para la inspección de los puentes en el personal a cargo.

CAPITULO I

1.1 Generalidades

Las inspecciones de puentes tienen por objeto determinar la condición física de las estructuras, y deben hacerse regularmente, para tener al día los inventarios de puentes y poder preparar oportunamente los programas de mantenimiento.

La inspección y evaluación de los puentes es un trabajo que se deberá realizar bajo la directa supervisión de un ingeniero civil y que requiere los servicios de personal calificado, pues de sus informes depende el acierto en las decisiones que se tomen de reparar, reemplazar o abandonar una estructura.

1.2 El Inspector de Puentes

El Inspector de Puentes deberá estar en buenas condiciones físicas y tener un grado de educación similar al del bachiller, además, deberá haber recibido cursos en escuelas técnicas que incluyan matemáticas, topografía, dibujo, seguridad en el trabajo, e inspección y mantenimiento de puentes.

Los principales deberes del Inspector son los siguientes:

- a. Asistir en la preparación de los programas de inspección de puentes.
- b. Inspeccionar los componentes de los puentes.
- c. Hacer dibujos de los componentes de los puentes.
- d. Tomar fotografías de aspectos de interés.
- e. Tomar dimensiones y niveles.
- f. Dar aviso inmediato a su superior cuando encuentra condiciones que estime peligrosas.
- g. Llenar las fórmulas correspondientes para inspección o los libros de notas.
- h. Tomar todas las precauciones que sean necesarias para la seguridad en el trabajo del personal a su cargo.

1.3 Equipo

Antes de ser usado deberá revisarse el equipo necesario para inspección, con el fin de asegurarse de que se encuentra en buenas condiciones. Aparte de ciertos equipos para casos especiales, el equipo que comúnmente se usa para las inspecciones de los puentes es el siguiente:

- a. Vehículo de doble tracción equipado con odómetro de precisión.
- b. Escaleras corrientes y de mecate con ganchos en los extremos.
- c. Cuerdas fuertes y fajas de seguridad.
- d. Nivel de ingeniero y mira.
- e. Cinta métrica de unos 30 m.
- f. Cinta métrica de bolsillo y metro plegadizo.
- g. Plomada.
- h. Espátula, punzón de marcar y cepillo de acero.
- i. Calibrador.
- j. Codal.
- k. Lápices (crayón) rojo y azul.
- l. Cámara fotográfica y binóculos.
- m. Pala, pico, cuchillo.
- n. Señales para indicar que hay gente trabajando.
- o. Escala, cartabón, transportador, lápiz, tablero de notas.
- p. Fórmulas modelo y libro de notas.

1.4 Frecuencia de las Inspecciones

- a. Inspecciones Rutinarias. Estas deberán hacerse en todas las estructuras por lo menos una vez cada dos años.
- b. Inspecciones Intermedias:
 - 1.) Estructuras de Carga Limitada: Inspecciones una vez al año.

2.) Puentes Deficientes Estructuralmente: Inspecciones tan a menudo como se necesite para asegurar la seguridad del público y la integridad de la estructura.

3.) Inspecciones Especiales: Pueden ser necesarias por muchas razones, algunas de las cuales son:

- a) Estructuras dañadas por accidentes u otras causas.
- b) Recoger información para posible reconstrucción o reemplazo.
- c) Control de cargas y dimensiones de vehículos.

1.5 Secuencia de la Inspección

A.- Puentes de Tamaño Mediano

Para puentes de longitud y complejidad medianas, es conveniente seguir la siguiente secuencia:

1) Cauce

- a) Socavación
- b) Sedimentación
- c) Vegetación
- d) Cambio de canal
- e) Protecciones

2) Subestructura

- a) Pilotes
- b) Defensas
- c) Protección de Socavación
- d) Pilas
- e) Bastiones
- f) Anclajes
- g) Zapatas.

3) Superestructura

- a) Miembros Principales Soportantes
- b) Apoyos
- c) Miembros Secundarios y Arriostramiento
- d) Instalaciones de Servicios Públicos
- e) Piso
- f) Aceras y Barandas.

4) Misceláneos

- a) Accesos
- b) Iluminación
- c) Señales.

B.- Puentes Grandes

Aunque la secuencia de inspección para puentes grandes en términos generales es la misma que para puentes de tamaño mediano, pueden haber ciertos cambios que dependen de lo siguiente:

- 1) Peligros
- 2) Condiciones del Tiempo
- 3) Condiciones del Tránsito
- 4) Tamaño de la Cuadrilla de Inspección

1.6 Evaluación del Puente

Un puente se divide en dos partes principales: subestructura y superestructura. Estas dos partes básicas pueden dividirse en miembros estructurales, los que a su vez pueden ser subdivididos en sus componentes. El procedimiento general para evaluar un puente es poner una calificación numérica a cada elemento o componente de las unidades principales. Esas calificaciones se pueden combinar para obtener un valor numérico de la condición total del puente. No es obligatorio para el Inspector hacer las calificaciones numéricas, el Inspector deberá seguir el sistema siguiente:

Calificación

- | | |
|--------|--|
| a. "9" | Condición nueva. |
| b. "8" | Buena condición. No se necesitan reparaciones. |
| c. "7" | Pequeñas reparaciones por las cuadrillas de mantenimiento. |
| d. "6" | Reparaciones mayores por las cuadrillas de mantenimiento. |
| e. "5" | Reparaciones mayores por contrato o por las cuadrillas de construcción. |
| f. "4" | Condiciones mínimas para soportar el tránsito presente, necesitándose la rehabilitación inmediata para mantenerlo en servicio. |
| g. "3" | Inadecuado para soportar cargas pesadas. Requiere el cierre del tránsito de camiones. |
| h. "2" | Inadecuado para soportar cargas vivas de cualquier clase. Requiere el cierre total al tránsito. |
| i. "1" | Puente reparable, si fuera deseable reabrirlo al tránsito. |
| j. "0" | Condiciones del puente que no admiten reparación. Peligro de colapso inmediato. |

CAPITULO II

GUIA PARA LA INSPECCION DE PUENTES

2.1 Cauces

Los cauces se deben inspeccionar para determinar si existe alguna condición que pueda causar daño al puente o al área que lo rodea.

Además de inspeccionar la condición actual del canal, se deberá registrar cualquier cambio de importancia que se haya producido en el canal atribuible a causas naturales o artificiales.

Inspeccionar lo siguiente:

- a. Nivel máximo del agua. Esto se debe averiguar mediante las huellas de las crecientes, o por información de vecinos.
- b. Revisar si hay depósitos de arrastres del río o de grava o arena a lo largo de los bancos y alrededor del puente; lo mismo que vegetación aguas arriba o aguas abajo, o cualquier otra obstrucción del canal.
- c. Perfil del canal. En cauces expuestos a socavación o a que se pueda bajar el perfil, deberán periódicamente tomarse las elevaciones del perfil, unos cien metros aguas arriba o unos cien metros aguas abajo, con el fin de comparar con perfiles tomados anteriormente para observar los cambios y determinar problemas de socavación o cambios de dirección del canal.
- d. Protecciones de los Bancos y Orillas del Río. Examinar la condición de las protecciones existentes y anotar cualquier indicio de daños en las mismas.
- e. Observar si hay embalses aguas arriba del puente producidos por rellenos de gran altura que se puedan lavar durante las lluvias fuertes y producir inundaciones que puedan poner en peligro el puente.

2.2 Bastiones

El término "bastión" se aplica a las unidades de subestructura de los extremos del puente. La función de los bastiones es soportar la superestructura en los extremos y sostener el relleno de los accesos.

Hay varios tipos de bastiones, pero los más corrientes son los de muro en todo el alto y los de tipo abierto o sea que el relleno pasa por debajo del cabezal.

En la Fig. No. 1 se muestran los componentes de un bastión de tipo abierto.

Los bastiones se pueden construir de concreto, concreto reforzado, mampostería de piedra, o una combinación de concreto y mampostería de piedra.

En los bastiones se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

a. Socavación o erosión alrededor del bastión y evidenciá de cualquier movimiento (deslizamiento, rotación, etc.) o asentamiento.

Indicaciones de probables movimientos son las grietas en las uniones de los aletones o en los muros, apoyos descentrados, claros inadecuados entre el muro trasero y los extremos de las vigas.

b. Determinar si los drenajes o agujeros de drenaje están limpios y funcionan convenientemente. Las filtraciones de agua por juntas o grietas indican acumulación de agua detrás del bastión. Se deberán anotar agujeros de drenaje atascados.

c. Revisar asientos de apoyo y anotar grietas, agua estancada o basuras acarreadas por el río.

d. Revisar grietas en muro trasero e indicios de movimiento. Particularmente, revisar la junta de construcción entre el muro trasero y el bastión.

e. Revisar las grietas del mortero de la mampostería, filtraciones del agua por las grietas y condición de la mampostería.

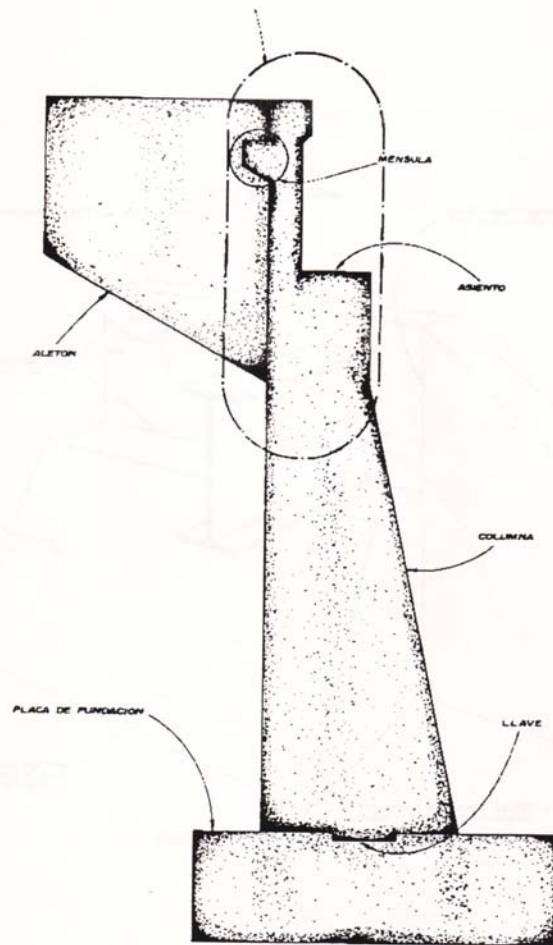
En la Fig. No. 2 se muestran las partes de bastión a inspeccionar.

2.3 Filas

Las pilas son los soportes intermedios de la superestructura. las pilas se pueden construir de concreto, concreto reforzado, mampostería de piedra, acero, madera, o una combinación de esos materiales.

En las pilas se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

a. Socavación de los cimientos. Evidencia de desplome o asentamiento.



PARTES DE UN BASTION

FIGURA 1

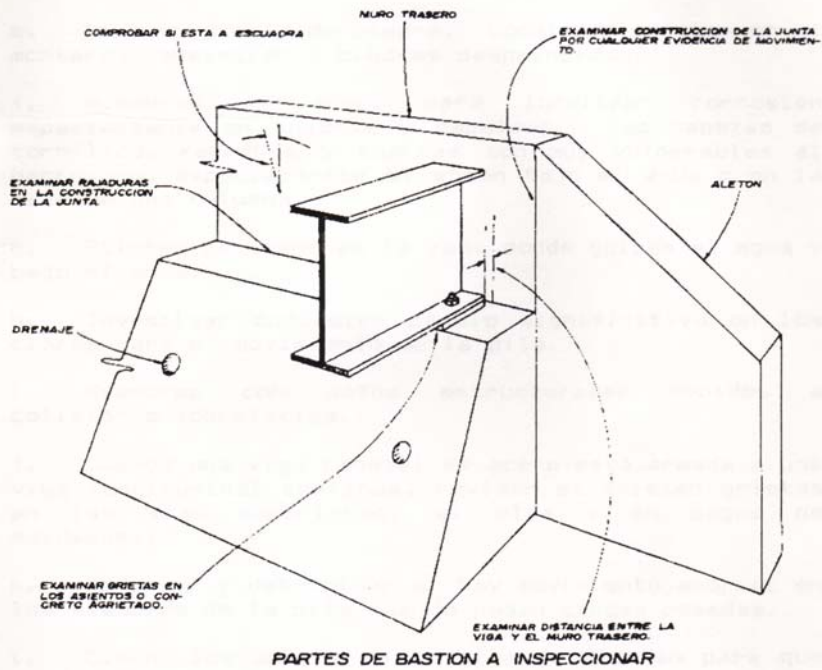


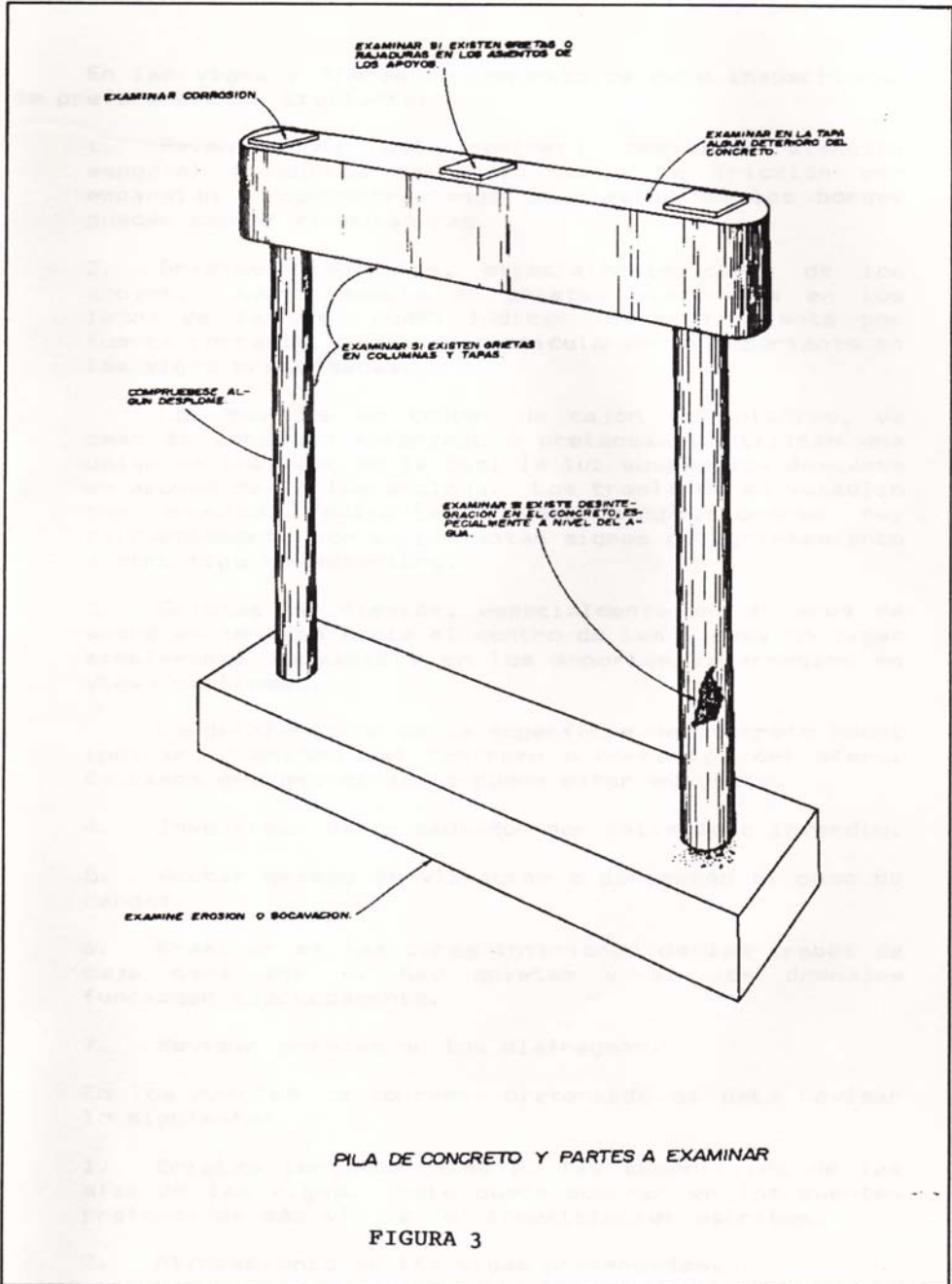
FIGURA 2

- b. Desintegración del concreto, especialmente en la zona donde golpea el agua, en la línea de nivel de agua y en la línea de nivel del suelo.
- c. Columnas y cabezales. Localizar grietas.
- d. Asientos de apoyos. Localizar grietas.
- e. La mampostería de piedra. Localizar grietas en el mortero, vegetación y piedras desprendidas.
- f. Miembros de acero para localizar corrosión especialmente en uniones y empalmes. Las cabezas de tornillos, remaches y tuercas son muy vulnerables al herrumbre, especialmente si están bajo el agua o en la base de una columna.
- g. Pilotes de acero en la zona donde golpea el agua y bajo el agua.
- h. Investigar cualquier cambio significativo en los claros para el movimiento de la pila.
- i. Miembros con daños estructurales debidos a colisión o sobrefatiga.
- j. Cuando una viga cabezal de acero está armada a una viga longitudinal continua, revisar si existen grietas en las alas superiores, el alma y en pegadas de soldadura.
- k. Observar y determinar si hay movimiento anormal en los miembros de la pila cuando pasan cargas pesadas.
- l. Cuando los apoyos en la pila se diseñan para que puedan rotar libremente en pines o cojinetes, se debe averiguar si ese movimiento no está restringido. La restricción la puede causar la corrosión severa o la presencia de partículas extrañas.
- m. Determinar si cualquier relleno de tierra o roca se ha amontonado contra la pila originando cargas no previstas en el diseño y produciendo condiciones de inestabilidad.

En la Fig. No. 3 se muestra una pila de concreto y las partes a examinar.

2.4 Vigas y Trabes de Concreto

Las vigas o trabes de concreto transfieren las cargas del piso a las subestructuras. Los puentes de concreto convencional o pretensado o postensado, y pueden ser prefabricadas o chorreadas en el sitio.



En las vigas y traveses de concreto se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

1. Reventaduras del concreto poniendo atención especial a puntos de apoyo donde la fricción por expansión y concentraciones de presión en los bordes puedan causar reventaduras.
2. Grietas diagonales, especialmente cerca de los apoyos. La presencia de grietas diagonales en los lados de la viga puede indicar falla incipiente por fuerza cortante. Esto es particularmente importante en las vigas pretensadas.

Los puentes de traveses de cajón en voladizo, ya sean de concreto reforzado o pretensado, utilizan una unión en traslapo en la cual la luz suspendida descansa en apoyos de la luz anclada. Los traslapos en voladizo con esquinas entrantes, deben inspeccionarse muy cuidadosamente por si presentan signos de agrietamiento u otro tipo de deterioro.

3. Grietas de flexión, especialmente en el área de acero en tensión hacia el centro de las luces, en vigas simplemente apoyadas y en los soportes intermedios en vigas continuas.

La decoloración de la superficie de concreto puede indicar deterioro del concreto o corrosión del acero. En casos graves, el acero puede estar expuesto.

4. Investigar daños causados por colisión o incendio.
5. Anotar exceso de vibración o deflexión al paso de cargas.
6. Examinar si las caras interiores de las traveses de caja para ver si hay grietas y si los drenajes funcionan adecuadamente.
7. Revisar grietas en los diafragmas.

En los puentes de concreto pretensado se debe revisar lo siguiente:

1. Grietas longitudinales en las superficies de las alas de las vigas. Esto puede ocurrir en los puentes pretensados más viejos con insuficientes estribos.
2. Alineamiento de las vigas pretensadas.
3. Grietas y reventaduras en las áreas alrededor de los apoyos y en los diafragmas chorreados en el sitio.

4. En unidades del piso pretensadas, ya sean vigas de caja o unidades huecas, se debe revisar por debajo, cuando pasan vehículos, para ver si cualquier unidad está actuando independientemente de las otras.

En la Fig. No. 4 se muestra una viga T de concreto y partes a inspeccionar.

2.5 Vigas y Trabes de Acero

Las vigas o trabes de acero que se clasifican como miembros principales, transmiten todas las cargas del piso a la subestructura del puente. Hay tres tipos de trabes y vigas de acero:

1. Vigas de secciones laminadas de ala ancha (WF). Estas vigas se usan generalmente en puentes de luces menores de 30 metros.
2. Secciones armadas (Plate Girders). Este tipo de trabe se usa generalmente en puentes de más de 20 metros.
3. Trabes de caja. Estas se usan para grandes luces y en casos especiales en que se requiere resistencia adicional a la torsión.

Las trabes y vigas de acero se pueden usar en la construcción de puentes con luces de simple apoyo, continuas o en voladizo. Las uniones y conexiones pueden ser soldadas, remachadas, atornilladas o de articulación con pasador.

Durante la inspección se debe revisar de preferencia lo siguiente:

- a. Corrosión y deterioro especialmente en los siguientes lugares:
 1. A lo largo del ala superior.
 2. Alrededor de las cabezas de tornillos y remaches.
 3. Conexiones de empalmes, diafragmas y arriostramiento.
 4. En voladizos y conexiones de pasador.
 5. Debajo de las juntas del piso y en cualquier otro punto que puede estar expuesto al desagüe de la carretera.

EXAMINAR EL ALA Y HACERLE UN
ANÁLISIS SIMILAR AL DE UNA LOSA

MURO TRABERO

ARCOS
VERTICALES

ASIENTO

ACERO PRINCIPAL DE TENSION
(CABLES DE ALTA TENSION.)

EXAMINAR GRIETAS DIAGONALES EN EL
CONCRETO.

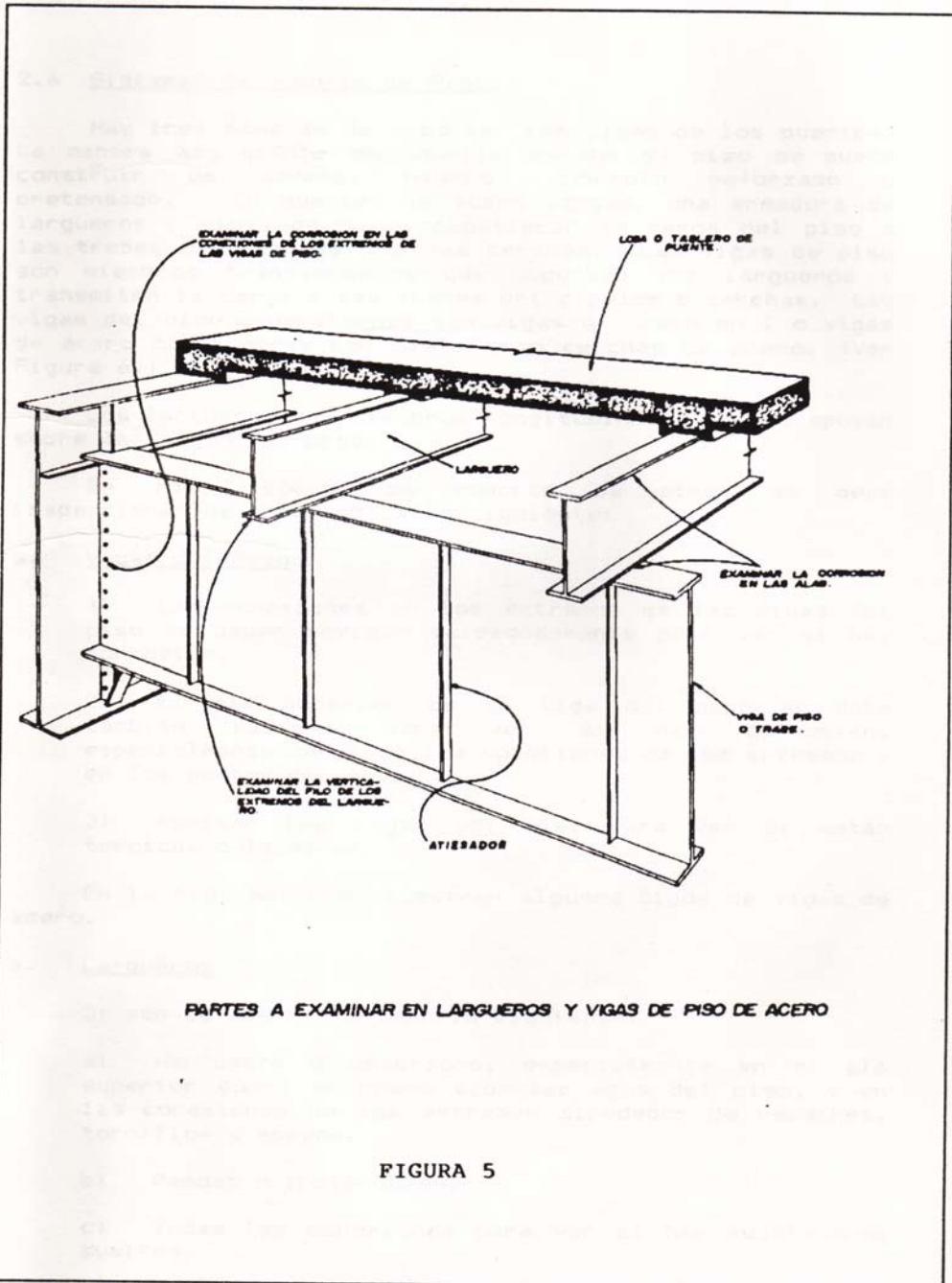
COMPRUEBE SI EXISTEN GRIETAS POR
FLEXION O CONCRETO DESINTEGRADO
ALREDEDOR DEL ACERO DE TENSION

VIGA T DE CONCRETO Y PARTES A INSPECCIONAR

FIGURA 4

6. En cualquier punto donde haya platinas en contacto y pueda entrar el agua (como una platina cobertora y el ala de la viga).
 7. En los extremos de atiesadores (stiffners).
 8. En los extremos de las vigas o trabes donde se hayan acumulado acarrees del río.
- b. Si el herrumbre y el deterioro son evidentes deberá anotarse la posible reducción del área de la sección transversal del miembro, usando calibradores u otros dispositivos especiales.
 - c. Examinar signos de deterioro en las áreas alrededor de los remaches o tornillos, costuras o empalmes.
 - d. Observar si los miembros están limpios y libres de arrastres del río, especialmente sobre el ala inferior.
 - e. Examinar las conexiones de soldadura y grietas en las superficies adyacentes, particularmente en conexiones de difícil acceso para el soldador, conexiones de vigas del piso con trabes, ménsulas en voladizo, y cambios bruscos de las secciones transversales de los miembros.
 - f. Revisar el alineamiento general mediante vistazo a lo largo de los miembros. Si hubiera desalineamiento o distorsión, condición que afecta la seguridad estructural del puente, se deberá hacer una cuidadosa investigación.
 - g. Revisar arrugas, ondulaciones, grietas o cualquier otro daño en el alma y en las alas de las vigas de acero, particularmente cerca de puntos de apoyo. Revisar los atiesadores para ver si están rectos y determinar si las conexiones están quebradas, dobladas o separadas del alma.
 - h. Determinar si ocurre cualquier deflexión anormal o excesiva al pasar cargas pesadas.
 - i. En los puentes en voladizo, revisar los goznes y suspensores para ver si funcionan libremente y sin restricción debido a estrías, obstrucción, o corrosión.
 - j. No descuidar la superficie interior de las trabes de caja.

En la Fig. No. 5 se muestran las partes a examinar en largueros y vigas de acero.



PARTES A EXAMINAR EN LARGUEROS Y VIGAS DE PISO DE ACERO

FIGURA 5

2.6 Sistemas de Soporte de Pisos

Hay tres maneras de soportar los pisos de los puentes. La manera más simple es aquella en que el piso se puede construir de madera, hierro, concreto reforzado o pretensado. En puentes de luces largas, una armadura de largueros y vigas de piso transfieren la carga del piso a las trebes principales o a las cerchas. Las vigas de piso son miembros transversales que soportan los largueros y transmiten la carga a las trebes principales o cerchas. Las vigas del piso generalmente son vigas de acero en I o vigas de acero construidas con platinas o cerchas de acero. (Ver Figura 6.)

Los largueros son miembros longitudinales que se apoyan sobre las vigas del piso.

En los sistemas de soporte de pisos se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

a. Vigas del Piso

- 1) Las conexiones en los extremos de las vigas del piso se deben revisar cuidadosamente para ver si hay corrosión.
- 2) El ala superior de la viga del piso se debe también revisar para ver si hay corrosión, especialmente cerca de las conexiones de los extremos y en los puntos de apoyo.
- 3) Revisar las vigas del piso para ver si están torcidas o ladeadas.

En la Fig. No. 6 se muestran algunos tipos de vigas de acero.

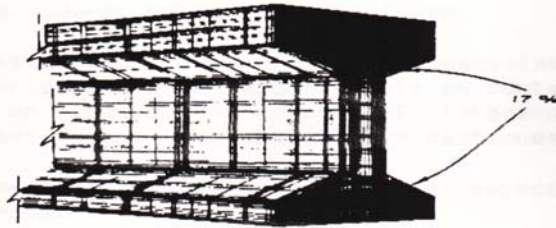
b. Largueros

Si son de acero, revisar lo siguiente:

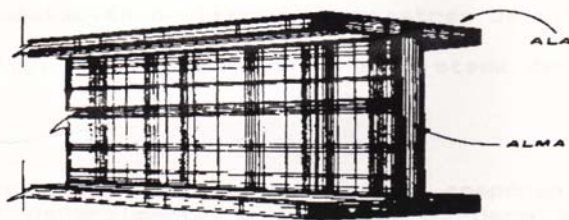
- a) Herrumbre o deterioro, especialmente en el ala superior donde se puede acumular agua del piso, y en las conexiones de los extremos alrededor de remaches, tornillos y apoyos.
- b) Pandeo o inclinación.
- c) Todas las conexiones para ver si hay sujetadores sueltos.

Si los largueros se encuentran apoyados en angulares sujetadores, deberán buscarse grietas en el alma de la viga del piso.

VIGA TIPO I



VIGA TIPO W



VIGA I ARMADA

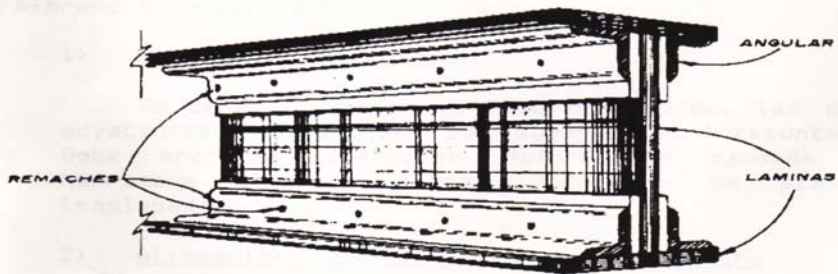


FIG. 6 VIGAS DE ACERO

Si son de madera, revisar lo siguiente:

- a) Aplastamiento y podredumbre, especialmente en la cara superior donde el larguero está en contacto con el piso y en los puntos donde el larguero descansa directamente sobre los cabezales de bastiones y pilas.
- b) Grietas horizontales y rajaduras, especialmente en los extremos.
- c) Pandeamiento o inclinación.
- d) Arriostramiento entre los largueros para determinar si están ajustados y funcionando adecuadamente.
- e) Acumulación de tierra y arrastres de río.

En la Fig. No. 7 se muestra un sistema de soporte de piso.

2.7 Cerchas

Las cerchas son armaduras que se componen de varios miembros que generalmente son de acero, pero que también pueden ser de madera. Los miembros se pueden conectar con remaches, tornillos o pines.

Hay una gran variedad de tipos de cerchas, pero sus componentes son comunes a todas. (Ver Fig. No. 8).

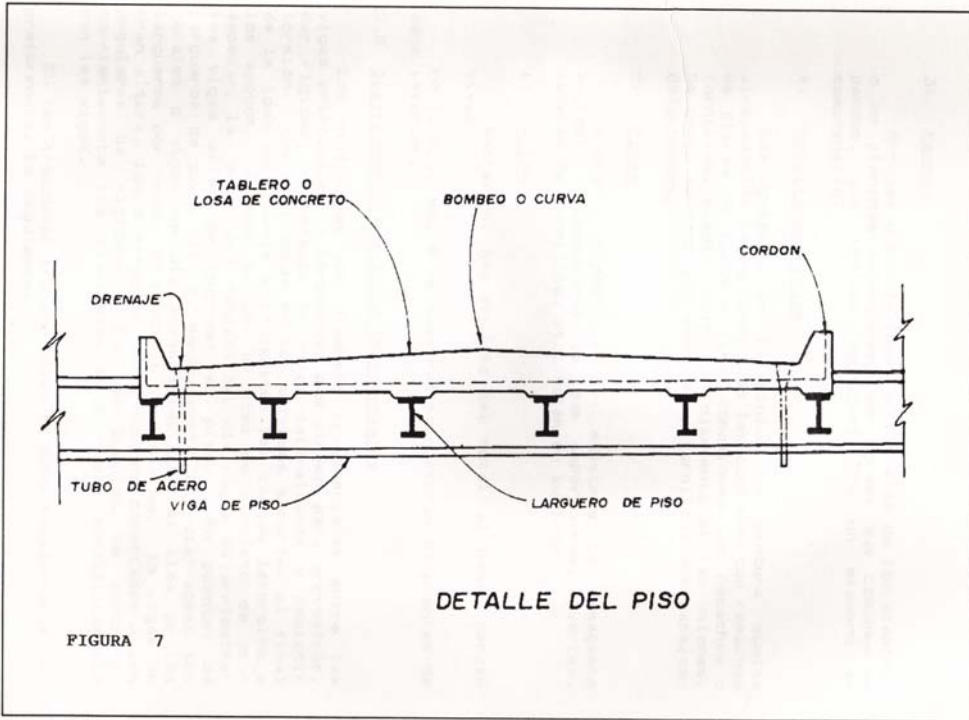
En los puentes de cerchas se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

1) Herrumbre y Deterioro

Se deben inspeccionar las conexiones, las caras adyacentes de miembros, las superficies horizontales. Debe anotarse cualquier deformación causada por herrumbre en las caras interiores de platinas traslapadas.

2) Alineamiento de los Miembros de la Cercha

Los postes extremos y los miembros interiores están expuestos a daños por colisión de los vehículos, que pueden causar desalineamientos que se pueden detectar mirando a lo largo de la baranda o cordón y a lo largo de las cuerdas de la armadura. Se debe investigar e informar de cualquier desviación anormal.



DETALLE DEL PISO

FIGURA 7

3) Pandeo

Arrugas u ondulaciones en las alas de los miembros o en planchas cobertoras, son formas muy comunes de pandeo, que indican sobrecarga de un miembro en compresión.

4) Conexiones Flojas

Las grietas en la pintura o pintura suelta alrededor de las uniones y de las costuras con remaches de placas de nudos u otras conexiones con remaches o tornillos, pueden indicar aflojamiento de las uniones. Se deben revisar los remaches y tornillos que parezcan defectuosos.

5) Pines

Anotar pines que dan muestras de desgaste anormal. Asegurarse de que separadores, tuercas, cabezas de tornillos, etc. están en su lugar.

6) Ruido

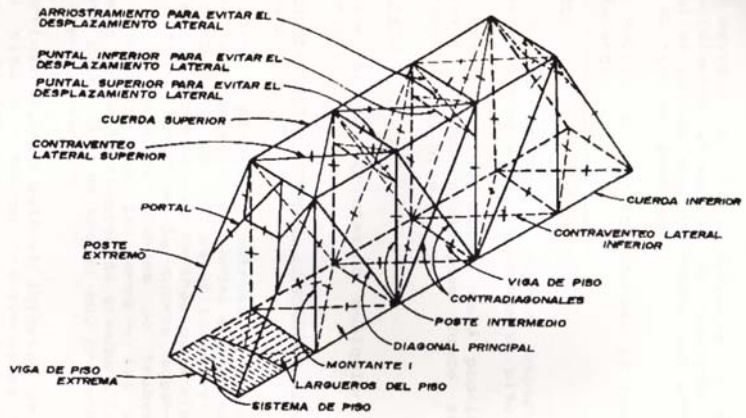
Anotar si hay crujido del metal al pasar cargas vivas.

En la Fig. No. 8 se muestran estructuras de puentes de paso inferior.

2.8 Diafragmas y Armaduras Transversales

Los diafragmas son miembros transversales entre las vigas principales o largueros, que sirven para arriostrar, dar rigidez, distribuir la carga lateralmente y resistir torsión. Los diafragmas en los extremos soportan el final de la losa del puente y transmiten las cargas laterales a los apoyos. Cuando se usa un piso de concreto de gran espesor, la principal función del diafragma es arriostrar las vigas antes de chorrear el piso. En puentes de largueros de poca altura, generalmente los diafragmas son canales o vigas de ala ancha conectados al alma de los largueros por medio de platinas o angulares. En vigas de gran altura, los diafragmas son armaduras conectadas a los angulares de rigidez. En los puentes de concreto, corrientemente los diafragmas se chorrean monolíticamente con las vigas.

En las armaduras transversales se debe inspeccionar, de preferencia, lo siguiente:



ARMAZON DE UN PUENTE DE PASO INFERIOR
 TIPICO PARA CARRETERA

FIGURA 8

a. Acero

- 1) Ver si hay conexiones rotas entre el alma de la viga o trabe y el diafragma.
- 2) Revisar si hay herrumbre u otro deterioro, especialmente alrededor de remaches o tornillos, y aquellas partes del diafragma que entran en contacto con el piso del puente.
- 3) Revisar si hay torceduras, lo cual puede indicar sobrecarga.

b. Madera

- 1) Revisar si hay rajaduras, especialmente en los diafragmas finales que soportan el piso.
- 2) Revisar si la madera está podrida en la parte superior de los diafragmas donde éstos entran en contacto con el piso.

c. Concreto

Revisar si hay grietas o cualquier otra forma de deterioro.

2.9 Arriostramiento Lateral, Portales y Arriostramiento contra Ladeo

En luces de más de 40 metros, se provee una armadura horizontal para resistir las cargas producidas por el viento y para asegurarse de la estabilidad y rigidez de la estructura. Los puentes de cerchas generalmente tienen una armadura lateral tanto en la cuerda superior como en la inferior. En puentes grandes de traveses, el piso de concreto, junto con los largueros y las vigas del piso, generalmente sirven la función de armadura lateral superior, y solamente en el caso de traveses muy profundas se provee un sistema lateral inferior.

El arriostramiento lateral inferior se compone de las vigas del piso o miembros transversales y los miembros diagonales. En los puentes de armadura de paso inferior (Through truss), el arriostramiento lateral superior se compone de la armadura contra ladeo, los portales y las diagonales de arriostramiento lateral.

Los portales y arriostres contra ladeo sirven para resistir el ladeo y la torsión debidos al viento y otras cargas laterales. El arriostramiento lateral puede estar formado por ángulos, tes, tubos o secciones de alas anchas. Las armaduras contra ladeo y portales generalmente son de forma de K o X.

En estas partes de la estructura del puente se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

- a. Revisar todos los miembros para ver si hay herrumbre, especialmente en las superficies horizontales, tales como las de las placas de nudos.
- b. Revisar si hay herrumbre alrededor de las cabezas de remaches y tornillos.
- c. Ver si hay conexiones sueltas o quebradas.
- d. Revisar los miembros superiores e inferiores del arriostramiento para observar si están adecuadamente ajustados y funcionando satisfactoriamente.
- e. Ver si hay miembros doblados o retorcidos. Puesto que los portales y arriostres contra pandeo necesariamente restringen el claro del puente, son particularmente vulnerables a ser dañados por fuertes golpes.
- f. Donde el arriostramiento lateral se encuentra soldado a las alas de la trabe, se deberá observar si hay grietas en la soldadura o las alas.
- g. Observar la vibración o movimiento transversal de la estructura sometida a la acción del tránsito para determinar si el arriostramiento lateral y contra ladeo son adecuados.

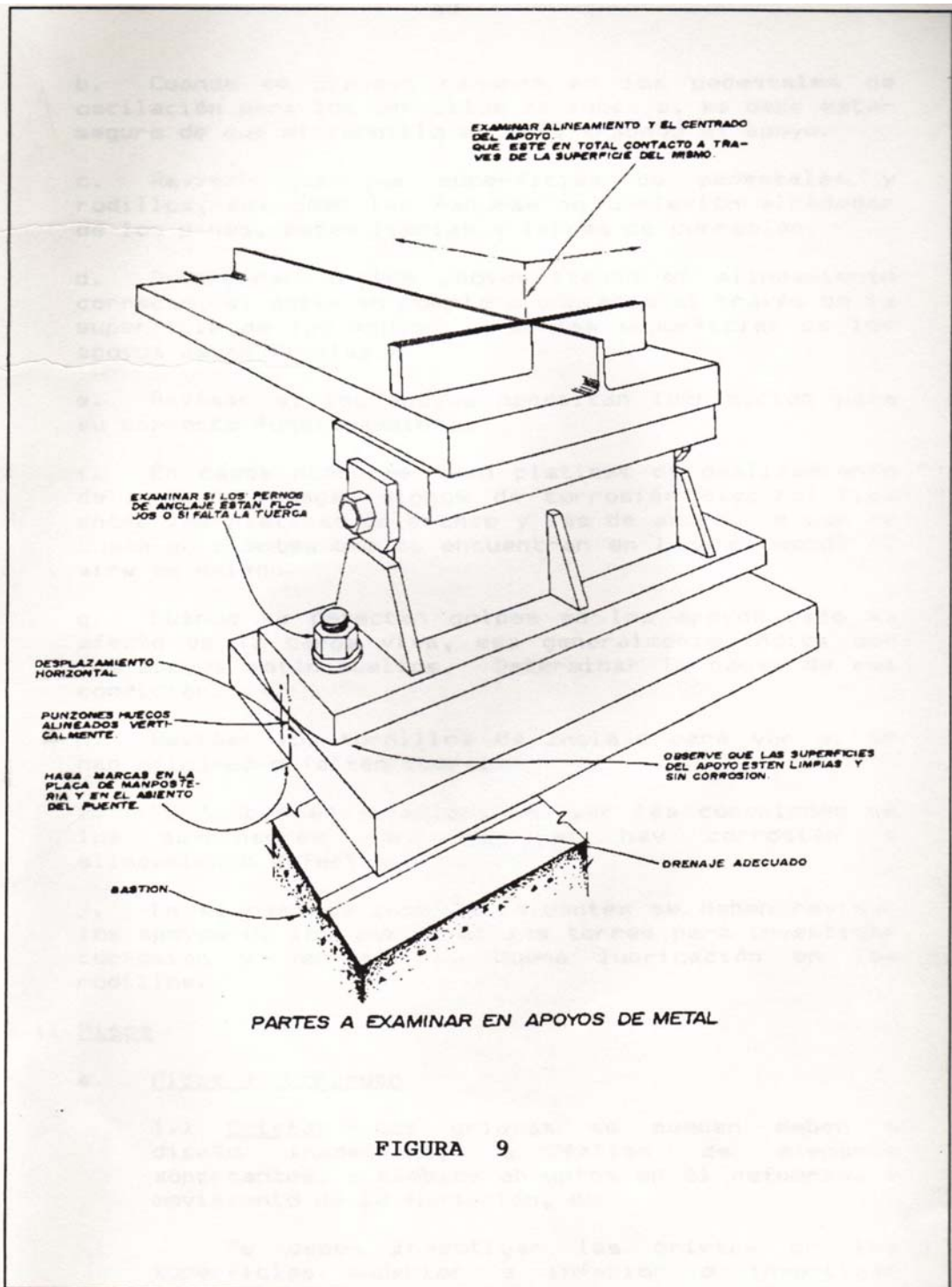
2.10 Apoyos Metálicos

Los apoyos transmiten la carga de la superestructura a la subestructura y permiten que la superestructura tenga ciertos movimientos sin desarrollar sobreesfuerzos dañinos. Los apoyos son en general de dos tipos: fijos y de expansión. La diferencia principal de ambos apoyos es que el fijo resiste a la traslación y permite la rotación de la estructura, y que los de expansión permiten la traslación y la rotación de la estructura.

Con excepción de luces muy cortas, los apoyos se diseñan usualmente para permitir rotaciones pequeñas en los extremos del puente. (Ver Fig. No. 9).

Lo primero que se debe examinar en los apoyos es si están cumpliendo la función para la que fueron diseñados. Además se debe inspeccionar lo siguiente:

- a. Corrosión en pedestales de oscilación, pines y rodillos. La corrosión excesiva puede impedir el movimiento en los apoyos, lo que puede producir fuerzas enormes por cambios de temperatura.



- b. Cuando se proveen ranuras en los pedestales de oscilación para los tornillos de anclaje, se debe estar seguro de que el tornillo no esté trabado al apoyo.
- c. Revisar que las superficies de pedestales y rodillos, así como las ranuras de deflexión alrededor de los pines, estén limpias y libres de corrosión.
- d. Determinar si los apoyos tienen el alineamiento correcto, si están en completo contacto al través de la superficie de los apoyos, y si las superficies de los apoyos están limpias.
- e. Revisar si los apoyos necesitan lubricación para su correcto funcionamiento.
- f. En casos donde se usan platinas de deslizamiento de bronce, indagar signos de corrosión electrolítica entre las platinas de bronce y las de acero, lo que es común en puentes que se encuentran en lugares donde el aire es salado.
- g. Cuando se detectan golpes en los apoyos bajo el efecto de la carga viva, eso generalmente indica que los apoyos están sueltos. Determinar la causa de esa condición.
- h. Revisar los tornillos de anclaje para ver si se han aflojado o faltan tuercas.
- i. En traveses en voladizo, revisar las conexiones de los suspensores para ver si hay corrosión o alineamiento defectuoso.
- j. En el caso de puentes colgantes se deben revisar los apoyos de los cables en las torres para investigar corrosión y ver si hay buena lubricación en los rodillos.

2.11 Pisos

a. Pisos de Concreto

1.) Grietas - Las grietas se pueden deber a diseño inadecuado, a fallas de miembros soportantes, a cambios abruptos en el refuerzo, a movimiento de la fundación, etc.

Se deben investigar las grietas en las superficies superior e inferior e investigar también si hay filtraciones de agua.

2.) Refuerzo - Revisar si hay manchas en el concreto que pudieran indicar herrumbre en el acero. Revisar si hay acero de refuerzo expuesto.

3.) Desgaste - Determinar si la superficie del piso de concreto está desgastada o pulida. Cuando para hacer el concreto del piso se usaron agregados de piedra calcárea, el agregado fino se desprende exponiendo el agregado grueso a la acción pulidora de las llantas de hule, lo que hace la superficie resbalosa, especialmente peligrosa cuando la superficie de la piedra calcárea se encuentra húmeda.

b. Pisos de Madera

1.) Revisar si hay tablones del piso flojos, quebrados o gastados, si hay sujetadores flojos y si hay partes de madera podrida, especialmente en los puntos de contacto con los largueros donde se acumula humedad. Revisar recubrimientos asfálticos para ver si hay huecos o grietas debidos a secciones débiles del piso.

2.) Observar el piso de madera al pasar el tránsito para ver si hay miembros flojos o deflexión excesiva.

3.) Observar la tracción de los vehículos al usar el puente para ver si el piso es resbaloso, especialmente cuando está húmedo.

c. Pisos de Acero

1.) Revisar si hay corrosión o soldadura agrietada.

El mantenimiento de una superficie impermeable sobre pisos de acero es una precaución importante para evitar la corrosión. Deberá revisarse si el piso está bien sujeto y deberá determinarse si hay pérdida de área de sección debido a herrumbre o desgaste.

2.) Deberá observarse si el piso se pone resbaloso cuando está húmedo.

2.12 Juntas de Expansión

Se debe inspeccionar de preferencia lo siguiente:

- a. Revisar que todas las juntas de expansión se mueven libremente y que los claros sean apropiados. Deberá haber suficiente espacio para expansión pero la junta no debe estar innecesariamente muy abierta. Juntas muy cerradas o muy abiertas pueden ser debidas a movimientos de la subestructura.
- b. Revisar sellos para asegurarse de su impermeabilidad y que en general estén en buenas condiciones.
- c. Revisar si las juntas están libres de materias extrañas.
- d. En las juntas de platinas, revisar si hay anclajes sueltos, si hay pegas de soldadura agrietadas o quebradas, u otros defectos.

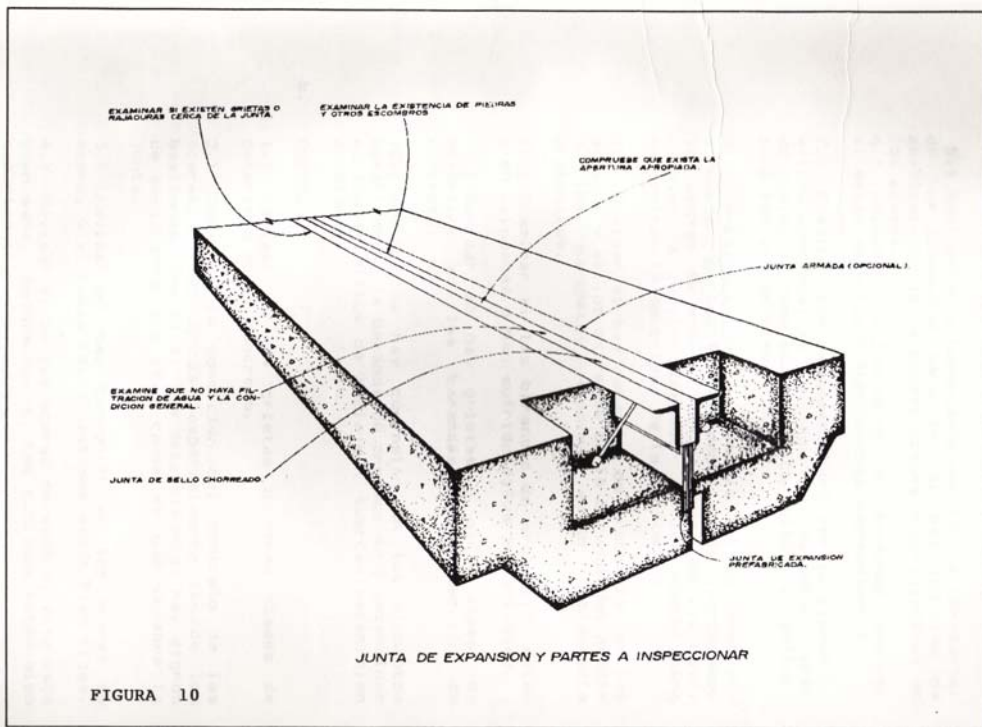
En la Fig. No. 10 se muestra una junta de expansión y partes a inspeccionar.

2.13 Barandas, Aceras y Cordones

- a. Barandas: Las barandas deberán ser suficientemente fuertes para prevenir que un vehículo fuera de control se salga del puente.
- b. Aceras y Cordones: Los puentes se proveen de aceras y cordones para proteger a los transeúntes.

De preferencia inspeccionar lo siguiente:

- a. Barandas
 - 1.) Inspeccionar daños causados por colisión, e inspeccionar debilitamiento por cualquier forma de deterioro.
 - 2.) Revisar grietas o desintegración en las barandas de concreto.
 - 3.) Revisar si hay postes o pasamanos sueltos en las barandas de acero o aluminio. Revisar en este tipo de barandas herrumbre o cualquier tipo de deterioro. Particularmente, revisar la condición de la conexión de los postes con el piso.
 - 4.) Revisar las barandas de madera para ver si hay piezas podridas, flojas, dañadas o perdidas.



5.) Revisar el alineamiento vertical y horizontal de los pasamanos para ver si hay indicios de asentamiento de la subestructura o deficiencias en los apoyos.

6.) Examinar las juntas de los pasamanos para ver si están abiertas y funcionando adecuadamente.

7.) Examinar los pasamanos para ver si tienen la altura adecuada, si son seguros y si están libres de cualquier cosa que pueda constituir un peligro para los transeúntes.

8.) Revisar si hay manchas en el concreto alrededor de los huecos donde están incrustados los postes de acero. En caso de que las haya, remover la mezcla alrededor de los postes para determinar la severidad de la corrosión.

9.) Revisar si hay barandas de protección en los accesos y si los extremos de la baranda del puente o los parapetos finales están debidamente protegidos.

10.) Examinar si las barandas de protección están bien alineadas o han sufrido daños por colisión.

11.) Revisar si hay grietas u otras clases de deterioro en las barandas de protección de concreto.

12.) Revisar si hay corrosión en los elementos metálicos de la baranda de protección y determinar si los tornillos de anclaje y tuercas están bien apretados.

b. Aceras

1.) Revisar si hay grietas u otras clases de deterioro en el concreto.

2.) Examinar la condición del concreto de las aceras en las juntas, especialmente las de los bastiones, con el fin de determinar si hay signos de movimiento que sean causa de que se abra la junta.

3.) Revisar si hay corrosión en las aceras de acero, y si todas las conexiones están bien fijadas.

4.) Revisar si en las aceras de madera, ésta está bien sana. Determinar si los tablones están bien soportados.

5.) Revisar si las aceras de madera ofrecen peligro a los transeúntes, tales como tablonces sueltos o perdidos, grandes grietas, tablonces torcidos o podridos, clavos descubiertos, etc.

6.) Revisar si la superficie de la madera se pone resbalosa con la humedad.

7.) Revisar cualquier condición que haga peligroso caminar por la acera.

8.) Revisar la condición estructural de las ménsulas.

c. Cordones

1.) Revisar si hay grietas u otra clase de deterioro en los cordones de concreto.

2.) Revisar si los cordones de madera están torcidos, podridos o rajados.

2.14 Accesos

Diferencia de Elevación

Es importante tener una transición suave entre el pavimento de la carretera y el piso del puente, para reducir el impacto contra el puente y para seguridad y comodidad de los vehículos.

Para lograr esa transición suave es muy corriente que se construyan losas de acceso de concreto entre 4 y 6 metros de longitud, por medio de las cuales se disminuye cualquier asentamiento de los rellenos o compactación deficiente.

Apertura de la Junta

La apertura de la junta con el muro trasero del bastión o en el otro extremo de la losa de acceso, es también importante. Una junta muy cerrada puede indicar empuje del pavimento contra el muro trasero. El empuje del pavimento es a menudo causado por piedra o arena que llene las juntas de expansión, lo que impide que éstas cumplan con su función de permitir la expansión del pavimento, el cual puede hacer presión contra el puente. Si esta situación persiste, puede ser causa de grietas en el muro trasero, reventaduras en el concreto por empuje de los tornillos de anclaje, inclinación de pilas, etc. Una junta muy cerrada puede indicar asentamiento del bastión, o muy abierta puede indicar movimiento hacia adelante del bastión debido a falta de capacidad de los cimientos para resistir el empuje del relleno.

Inspeccionar lo siguiente:

a. La Junta con el Muro Trasero

1) Desplazamiento Vertical: Si se tiende un cordal en dirección transversal a la junta, se deberá registrar cualquier diferencia de elevación que no se deba a la gradiente. Si el piso del puente está más bajo que la losa de acceso, o se nota una rotación, puede ser que haya asentamiento de la fundación y se deberían investigar otras indicaciones de tal posibilidad.

2) Desplazamiento Horizontal (Ancho de Junta):

(a) Abertura Incorrecta: Debe medirse el ancho de la junta. Aumento o disminución del ancho indica movimiento de la fundación. Una disminución podría también ser causada por empuje del pavimento.

(b) Juntas Atascadas: Donde las juntas están atascadas con piedras u otros materiales duros, no pueden desempeñar su función en forma adecuada y podrá producirse empuje del pavimento.

(c) Sello de la Junta: La integridad del sello es muy importante para proteger del agua a aquellas partes del puente que están debajo de la junta, particularmente los apoyos.

b. Otras Juntas Transversales cerca del Puente

Examinar si están cerradas o atascadas, puesto que pueden causar los mismos problemas que en la junta del muro trasero.

c. Losas de Acceso

Revisar si hay grietas o inclinación de las losas, lo que puede indicar mala compactación del relleno.

d. Espaldones

Revisar los espaldones y determinar si están a la misma elevación que el pavimento y si no hay drenaje apropiado hacia sumideros o desagües.

e. Taludes de Rellenos de Acceso

Registrar cualquier condición que impida su función de acuerdo con el diseño.

f. Pavimentos de Accesos

Revisar si existen huecos, grietas, irregularidades, u otros defectos de la superficie, que hagan áspero el acceso o indiquen asentamiento.

2.15 Drenajes

La inspección del drenaje en los puentes es muy importante, porque el agua empozada puede ser un peligro y causar daño al puente. Por consiguiente, un sistema efectivo de drenaje es esencial para el mantenimiento adecuado del puente.

Inspeccionar lo siguiente:

- a. Revisar los sumideros del piso del puente para ver si hay señales de atascamiento o aberturas inadecuadas de los sumideros.
- b. Observar si las vigas del puente, las pilas, o los bastiones aparecen con manchas de humedad. Esto puede ser causado por tubos con escapes de agua, o tubos de desagüe cortos.
- c. Observar si hay tubos de drenaje que descargan el agua donde puedan causar daño a otros miembros de la estructura o erosión en rellenos o bancos, o que desacargan en una carretera que pasa por debajo del puente.
- d. Ver si hay tubos dañados por corrosión o colisión.
- e. Ver si hay tubos atascados.
- f. Ver si hay acumulación de arena o tierra en el piso del puente.

2.16 Alcantarillas de Caja

Inspeccionar lo siguiente:

- a. Revisar si hay hundimiento en el piso de la alcantarilla.
- b. Revisar si hay hundimientos en el perfil de la carretera.
- c. Inspeccionar las juntas de expansión para ver si hay diferencias de nivel por asentamientos.
- d. Ver si hay juntas de expansión demasiado abiertas y si permiten la filtración del agua.

- e. Revisar si hay aletones inclinados, lo que se puede deber a asentamientos, deslizamientos, o socavación.
- f. Revisar si hay deslizamientos alrededor de la caja.
- g. Investigar si hay grietas u otros daños en la losa superior. Anótese el tamaño, longitud y localización de las grietas y anótese también si hay acero de refuerzo expuesto.
- h. Donde no haya losa inferior, investigúese socavación en los bastiones laterales.
- i. Investigar socavación en los extremos de la caja y en los aletones.
- j. Examinar si hay acumulación de arrastres de la corriente en la boca de entrada de la alcantarilla. Anotar si hay vegetación que destruya los extremos de la alcantarilla.
- k. Si el piso de la alcantarilla es visible, revisar si hay daños por abrasión o desgaste.

2.17 Pintura

Generalidades

Puesto que la pintura es el medio más importante para proteger el acero estructural contra el herrumbre y la corrosión, es imperativo que la condición de la pintura que se aplicó a los elementos estructurales del puente se examine cuidadosamente.

Lo que se debe investigar de preferencia:

- a. Ver si hay agrietamientos o descascaramiento de la pintura. Ver si hay manchas de herrumbre y si la capa de imprimación o el metal están expuestos. Anotar la extensión y severidad del deterioro de la pintura para hacer recomendaciones en cuanto al trabajo que debe realizarse.
- b. Observar si hay fallas en la pintura de las superficies alrededor de remaches y tornillos así como a los extremos de las vigas y cualquier superficie difícil de pintar o que pueda retener humedad.
- c. Prestar atención especial a las superficies alrededor de remaches y tornillos así como a los extremos de las vigas y cualquier superficie difícil de pintar o que pueda retener humedad.

2.18 Señales

Deberá revisarse si todas las señales requeridas que indican límite de carga, de velocidad, de claro vertical están en el lugar apropiado.

La inspección de señales del puente incluye las que están en la estructura o las señales avanzadas de precaución.

Observar si los rótulos tienen las letras claras y legibles y si se encuentran en general en buena condición física.

CAPITULO III

INFORMES DE INSPECCION DE PUENTES

3.1 Generalidades

Es muy importante que los informes de inspección sean claros y completos, puesto que ellos son parte integrante del historial del puente, también deberán ser uniformes para evaluar correcta y eficientemente la condición de todas las estructuras.

Los informes de inspección de puentes son una gran ayuda para la confección de programas de trabajo y para determinar el costo de las obras de mantenimiento. Debe seguirse un sistema para preparar los informes de inspección, el cual deberá comprender lo siguiente:

- a. Estudio completo de toda la información histórica de la estructura, incluyendo diseño, planos de construcción, cambios, información de la fundación, registros de inspecciones anteriores y cualquier otra información disponible relativa a la estructura.
- b. Condición actual del inventario del puente.
- c. Registro de la inspección por medio de un libro especial de notas o una fórmula modelo para inspección.

3.2 El Libro de Notas

Para registrar la información de la inspección, se debe seleccionar el formato del libro de notas. A continuación se describe, en términos generales, un formato para el libro de notas:

a. La página del título debe contener el nombre de la estructura, el número que la identifica, el número de la ruta, el número de la sección de control, y la Región y Zona a que pertenece.

La parte posterior de la página del título puede ser usada para anotar los nombres de los miembros de la cuadrilla de inspección, del jefe de la misma, el tipo de inspección y la fecha de la inspección.

b. La página izquierda debe contener el nombre del miembro que se inspecciona, sus componentes, la evaluación de ese miembro y sus componentes.

c. La página derecha debe reservarse para bosquejos o dibujos del miembro.

Los registros de inspección en el libro de notas deben llevarse en el orden en que se construyó el puente, o sea, empezando por la subestructura y terminando con la superestructura.

En algunos casos será posible insertar reproducciones de algunas partes de los planos en el libro de notas. Sin embargo, con mucha frecuencia se necesitan dibujos como se explica a continuación:

a. Bosquejo General

El primer bosquejo deberá mostrar, esquemáticamente, el puente en planta y elevación, descripción del área inmediata, de la corriente y otros detalles pertinentes.

b. Subestructura

Deberán incluirse dibujos de cada unidad de subestructura. En muchos casos será suficiente dibujar unidades típicas que identifiquen los elementos principales de la subestructura. Cada uno de los elementos de una unidad de subestructura. Cada uno de los elementos de una unidad de subestructura deberá numerarse de manera que se puedan identificar en la página de la izquierda del libro de notas. Los elementos que deben numerarse incluyen pilotes, zapatas, columnas, arriostres, cabezales, etc.

c. Superestructura

Las unidades de superestructura deberán dibujarse en planta, elevación y sección transversal. Los elementos de las unidades de superestructura deberán numerarse en la misma forma como se hizo en las unidades de la subestructura. Los elementos que deben

numerarse incluyen apoyos, miembros principales de soporte, vigas transversales del piso, vigas longitudinales, arriostramiento, diafragmas, losas, juntas de expansión, cordones y barandas.

d. Dibujos Especiales

Puede ser que se tengan que preparar dibujos adicionales de partes críticas, como sigue:

1.) Cerchas - Las partes críticas de las cerchas incluyen las conexiones de las vigas transversales del piso a las cuerdas, platinas de unión de los nudos, portales, armaduras transversales, apoyos, barras de ojo y partes muy corroídas.

2.) Puentes Colgantes - Los dibujos de puentes colgantes incluyen los anclajes, torres, apoyos en las torres, cables, conexiones de suspensores, conexiones de la cercha de rigidez, etc. Las partes críticas de la cercha de rigidez son las mismas que las que se mencionaron arriba para "cerchas". Es particularmente importante detallar los apoyos de oscilación de las torres, la sección transversal del cable principal y miembros muy corroídos.

3.) Puentes en Voladizo - En los puentes en voladizo, generalmente se requieren dibujos de las articulaciones de la luz suspendida, de los apoyos, detalles de cerchas o trabes, y dibujos de las partes corroídas.

4.) Dispositivos de Apoyo - Puesto que los dispositivos de apoyo son fuente de problemas con mucha frecuencia, deben inspeccionarse con especial cuidado. Se deberán hacer dibujos de los dispositivos principales de apoyo mostrando su posición, y de cualquier apoyo que no esté funcionando debidamente.

5.) Puesto que se pueden requerir dibujos adicionales, es buena práctica dejar una página en blanco cada tres o cuatro páginas para ese propósito.

e. Alineamiento

Una sección del libro de notas deberá reservarse para registrar el alineamiento horizontal y vertical de la estructura. Deberá revisarse el alineamiento de largas estructuras o de estructuras que muestran indicios de desalineamientos.

f. Dibujos de la Subestructura

Los dibujos de cada unidad de subestructura deberán incluir una vista lateral y las vistas en elevación de los extremos. Estos dibujos deberán ser suficientemente grandes para que tanto el alineamiento horizontal y el vertical se puedan anotar claramente una vez determinados.

g. Dibujos de la Superestructura

Son necesarios los dibujos mostrando las vistas en planta y elevación de la superestructura. El alineamiento horizontal se puede anotar en la vista en planta de la estructura y el vertical en la vista en elevación.

h. Aspectos del Ambiente

Los aspectos del ambiente que deben incluirse incluyen datos topográficos, perfiles de la corriente, elevación máxima del agua, diques, protección del canal y de taludes, localización del canal donde pasa bajo la estructura. En algunos casos es deseable mostrar la condición del canal aguas abajo y aguas arriba de la estructura. Deberá también mostrarse el alineamiento horizontal y vertical de los accesos de la carretera al puente.

i. Investigación del Cauce del Río

Se deben mostrar las curvas de nivel del cauce del río en un radio de 30 metros de cada pila.

j. Informes de Especialistas

La sección final del libro de notas se deberá reservar para informes de especialistas (estructurales, de suelos, etc.).

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
 DEPARTAMENTO ESTUDIOS BASICOS

INFORME DE INSPECCION PUENTES
 DIMENSIONES Y MATERIALES

DIMENSIONES GENERALES											
1	DISTANCIA ENTRE CORDONES										
2	DISTANCIA ENTRE BARANDAS										
3	LUZ DE BASTION A BASTION										
4	LUZ DE CENTRO A CENTRO DE ASIENTOS										
5	ALTURA LIBRE DE PISO A PORTAL										
6	DISTANCIA LIBRE BAJO ESTRUCTURA HASTA NIVEL DE AGUA										
7	DISTANCIA DE LA SUPERFICIE DE RUEDO HASTA NIVEL DE AGUA										
DIMENSIONES DEL PISO											
8	ESPESOR DE LA SUPERFICIE DE RUEDO										
9	ESPESOR DEL CORDON										
10	DIMENSIONES Y TIPO DE LARGUEROS										
11	DIMENSIONES Y TIPO (VIGAS DE ACERO) VIGAS TRANSVERSALES										
DIMENSIONES EN ACCESOS											
12	LONGITUD LOSA DE ENTRADA										
13	LONGITUD LOSA DE SALIDA										
14	ANCHO PAVIMENTO DE ENTRADA										
15	ANCHO PAVIMENTO DE SALIDA										
BARANDAS DE SEGURIDAD											
16	LONGITUD BARANDA DERECHA DE ENTRADA	LONGITUD NECESARIA									
17	LONGITUD BARANDA IZQUIERDA DE ENTRADA	LONGITUD NECESARIA									
18	LONGITUD BARANDA DERECHA DE SALIDA	LONGITUD NECESARIA									
19	LONGITUD BARANDA IZQUIERDA DE SALIDA	LONGITUD NECESARIA									
DIMENSIONES DEL CAUCE											
PROFUNDIDAD DEL CAUCE ACTUAL											
20	EN EL SITIO DEL PUENTE										
21	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO									
MATERIALES UTILIZADOS											
	MOHON- SON	ACERO	PIEDRA	MAD. EDIL.	AMPL. TI.	ACERO CORRAL	L. DE TIRE	TI. BARR.			
22	PISO								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	SUPERFICIE DE RODAMIENTO								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	CORDON								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BARANDAS DE LOS ACCESOS											
25	BARANDA DERECHA DE ENTRADA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	BARANDA IZQUIERDA DE ENTRADA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	BARANDA DERECHA DE SALIDA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	BARANDA IZQUIERDA DE SALIDA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PAVIMENTO DE LOS ACCESOS											
29	ACCESO DE ENTRADA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	ACCESO DE SALIDA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	LARGUEROS (VIGAS LONGITUDINALES)								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	TRAVESAÑOS O VIGAS TRANSVERSALES								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	BASTIONES										
34	DE ENTRADA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	DE SALIDA								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	PILAS								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CONSIDERACIONES GENERALES

- 37. DESCRIBA FILTRACIONES DE AGUA, CAUSA Y DAÑOS _____
- 38. DESCRIBA DAÑOS POR SOBRE CARGA, CHOQUES U OTROS _____
- 39. OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO GENERAL DE LOS ACCESOS _____
- 40. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE EL ESTADO GENERAL DE LOS BASTIONES _____

CONDICIONES DEL LECHO DEL RIO

- 41. EN EL SITIO DEL PUENTE
AGUAS ARRIBA _____ AGUAS ABAJO _____
- 42. CAUCE ADECUADO O INADECUADO? _____
- 43. PASA EL NIVEL MAXIMO DE AGUA SOBRE LOS ACCESOS? _____
- 44. ESTADO DE REPARACIONES ANTERIORES _____
- 45. REPARACIONES RECOMENDADAS _____
- 46. OBSERVACIONES ESPECIALES A INGENIEROS ESTRUCTURALES Y CALIFICACION FINAL DEL PUENTE _____

ESQUEMAS DE MIEMBROS DEFECTUOSOS (LOCALIZAR LOS DEFECTOS)

This section contains a large grid for technical drawings. The grid is approximately 20 columns wide and 30 rows high, providing a space for engineers to sketch and identify structural defects in bridge members.

INFORME INSPECCION PUENTES DE CONCRETO
 HOJA DE CALIFICACION

FECHA _____ REALIZADO POR _____ LECTURA ODOMETRO _____
 N° DE TRAMO _____ CARGA VINA MARCADA _____ AÑO CONSTRUCCION _____
 PUENTE O ALCANTARILLA N° _____ RUTA N° _____ SECCION DE CONTROL N° _____
 PUENTE SOBRE EL RIO _____ TIPO _____

P I S O	CALIFICACION	OBSERVACIONES
PISO		
1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO		
2. CONDICION ESTRUCTURAL		
3. CORDONES		
4. PARAPETO		
5. ACERAS		
6. BARRANDA		
7. DESAGUES		
8. FILTRACION DE UNIONES		
9. JUNTAS DE EXPANSION		
SUPERESTRUCTURA		
10. APOYOS (RODILLOS, BALANCI, PLACAS, ETC)		
11. VIGAS		
12. VIGAS TRANSVERSALES		
13. SOLDADURA (APOYOS)		
14. CORROSION (APOYOS)		
15. DAÑOS POR COLISION		
16. DEFORMACION BAJO CARGA		
17. ALINEACION DE MIEMBROS		
18. VIBRACION BAJO CARGA		
SUBESTRUCTURA		
19. BASTIONES		
SOCAVACION		
ALETONES		
MUROS TRASEROS		
EROSION		
ASENTAMIENTO		
DESLIZAMIENTO		
REVENTADURAS		
20. PILAS		
INCLINACION		
PANDEO		
SOCAVACION		
ASENTAMIENTO		
REVENTADURA		
CABEZALES		
21. DAÑOS POR COLISION		
CANAL Y PROTECCION DEL CANAL		
22. SOCAVACION DEL CANAL		
23. EROSION DEL RELLENO		
24. SEDIMENTACION		
25. VEGETACION		
26. CAMBIO DE CANAL		
27. SISTEMA DE DEFENSA		
28. ZAMPEADO		
29. SUFICIENCIA DE APERTURA		

ACCESOS	CALIFICACION	OBSERVACIONES
30 ALINEAMIENTO 31 LOSA DE ACCESO 32 UNIONES 33 BARANDA DE ACCESOS 34 PAVIMENTO 35 RELLENOS		

ESQUEMA DE PARTES PRINCIPALES DEL PUENTE (vigas, bastiones, etc)

This area is a large rectangular frame containing horizontal lines, designed for drawing a schematic diagram of the main parts of a bridge, such as beams and abutments. The lines are evenly spaced and cover the entire width and most of the height of the frame.

GOBIERNO DE COSTA RICA
 MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS
INFORME INSPECCION PUENTES DE ACERO
 HOJA DE CALIFICACION

FECHA _____ REALIZADO POR _____ LECTURA ODMETRO _____
 N° DE TRAMO _____ CARGA VIVA MARCADA _____ AÑO CONSTRUCCION _____
 PUENTE O ALCANTARILLA N° _____ RUTA N° _____ SECCION DE CONTROL N° _____
 PUENTE SOBRE EL RIO _____ TIPO _____

P I S O	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1 SUPERFICIE DE RODAMIENTO		
2 CONDICION ESTRUCTURAL		
3 CORDONES		
4 PARAPETO		
5 AERAS		
6 PARANDA		
7 DESAGUES		
8 FILTRACION DE UNIONES		
9 EXPANSION DE UNIONES		
10 PINTURA		
SUPERESTRUCTURA		
11 APOYOS (RODILLOS, BALANCIN, PLACAS, ETC)		
12 LARGUEROS		
13 VIGAS TRANSVERSALES		
14 CERCHAS (EN GENERAL)		
PORTALES		
APRIOSTRES		
CONTRAVENTEO		
15 PINTURA		
16 RINCHES O TORNILLOS		
17 SOLDADURA		
18 CORROSION		
19 DAÑOS POR COLISION		
20 DEFORMACION BAJO CARGA		
21 ALINEACION DE MIEMBROS		
22 VIBRACION BAJO CARGA		
23 PASADORES		
SUBESTRUCTURA		
24 PASTIONES		
SOCAVACION		
ALETONES		
MUROS TRASEROS		
EROSION		
ASENTAMIENTO		
DESLIZAMIENTO		
REVENTA DURAS		
25 PILAS		
INCLINACION		
FANDEO		
SOCAVACION		
ASENTAMIENTO		
REVENTADURA		
CABEZALES		
26 CORROSION DEL ACERO		
27 PINTURA		
28 DAÑOS POR COLISION		
CANAL Y PROTECCION DEL CANAL		
29 SOCAVACION DEL CANAL		
30 EROSION DEL RELLENO		
31 SEDIMENTACION		

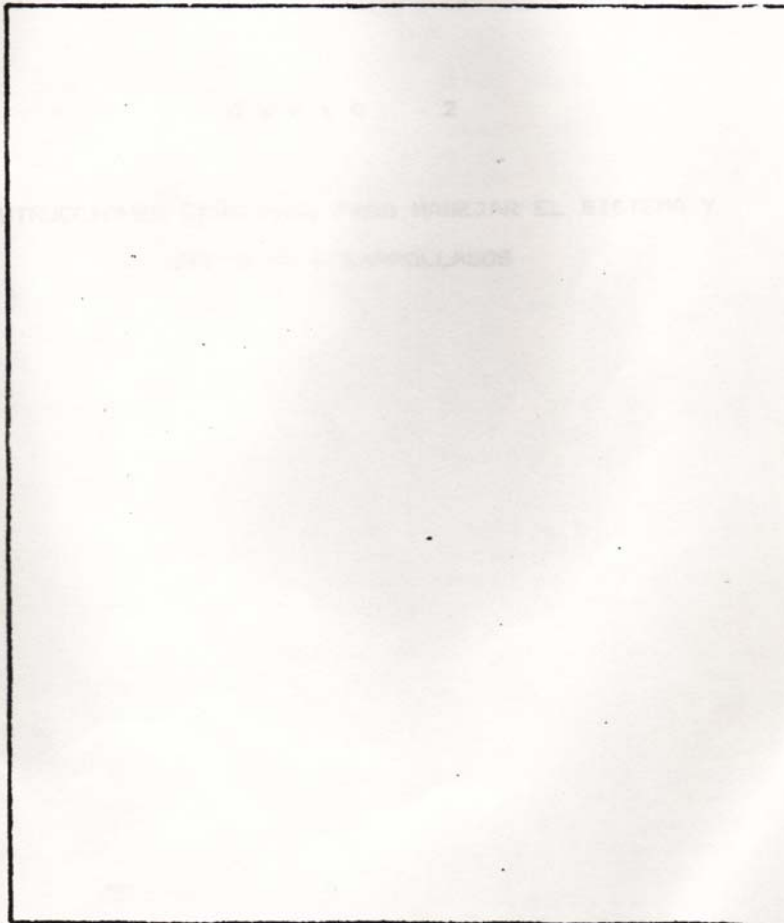
GOBIERNO DE COSTA RICA
 MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS
INFORME INSPECCION PUENTES DE MADERA
 HOJA DE CALIFICACION

FECHA _____ REALIZADO POR _____ LECTURA ODOMETRO _____
 N° DE TRAMO _____ CARGA VNA MARCADA _____ AÑO CONSTRUCCION _____
 PUENTE O ALCANTARILLA N° _____ RUTA N° _____ SECCION DE CONTROL N° _____
 PUENTE SOBRE EL RIO _____ TIPO _____

P I S O	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO		
2. CONDICION ESTRUCTURAL		
3. CORDONES		
4. PARAPETO		
5. BARANDA		
SUPERESTRUCTURA		
6. APOYOS (PLACAS)		
7. LANGUETAS		
8. CENCHAS (ARRIOSTRES)		
9. REMACHES O TORNILLOS		
10. CORROSION (CONEXIONES)		
11. DAÑOS POR COLISION		
DEFORMACION BAJO CARGA		
13. ALINEACION DE MIEMBROS		
14. VIBRACION BAJO CARGA		
SUBESTRUCTURA		
15. BASTIONES		
SOCAVACION		
ALETONES		
MUROS TRASEROS		
EROSION		
ASENTAMIENTO		
REVENTADURA		
DESIZAMIENTO		
16. DAÑOS POR COLISION		
CANAL Y PROTECCION DEL CANAL		
17. SOCAVACION DEL CANAL		
18. EROSION DEL RELLENO		
19. SEDIMENTACION		
20. VEGETACION		
21. CAMBIO DE CANAL		
22. SISTEMA DE DEFENSA		
23. ZAMPEADO		
24. EFICIENCIA DE APERTURA		
ACCESOS		
25. ALINEAMIENTO		
26. LOSA DE ACCESO		
27. UNIONES		
28. BARANDA DE LOS ACCESOS		
29. PAVIMENTO		
30. RELLENO		

	CALIFICACION	OBSERVACIONES
32. VEGETACION 33. CAMBIO DE CANAL 34. SISTEMA DE DEFENSA 35. ZAMPEADO 36. SUFICIENCIA DE APERTURA		
ACCESOS		
37. ALINEAMIENTO 38. LOSA DE ACCESO 39. UNIONES 40. BARANDA DE ACCESOS 41. PAVIMENTO 42. RELLENOS		

ESQUEMA DE PARTES PRINCIPALES DEL PUENTE (cerchos, vigas, bastiones)



A N E X O 2

**INSTRUCCIONES GENERALES PARA MANEJAR EL SISTEMA Y
REPORTES DESARROLLADOS**

El Sistema de Administración de Puentes constará de tres módulos principales, que son: Módulo de Datos, Módulo de Acciones y Módulo Histórico.

En la Dirección General de Planificación se lleva a cabo un inventario general de puentes, en el que se califica cada puente según su estado físico.

Con base en las Hojas de Inventario, se ha creado un Módulo de Datos que puede ser consultado para corroborar el estado de cada uno de los puentes inventariados. Estas consultas pueden hacerse ya sea por ruta, por región, por zona o por código de puente.

El Sistema nos presenta una primer pantalla donde consta el menú de los tres módulos. Actualmente, sólo está disponible el Módulo de Datos, los otros están en proceso.

Al consultar el Módulo de Datos, nos presenta una segunda pantalla en que constan seis opciones: 1) Elementos Críticos, 2) Códigos de Reparación Recomendados, 3) Administración de Datos, 4) Promedios Ponderados, 5) Consultas y 6) Impresión.

1.) La opción de Elementos Críticos nos presenta estos elementos, cuyas calificaciones son mayores o iguales a 1 y menores o iguales que 6.

2.) Aquí se presentan los códigos de reparación recomendados para los elementos críticos que se observen en los puentes. En este caso, puede hacerse la consulta, además, por número de código de reparación.

3.) Esta opción es de uso exclusivo de la Dirección General de Planificación, ya que es aquí donde se crea la Base de Datos: se incluyen, se eliminan o se modifican los datos referentes a los puentes.

4.) Los Promedios Ponderados nos dan una idea clara del estado general del puente, según sea la calificación que se le haya dado a cada uno de sus elementos.

5.) La opción de Consultas se subdivide a su vez, en dos opciones, que son la hoja de inventario y consultas por correo. La hoja de inventario nos presenta el estado del puente en cada uno de sus elementos. Por correo, pueden hacerse consultas de los Ingenieros de Zona sobre los puentes de su interés, así como sus respuestas a las recomendaciones de la DGP e informes sobre las acciones tomadas para remediar el estado del puente.

6.) El Módulo de Impresión nos da opción para tirar listados con la información requerida por cada una de las Dependencias que las soliciten.