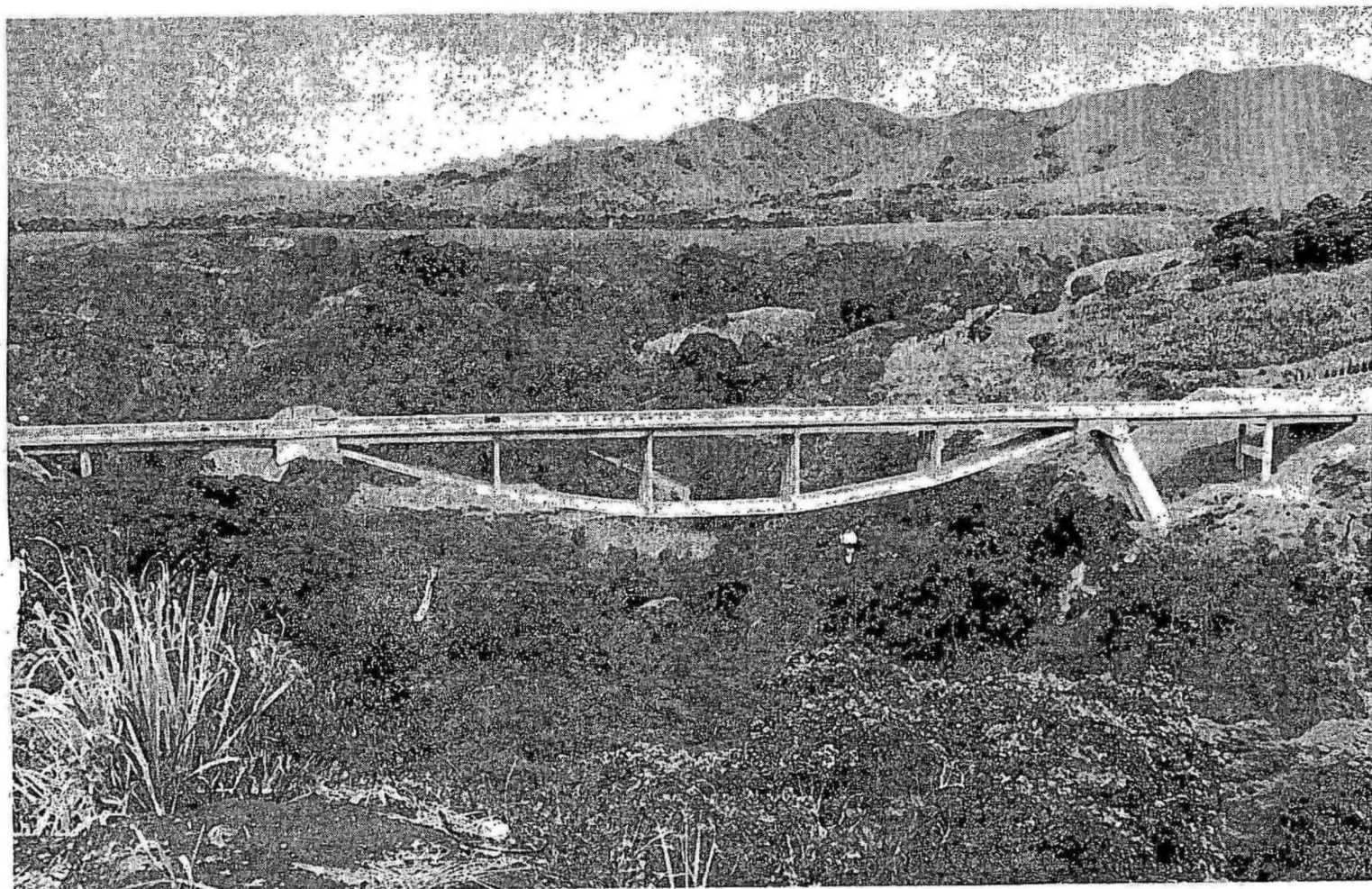


GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS



Costa Rica, Puente Río Colorado.

MANUAL DE

INSPECCION DE PUENTES

Reproducción de la Tesis de Grado presentada por
el Ing. Federico Gamboa Asch.

Diciembre de 1972



CONTENIDO

	Página
SINOPSIS	
INTRODUCCION	1
FINALIDAD DEL PRESENTE TRABAJO	2
PROPOSITO DE LA INSPECCION DE PUENTES	3
CAPITULO I	
1.1 Definición de Puente	4
1.2 Tipos de Puentes más usados en Costa Rica	5
1.3 Equipo y Personal utilizados para Inventario	12
1.4 El Inspector de Puentes y sus Deberes	14
CAPITULO II	
2.1 Sistema para Informes de Inspección de Puentes	15
2.2 Libro de Notas y Fórmulas Modelo	16
2.3 Evaluación del Mantenimiento de Puentes	18
2.4 Calificación	19
CAPITULO III	
3.1 Definiciones	20
3.2 Método para llevar a cabo la Inspección	45

CAPITULO IV

4.1	Ejemplos Tipicos de Inventario	79
4.2	Puentes de Madera	80
4.3	Puentes de Acero	85
4.4	Puentes de Concreto	97

CAPITULO V

Estructuras Especiales

5.1	Marcos Rígidos	101
5.2	Puentes Colgantes	103
5.3	Puentes de Hamaca	106
5.4	Puentes en Curva	109

APENDICE

a)	Hojas para localizar Puentes	116
b)	Nuevas Fórmulas para Informes de Inspección de Puentes	117
c)	Símbolos utilizados en Planos de Puentes	118

SINOPSIS



Esta obra consta de cinco capítulos y un apéndice.

En el primer capítulo se tratan los siguientes tópicos: Definición de puentes, tipos de puentes más usados en Costa Rica, equipo y personal utilizados en inspección de puentes y una breve descripción del empleo del equipo.

En el segundo capítulo se recomienda cómo efectuar un informe de inspección, cómo llevar un libro de notas y finalmente un patrón de evaluación numérica del puente.

En el tercer capítulo se definen los términos empleados en la inspección de puentes y se da una explicación detallada de como llevar a cabo la inspección.

En el cuarto capítulo se pretende familiarizar al inspector con el tipo de fotos que debe tomar para efectos de archivo y con los defectos más frecuentes en los diferentes tipos de puentes.

En el capítulo quinto aparecen algunas estructuras consideradas como especiales y algunas recomendaciones para su inspección.

Finalmente en el apéndice aparecen dibujos de algunas rutas del país con los respectivos puentes localizados para facilitar la labor del inspector durante la inspección. También aparecen las nuevas "fórmulas modelo" que se utilizarán en las futuras inspecciones y a continuación algunos símbolos más utilizados en planos de puentes.

INTRODUCCION

La Dirección General de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes realizó hace algunos años un inventario detallado de todos los puentes existentes en las carreteras nacionales y regionales del país. Se investigó, incluso en Archivos Nacionales, la carga de diseño de puentes antiguos con el propósito de disponer de esa información para determinar capacidades de transporte en cada carretera y establecer prioridades en el mejoramiento y reconstrucción de los mismos.

Se inventariaron en ese entonces, todas y cada una de las partes de cada estructura. Luego se efectuaron varias revisiones, no tan detalladas, pero que permitieron llevar a cabo las más apremiantes labores de mantenimiento.

Actualmente se está iniciando otra revisión, con el propósito de actualizar y complementar la información recopilada en todas las inspecciones efectuadas con anterioridad.

Considerando que una guía específica será de gran utilidad para llevar a cabo esta labor de inventario, y sobre todo, con la idea de establecer una metodología adecuada para esa finalidad se ha confeccionado el presente manual.

FINALIDAD DEL PRESENTE TRABAJO

El presente Manual, tiene como objetivo servir de material de consulta a inspectores de puentes dar una idea clara de todos los términos utilizados en esa labor y principalmente orientar las labores de futuros inspectores de puentes.

Es importante aclarar que este trabajo ha sido elaborado en tal forma que pueda ser utilizado por personas que no sean ingenieros pero sí que tengan una preparación técnica adecuada.

PROPOSITO DE LA INSPECCION DE PUENTES

El objetivo principal de la inspección de puentes consiste en determinar, con la mayor exactitud posible, el estado actual de los mismos, analizar el sitio, revisar la capacidad de carga. etc. para poder llevar a cabo un adecuado y completo control de mantenimiento.

Este estudio es de importancia, ya que de él depende que el ingeniero decida si la estructura en general necesita mantenimiento, si debe ser mejorada, ampliada o reconstruida o, en último caso, si debe abandonarse el sitio del puente para ser construido en otro.

CAPITULO I

1.1 Definición de Puentes

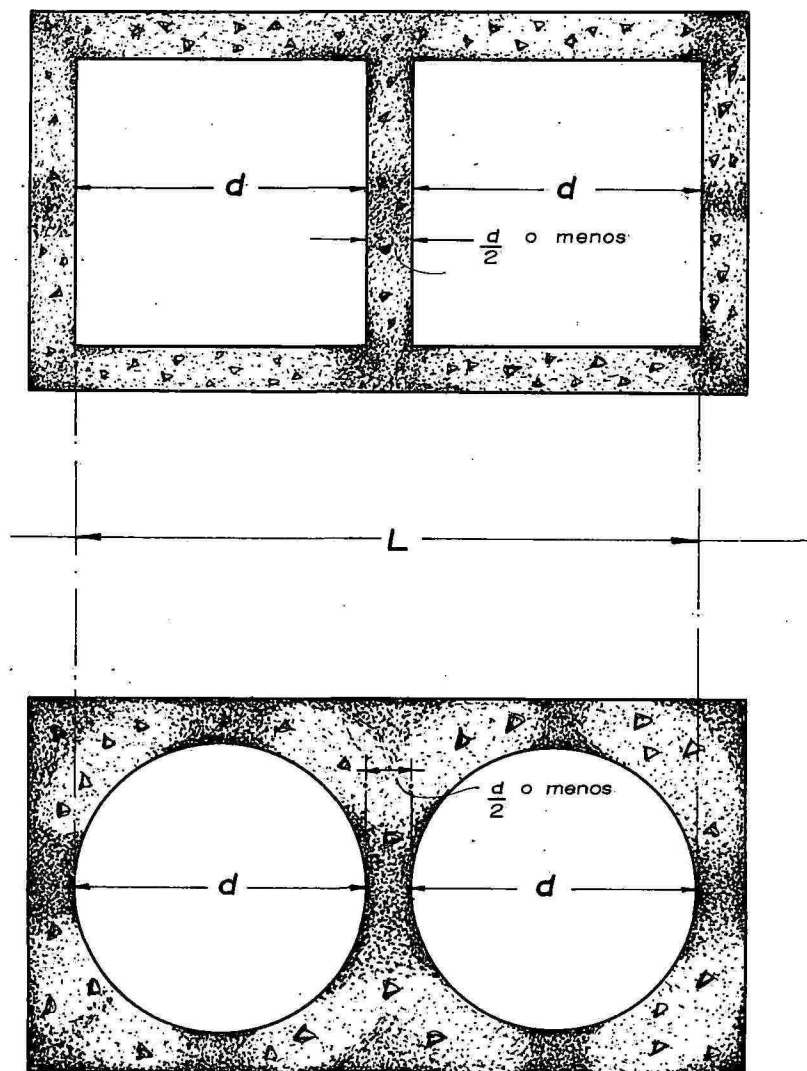
Se define como puente a toda estructura construida sobre una obstrucción o depresión (río, carretera, ferrocarril, etc.) que sea útil para el paso de vehículos automotores (u otras cargas móviles) y cuya luz medida a lo largo del centro de la vía sea igual o mayor de 6 metros entre la pared interna de sus bastiones o arcos. En el caso de cajas o tubos múltiples, en que las distancias entre dos aberturas continuas sea menor que la mitad de la abertura más pequeña, la estructura se considerará como una sola y su luz se medirá entre los extremos de las aberturas finales. Ejemplo fig. (a).

Nota:

Debido a que existen en el país una gran cantidad de estructuras menores de 6 metros, que tienen características similares a las estructuras mayores, se decidió estudiar también las que estuvieran entre 3 y 6 metros de luz y clasificarlas a la vez como alcantarillas mayores.

Ejemplo FIG. A

**DIMENSIONES MINIMAS PARA QUE UN TUBO O CAJA
MÚLTIPLE SEA CONSIDERADA COMO PUENTE**



$$L \geq 6m$$

1.2 Tipos de Puentes más usados en Costa Rica

1.2.1 Puente de madera

a) Cerchas

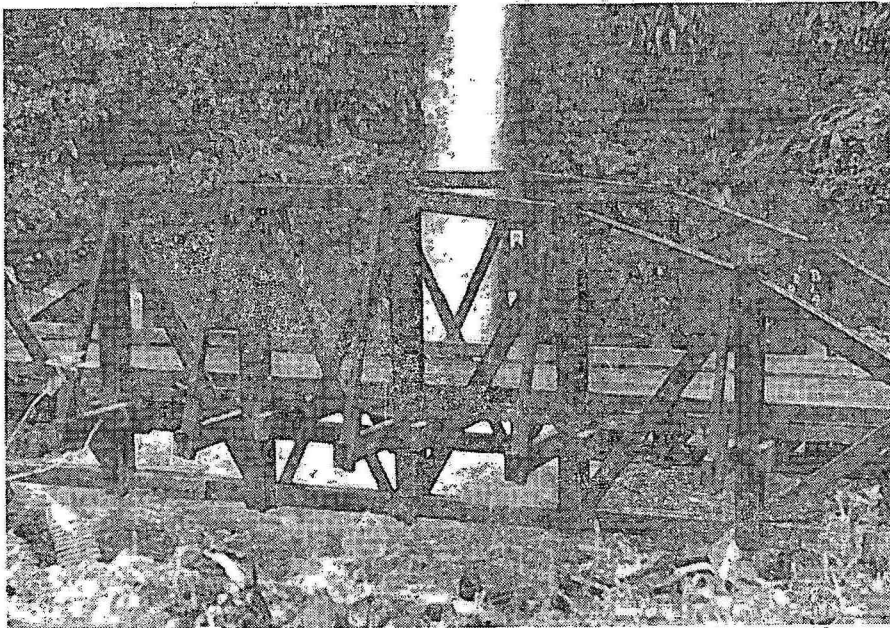


Fig. 1

Puente sobre el Río La Paz
Ruta 8.- Heredia-Sarapiquí

1.2.2 Puentes de Acero

a) Cerchas (arriostre inferior)

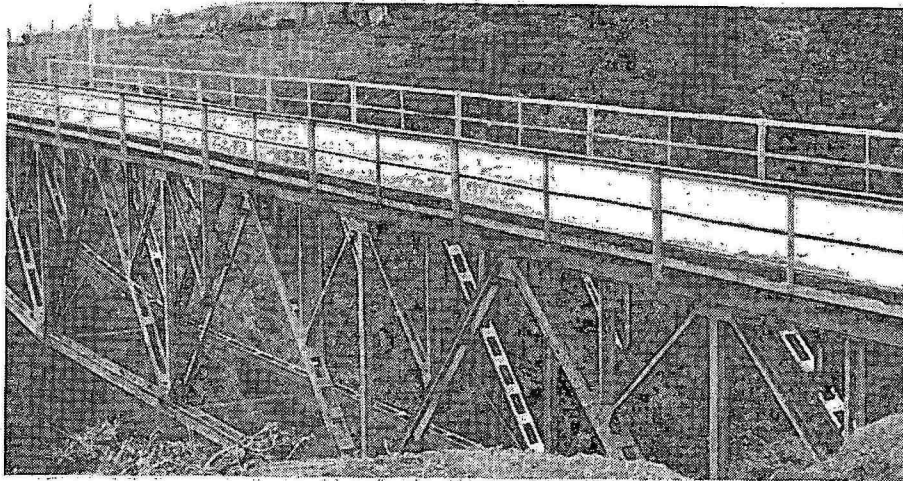


Fig. 2

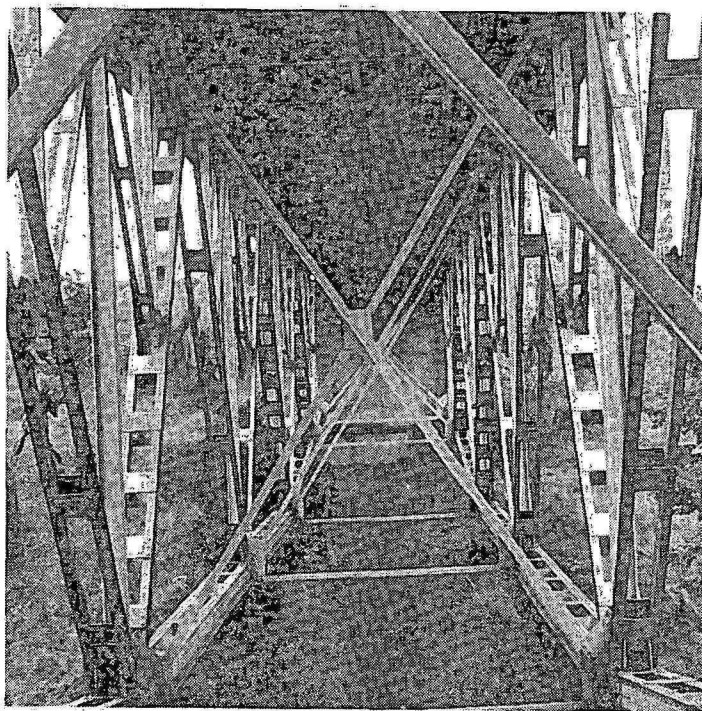


Fig. 3

Puente sobre el Río Yerba Buena
Ruta 8 . - Cartago-Volcán Irazú

b) Cerchas (arriostre superior e inferior)

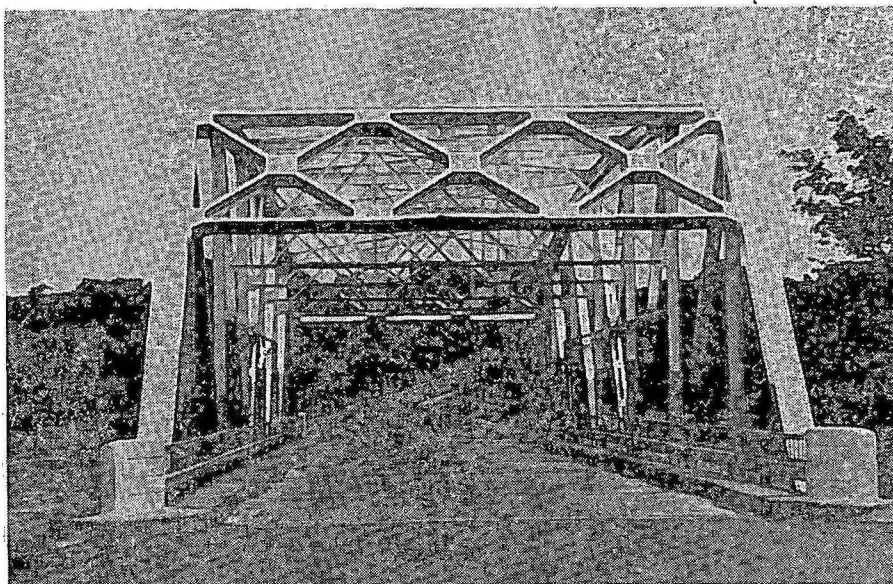


Fig. 4.- Arriostre superior

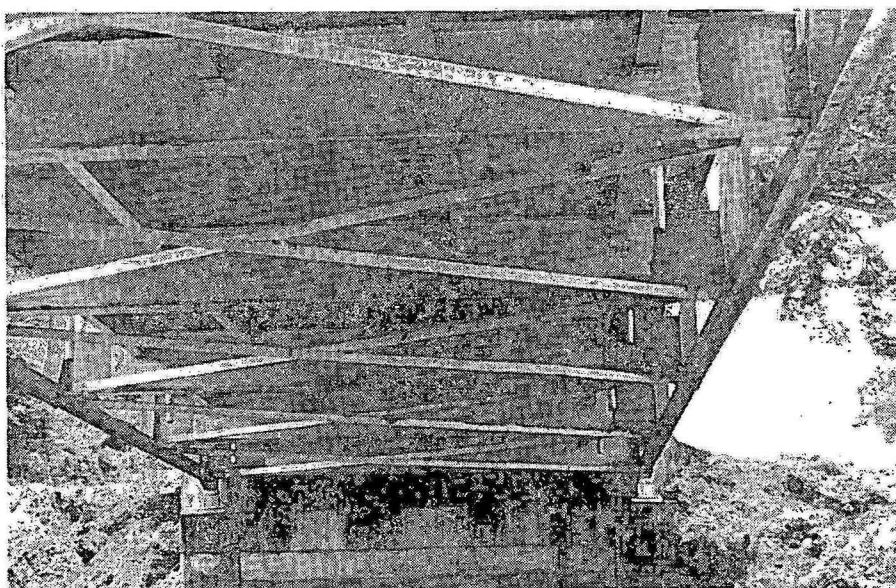


Fig. 5.- Arriostre inferior

Puente sobre el Río Barranca
Ruta 1.- San José-Frontera Norte

c) Puente de arco de acero.



Fig. 6

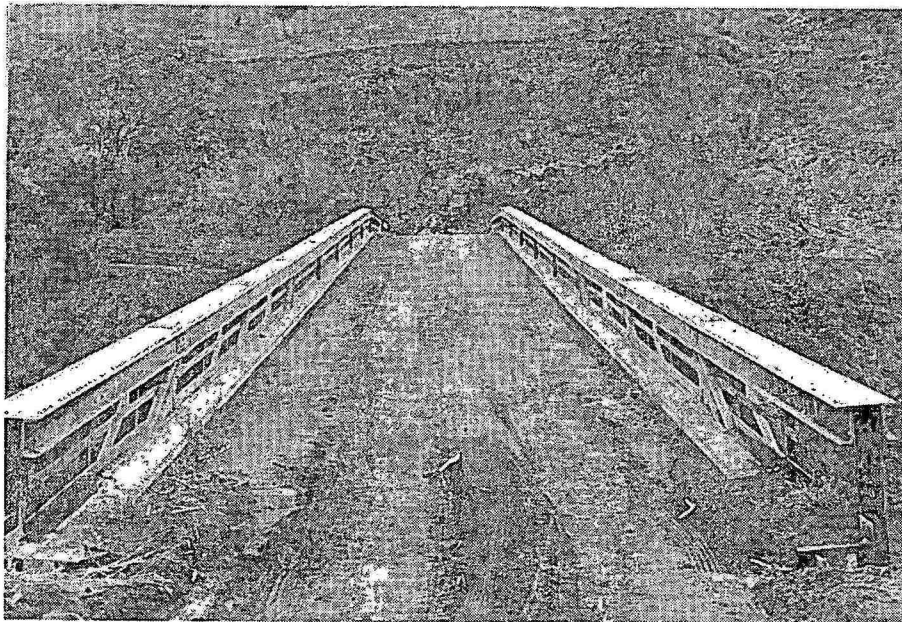


Fig. 7

Puente sobre el Río Colorado
Ruta 3.- San José-San Ramón

1.2.3 Puentes de Hormigón

a) Vigas de hormigón



Fig. 8

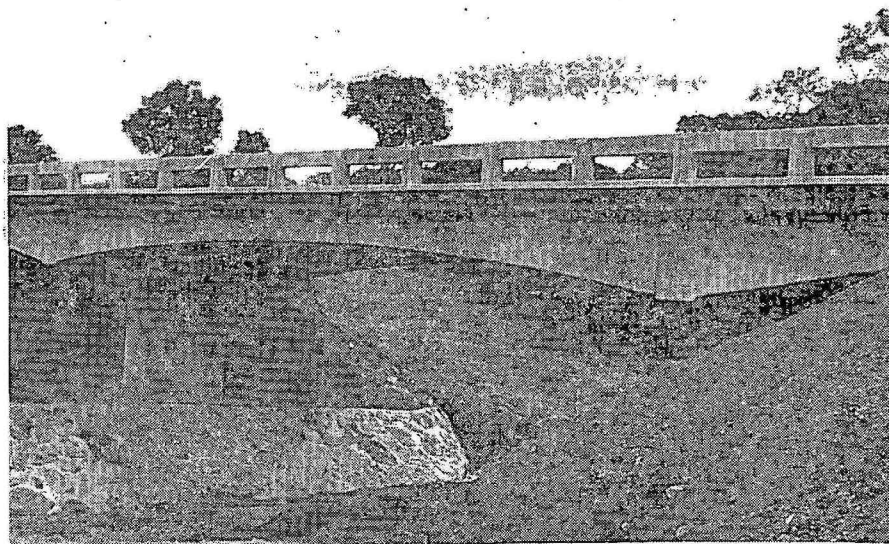


Fig. 9

Puente sobre el Río Ciruelas
Ruta 3.- Autopista Coco-San Ramón

b) Puente losa de hormigón

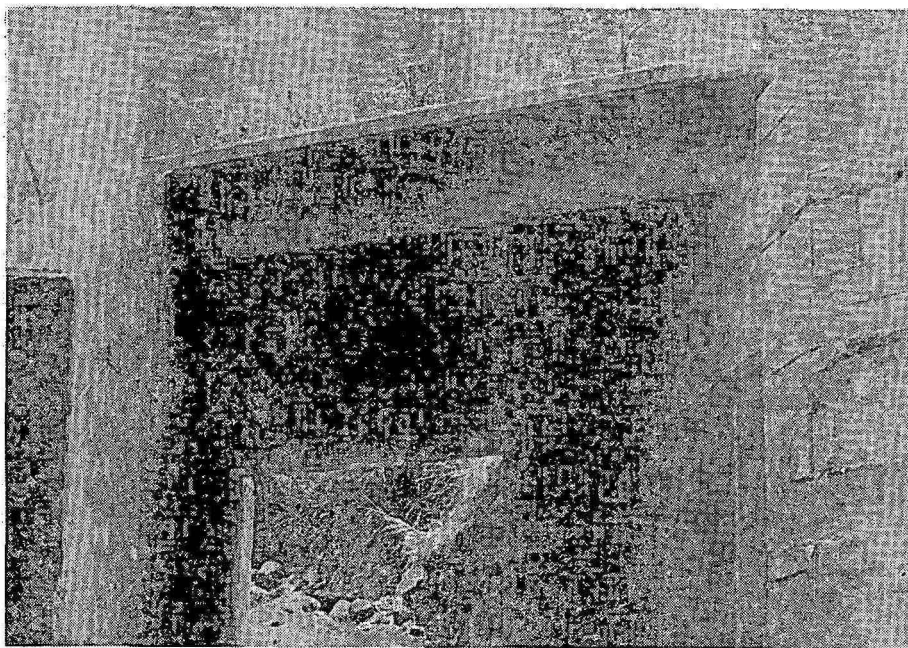


Fig. 10

Puente sobre la quebrada El Zahino
Ruta 12.- Empalme-San Marcos de
Tarrazú

1.2.4 Puente de piedra y mampostería

a) Arco de piedra

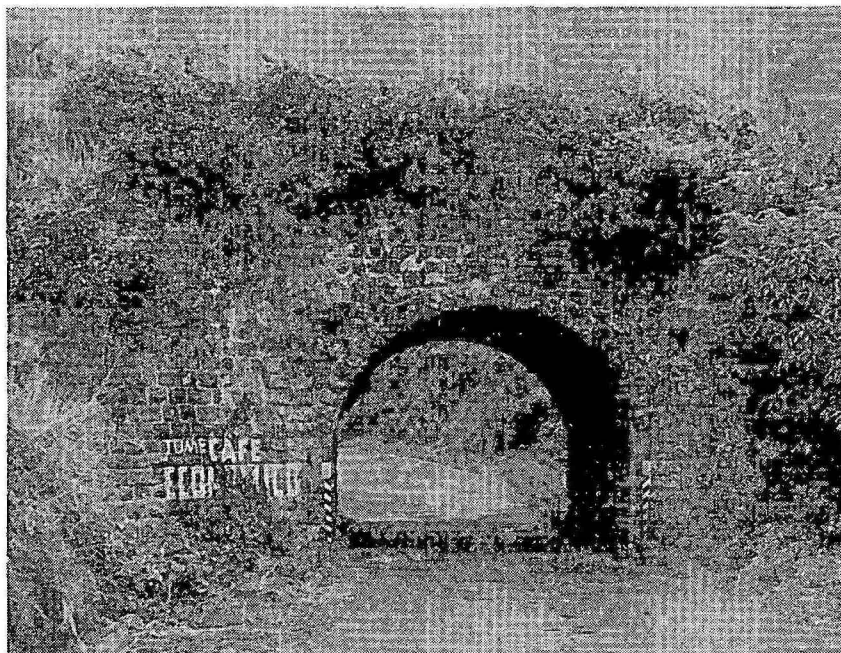


Fig. 11

Puente del Ferrocarril al Atlántico
Ruta 10 . - Taras - Siquirres



Equipo y Personal Utilizados para Inventario

1.3.1. Equipo

- a) Vehículo (preferiblemente de doble tracción), equipado con un odómetro de precisión con sensibilidad de 1/100 kilómetros.
- b) Fórmulas modelo y libro de notas cuya utilidad se describe en el Capítulo II.
- c) Escalera de mecate con ganchos en los extremos para fijarla al puente y poder hacer medidas en la parte inferior de los mismos. Una cuerda y fajas de seguridad, son también necesarias.
- d) Cámara fotográfica.
- e) Cinta, plomada, señales de peligro, regla graduada, lápiz, tablero de notas, etc.

1.3.2 Personal

- a) Inspector de puentes: Persona responsable ante un supervisor de trabajo. Su labor es la de tomar notas de campo, asignar funciones a sus subalternos y hacer los esquemas necesarios.
- b) Ayudante: Se encargará de tomar las medidas que le indique el inspector y asistirle en lo que éste estime necesario.
- c) Conductor del vehículo: Sus funciones consisten en guiar el

vehículo por donde el inspector le indique y asistir a la cuadrilla cuando sea necesario.

1.3.3 Empleo del Equipo

El odómetro debe emplearse con la idea de localizar exactamente el puente.

La escalera de cuerda es uno de los aparatos más utilizados y al que más cuidado se le debe tener. Se utiliza cuando se pretende medir el peralte de una viga o el espesor del piso. No se debe usar como una escalera corriente, sino que debe usarse de medio lado y subir o bajar asido por una sola de las dos cuerdas de otra manera podría producirse un volcón y un posible accidente que lamentar. Es recomendable un entrenamiento previo para adquirir suficiente destreza.

La faja de seguridad se utiliza cuando se requiere una posición cómoda en algún punto del puente, sin peligro de precipitarse.

El uso de la cámara fotográfica es obvio. Cualquier foto que contribuya a una mejor descripción del estado del puente es de gran ayuda.

La plomada se usa, por lo general, amarrada al extremo de la cinta para medir la distancia o claro entre la parte inferior del piso y la superficie de agua así como la profundidad del cauce en el sitio del puente, aguas arriba y aguas abajo.

La regla graduada se utiliza, cuando no es posible efectuar alguna medida con la cinta.

El tablero de notas es un utensilio de gran ayuda para que los apuntes de campo sean tomados en orden y sobre todo con claridad.

1.4 El Inspector de Puentes y sus Deberes

Un inspector de puentes debe ser, ante todo, una persona con un sentido claro de responsabilidad, de ética y con conocimiento pleno de su trabajo. Debe ordenar y planear el trabajo, lo más minuciosamente posible y con anterioridad.

Su labor de campo debe ser concienzuda y detallada. Debe pensar que en algunos casos tendrá bajo su responsabilidad, la vida misma de los usuarios y debe además tener presente, que se trata de preservar inversiones públicas de interés nacional.

Su actitud debe ser positiva sus decisiones firmes y seguras. Debe hacerse respetar por sus subalternos, sin poner en peligro su seguridad. Tiene la obligación de tomar todas las medidas especificadas, aunque aparezcan en inventarios recientes, a fin de comprobarlas y obtener medidas más exactas.

No debe el inspector abandonar el inventario de una ruta por difícil e incómoda que ésta sea.

El jefe tiene la responsabilidad de supervigilar las acciones de sus subalternos, velando por su seguridad.

CAPITULO II

2.1. Sistema para Informes de Inspección de Puentes

Un buen sistema para informes de inspección de puentes debe ser claro y conciso, a fin de que la reparación de las piezas defectuosas se lleve a cabo obedeciendo a un orden de prioridad en cuanto a la deficiencia de su estado, costo de reparaciones, tipo y cantidades de materiales a usarse etc.

Aunque la finalidad principal de este manual es la de servir de guía para llevar a cabo las llamadas "inspecciones rutinarias", que se recomienda efectuar más o menos cada dos años; muchas pueden ser las informaciones que formen el preámbulo, para la confección de un buen sistema para informes de inspección. A continuación se indican algunas de ellas:

- a) Información del último inventario efectuado, con énfasis en las observaciones de importancia.
- b) Información acerca de reparaciones efectuadas y comprobación de que todas las reparaciones recomendadas anteriormente, se llevaron a cabo.
- c) Metodología para llevar a cabo la inspección de una estructura (punto 2, Cap. III).
- d) Sistema de registro de Inspección:
Fórmulas modelos (ver punto 2 de este Cap.).
- e) Sistema para anotar condiciones de los diferentes elementos de la estrutura.

- f) Una sección, en alguna de las fórmulas, para dibujos de miembros defectuosos.
- g) Nomenclatura para localizar todos los elementos del tablero y de la estructura.
- h) Hoja de calificación cuyo sistema, se analiza más adelante. (Punto 3 de este Cap.).

2.2. Libro de Notas y Fórmulas Modelos

2.2.1 Libro de Notas

Aparte de las fórmulas modelo que aparecen en el apéndice, es de gran ayuda la utilización de un adecuado "Libro de Notas", sobre todo cuando se trate de inspecciones que requieran especial atención.

Este libro cuyo tamaño no debe ser mayor del de una libreta de campo de topografía, tendrá como primer sección una identificación total del puente (nombre, rfo, ruta, sección de control, etc.), del jefe y de la cuadrilla a su cargo.

Una o más páginas dedicadas a recopilar material histórico del puente: fecha de construcción, diseñador, constructor, fecha de última reparación y partes reparadas, tipo de fundación y carga de diseño.

Una sección para anotar las características de todas y cada una de las partes principales del puente, comenzando preferiblemente en orden ascendente: bastiones, pilas, trabes, aceras, barandas, cerchas, etc.

El dibujo de cada pieza analizada, debe aparecer en una hoja y en la contigua su análisis de tal forma que el esquema de la pieza analizada y su análisis

lisis queden para mayor comodidad, a la vista del inspector. Es importante tener en cuenta que en muchos casos será suficiente con el dibujo de una unidad típica, sin embargo es imprescindible la localización de todas las piezas inspeccionadas.

2.2.2 Esquema General

El esquema general lo constituye una vista lateral y una vista en planta del puente. Es importante que este esquema aparezca también en las fórmulas modelo de inspección rutinarias.

En la página contigua un comentario sobre el cauce, es un buen complemento.

2.2.3 Esquemas Especiales

Es posible que en algunos casos, convenga hacer dibujos de partes del puente, que no sea un miembro específico, por ejemplo: portales, apoyos, conexiones especiales tales como empalmes de vigas por medio de placas y remaches; todos con su respectivo comentario incluido.

Es importante incluir aquí un aparte fotográfico del cauce si la situación lo amerita. Por ejemplo, si se requiere urgentemente algún tipo de protección al canal, peligro de desprendimiento de taludes, protección de bastiones contra la corriente, mal encauzamiento del río en el sitio del puente, etc. Las fórmulas que a continuación aparecen, constituyen un desglose detallado de cada una de las partes de que están constituidos todos los puentes de cualquier tipo que sea.

Para efectos de una mejor inspección de puentes específicos (de madera, concreto o acero) se agrupó en fórmulas aparte los elementos a examinar de cada puente confeccionándose así la llamada "fórmula para puentes típicos".

Estas fórmulas aparecen en la parte (c) del apéndice y se utilizarán en las llamadas inspecciones rutinarias, a que se refiere este manual.

2.3 Evaluación del Mantenimiento de Puentes

La calificación de mantenimiento de puentes, se lleva a cabo en dos etapas: la primera y más importante se realiza en el campo y consiste en calificar de 0 a 10 la condición de todas las piezas del puente y anotar su calificación en las fórmulas modelo que aparecen en el apéndice.

La evaluación final del estado del puente, basada en la calificación de todas y cada una de las partes del mismo, obedece a un análisis que está fuera del objetivo de este trabajo, mediante el cual se determina el porcentaje máximo de aporte en la calificación final de cada una de las partes de la estructura.

Por ejemplo, es lógico suponer que una baranda no tenga la misma importancia que una viga de piso o un bastión y, por lo tanto, su calificación, - por más baja que sea, no influirá mucho en la calificación total del puente.

Una vez hecha la calificación final, su condición podrá especificarse así:

ALTERNATIVA

2.4 Calificación

- | | |
|----|---|
| 10 | Puente recién construido en condición <u>excelente</u> . |
| 9 | Puente nuevo en condición <u>muy buena</u> . |
| 8 | Puente en condición <u>buena</u> , no necesita reparaciones. |
| 7 | Puente en condición <u>buena</u> , necesita ligeras reparaciones. |
| 6 | Puente en condición <u>regular</u> , necesita pequeñas reparaciones. |
| 5 | Puente en condición <u>deficiente</u> , necesita reparaciones mayores. |
| 4 | Puente en condición <u>deficiente</u> , necesita reparaciones mayores con urgencia. |
| 3 | Puente en condición <u>mala</u> , no puede ser transitado por vehículos pesados. |
| 2 | Puente en condición <u>mala</u> , no permite el tránsito de vehículos. |
| 1 | Puente en condición <u>muy mala</u> , fuera de servicio, puede ser reparado mediante fuertes inversiones. |
| 0 | Puente en condición <u>pésima</u> , fuera de servicio, no admite reparaciones. |

CAPITULO III

3.1 Definiciones

Bastión:

Parte de la subestructura construida de piedra, hormigón ladrillo o madera y que sirve de apoyo al extremo de todo un tramo en un puente. Sirve además de muro de retención al relleno que se encuentra en la parte trasera.

Losa de Acceso:

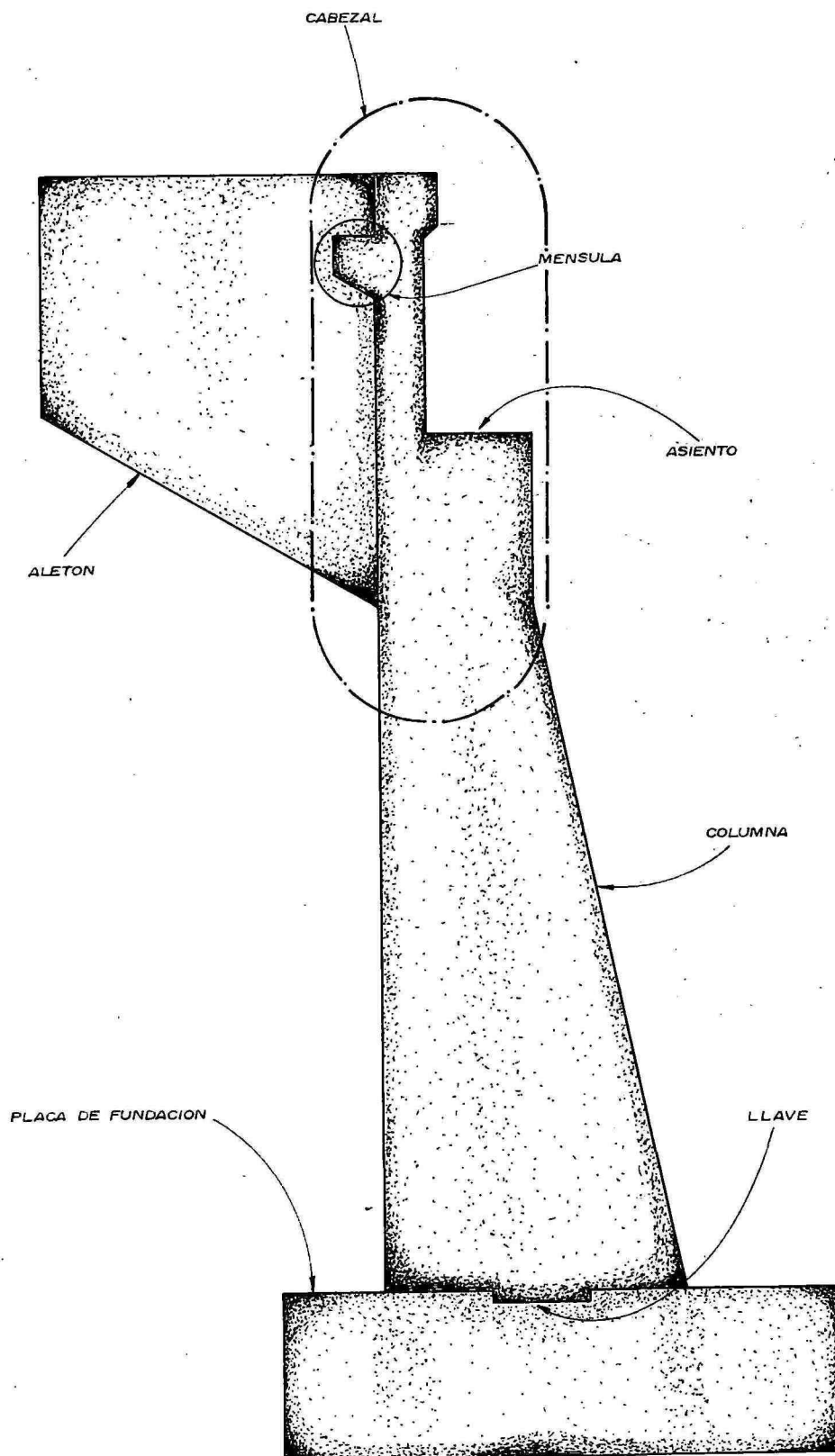
Es aquella losa construida de acuerdo a un diseño específico. Funciona como parte de la superficie de rodamiento del acceso y se encuentra apoyada en una parte del cabezal del bastión llamada ménsula. (Ver Fig. 34)

Ménsula:

Su principal función es absorber las cargas aplicadas por los vehículos para que éstas no vayan directamente a los bastiones. (Ver Fig. 12).

Relleno:

Material colocado contiguo a un bastión, pila, muro de retención u otra estrutura para sustituir el material removido en la excavación. También



↑
ESTE LADO

RELLENO DE PROTECCION A LOS BASTIONES PARA EVITAR HUNDIMIENTOS DE CALZADA (SE COLOCA POR DETRAS DEL BASTION). PUEDE SER 0.90 m. Y TALUD $1\frac{1}{2} \times 1$.

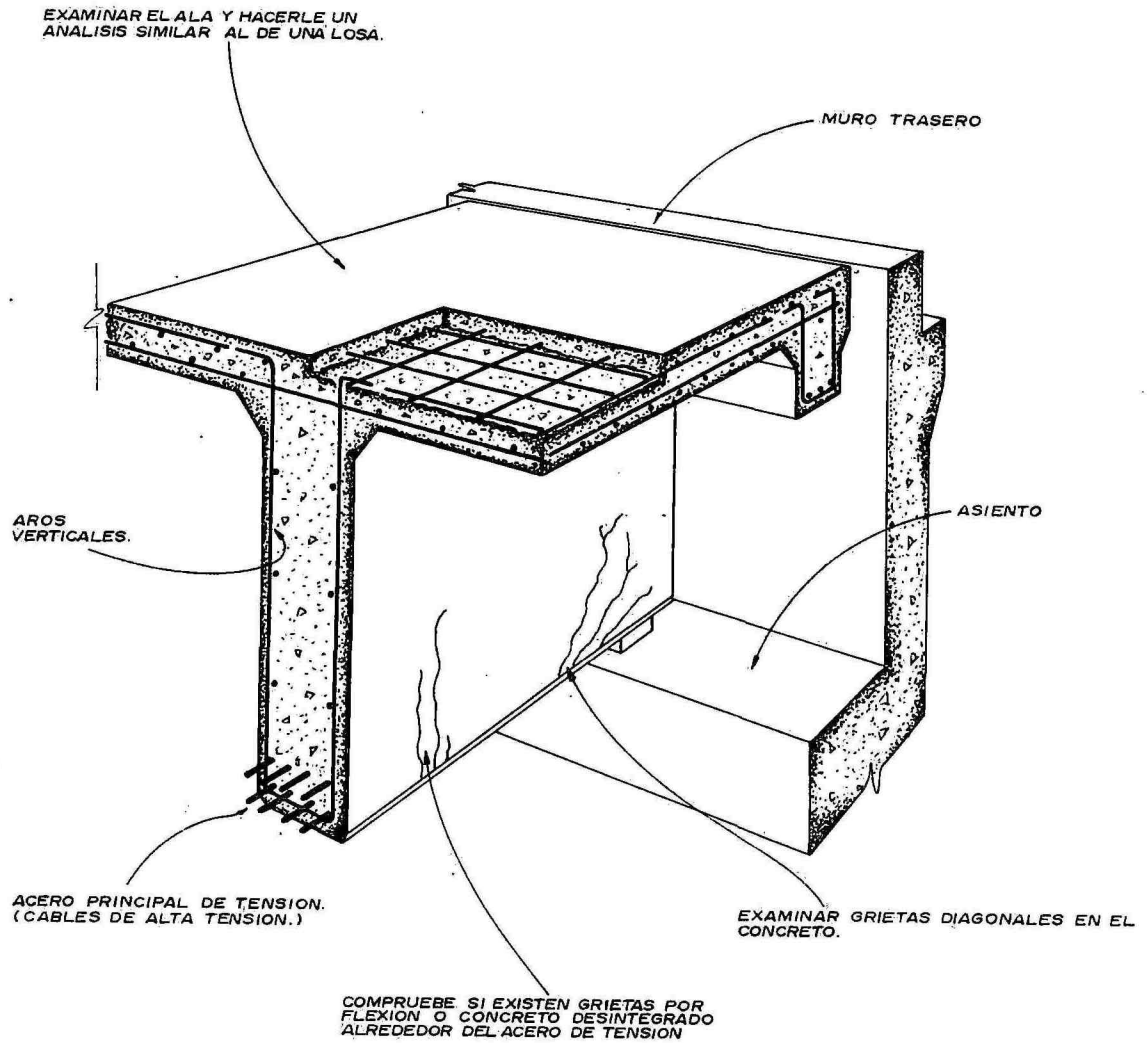


FIG. 13 VIGA T DE CONCRETO Y PARTES A INSPECCIONAR

suele llamarse relleno a aquel tipo de suelo, generalmente granular, colocado detrás de los aletones.

Vigas T de Hormigón Reforzado:

Su nombre se deriva de la similitud de su forma con la letra T, su cabeza o parte superior de la T consta de una porción de la cubierta, de la losa del puente construida de concreto reforzado. (Ver Fig. 13).

Viga Cuadrangular (de Acero):

Viga de acero o trabe, con una sección trapezoidal o rectangular compuesta de placas y ángulos u otras formas estructurales remachadas, atornilladas o soldadas, contienen un refuerzo interior y algunas veces se postensan.

Asiento:

Parte superior de un bastión sobre el cual se apoya el extremo de un tramo de la superestructura (ver Fig. 12). En las pilas, el asiento sirve de apoyo a los extremos de dos tramos diferentes. (Ver Fig. 36)

Viga, Trabe o Armadura en Voladizo:

Viga o armadura cuyos miembros o partes están ordenados de tal forma que uno o ambos extremos se extienden más allá de los puntos de soporte. (Ver Fig. 14)

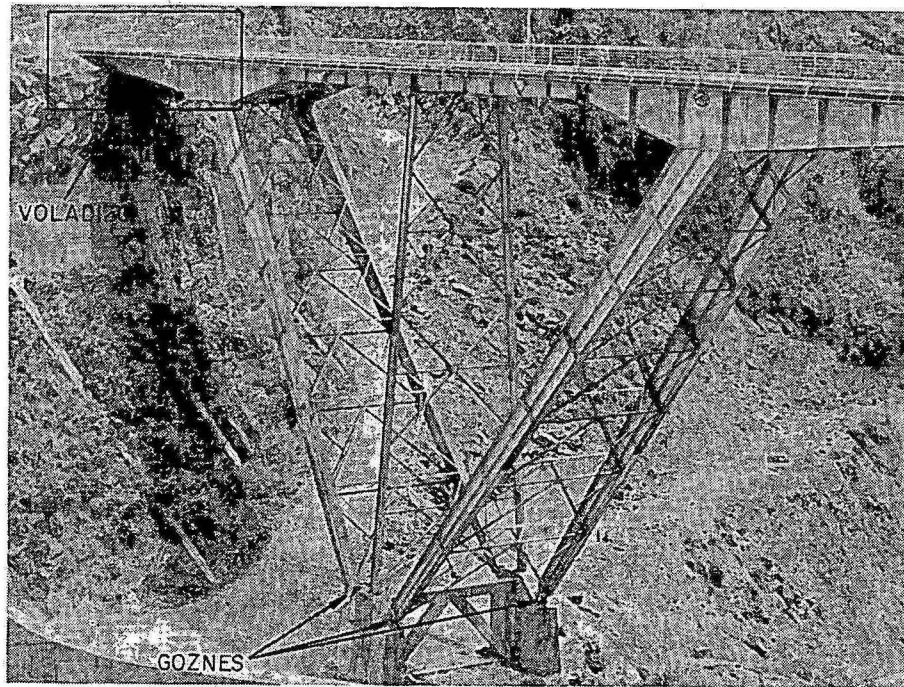


Fig. 14 Viga de acero con extremos en voladizo

Puente sobre la Presa de Cachí
Plantel del Instituto Costarricense de Electricidad

Cuerda:

Conjunto de miembros superiores (cuerda superior) e inferior (cuerda inferior) que se extiende a lo largo de la longitud total del puente y que soportan las fuerzas de tensión y compresión constituyendo además la parte interna resistente a momentos. (Ver Fig. 15)

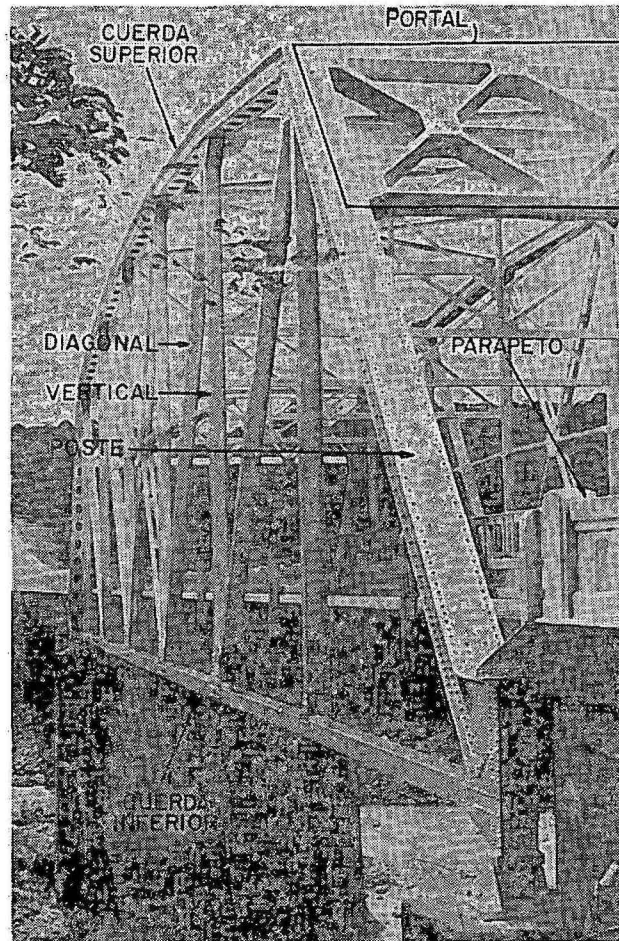
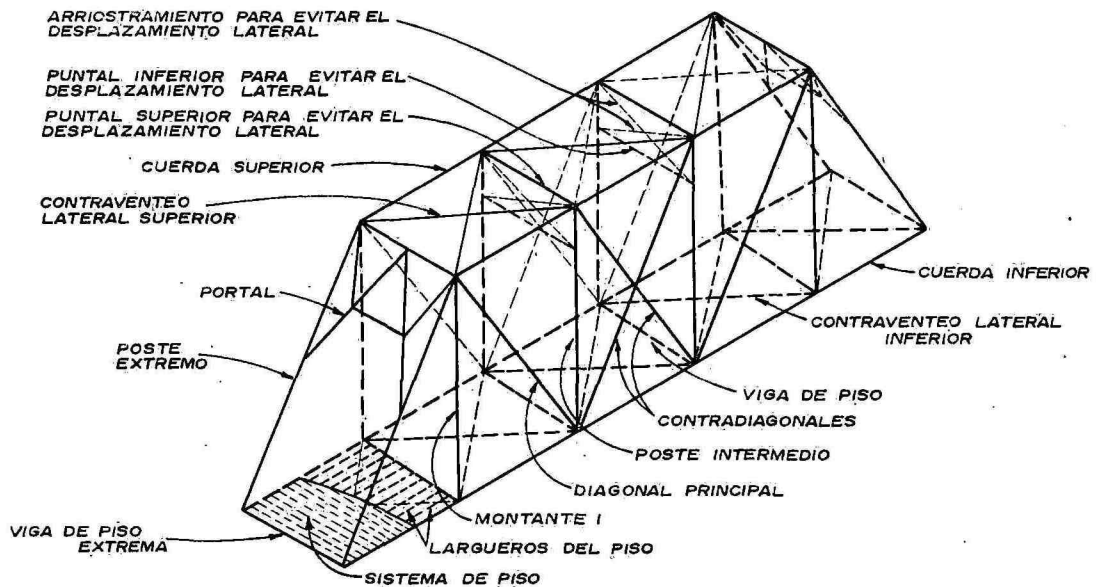


Fig. 15

Puente sobre el Río Seco
Ruta No.1.-San José-Frontera Norte



ARMAZON DE UN PUENTE DE PASO INFERIOR
TIPICO PARA CARRETERA

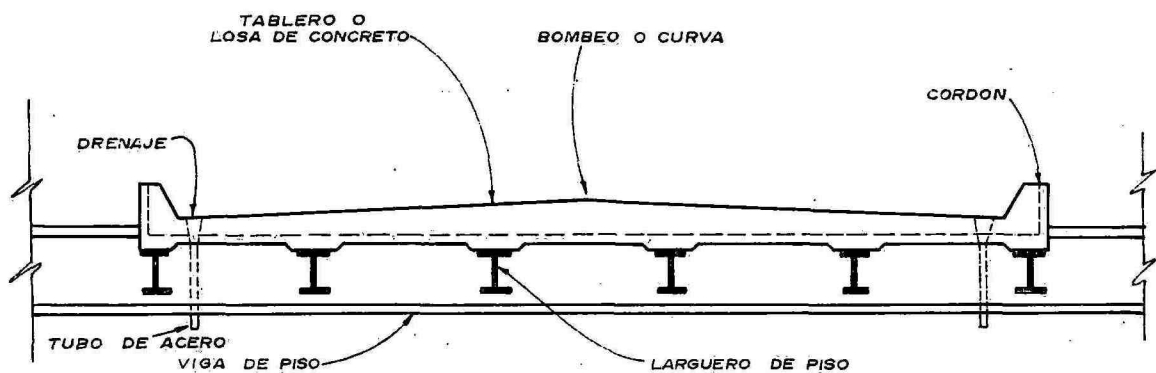


FIG. 16 DETALLE DEL PISO

Viga Continua:

Término aplicado a una viga o trabe construido en forma continua, apoyada sobre uno o más soportes intermedios.

Corrosión:

Desintegración de la superficie de una pieza de metal por oxidación, descomposición, cambios de temperatura u otros agentes naturales. (Ver Fig. 52).

Contraventeo:

Sistema compuesto por miembros a tracción o compresión; o a una combinación de éstos cuya finalidad es la de dar rigidez a la estructura. (Ver Figs. 16 y 17)

Placa Cobertora:

Placa usada en conjunto con angulares u otras piezas estructurales para aumentar la sección del ala o del alma de una viga, columna, puntal o cualquier miembro similar.

Tablero de Puente:

Aquella porción de un puente cuya función es la de soportar directamente el tráfico de vehículos y peatones. El tablero puede ser una losa de concre

to reforzado, un piso de madera, o una plancha de acero. Además es el distribuidor de la carga al sistema de vigas y largueros (Ver Fig. 16).

Viga Transversal:

Término aplicado a miembros largos de madera, de metal y a miembros tipo viga de hormigón colocados generalmente perpendicular a los largueros y conectados a las vigas principales o armadura de un tramo de un puente. Incluye vigas intermedias y vigas de piso de los extremos del puente. (Ver Fig. 17)

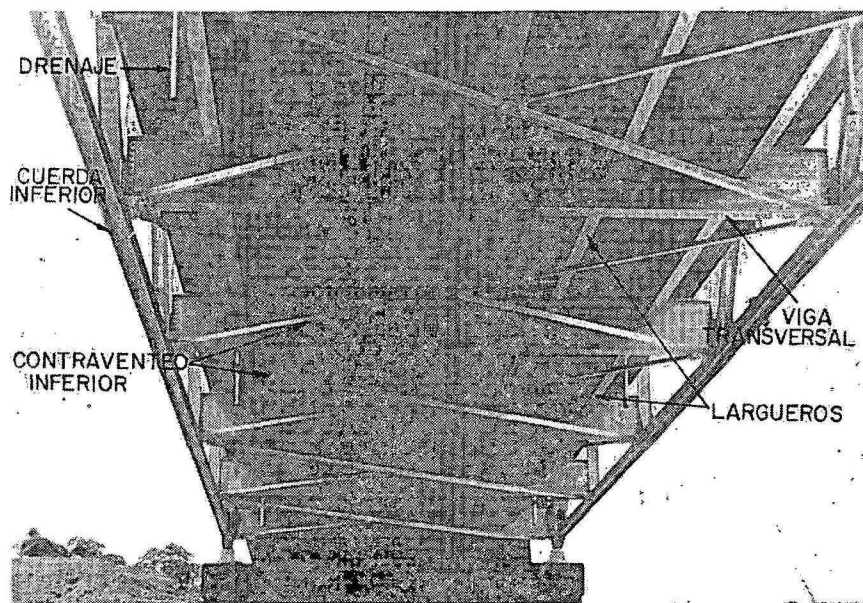


Fig. 17

Puente sobre el Río Barranca
San José — Frontera Norte



Cordón:

Barrera de piedra, concreto o madera paralela al límite lateral del puente para guiar el movimiento de las llantas de los vehículos y proteger las armaduras del puente, pretil u otras construcciones que se encuentren fuera del límite de la carretera, así como también las aceras de colisión con vehículos. (Ver Fig.16)

Deformación Elástica:

Deformación que ocurre cuando el esfuerzo en un material es menor que el del punto de fluencia (ver def. flexión). Si el esfuerzo es retirado el material retornará a su forma original (ver Fig.18).

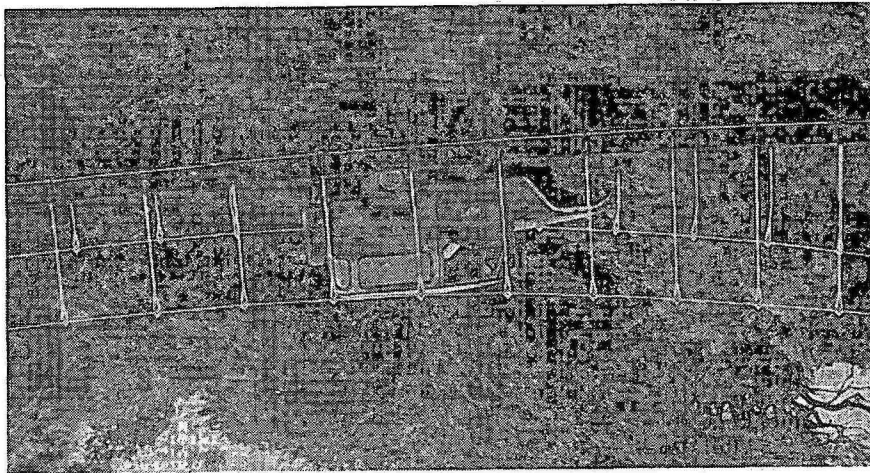


Fig. 18

Puntal Diagonal:

Cable soporte en un puente colgante que se extiende desde la torre a la superficie de rodamiento, (a veces no directamente) para proporcionar rigidez y disminuir la deformación y ondulaciones resultantes del tráfico.

(Ver Fig. 19)

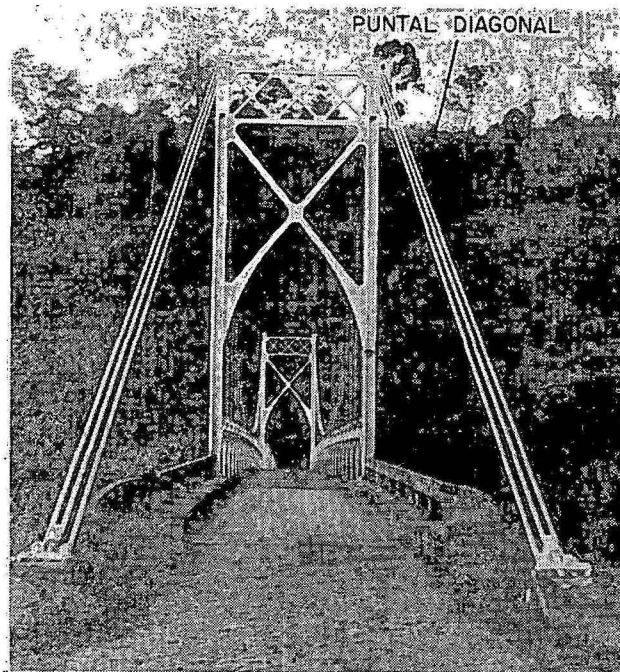


Fig. 19 Puntal diagonal
Puente sobre el Río Peñas Blancas

Dique:

Terraplén puesto en tierra con la idea de proporcionar una barrera en áreas adyacentes al río siendo éstas protegidas en su totalidad o en parte. Cuando se utiliza en conjunto con un puente, su función consiste en prevenir la erosión que pueda producir un lavado localizado del río así como encauzarla corriente de tal manera que no haya acumulación de escombros en sitios contiguos a los terraplenes de los accesos, bastiones, pilas, torres de otras porciones de la estructura. Los tipos comunes utilizados son:

- 1- Cribas de madera llenadas con piedras.
- 2- Terraplenes cubiertos de piedra en el borde del río.
- 3- Láminas de metal o tabloncillos de madera como tabla-estaca.
- 4- Muros de piedra confinados en mallas de alambre.



Apoyo de Expansión:

Dispositivo o ensamblaje diseñado para transmitir reacciones de un miembro de la estructura a otro y permitir movimiento longitudinal, como resultado de cambios de temperatura y cargas superimpuestas sin transmitir fuerzas horizontales a la subestructura.

El apoyo de expansión se diseña para permitir condiciones de baja fricción .

En general se prevee un desplazamiento no mayor de 3 mm. por metro de luz para prevenir que irregularidades de erección y ajuste en el sitio, produzcan trastornos serios en la superestructura. Ejemplos: rodines y balancines.

(Ver Figs.20 y 21)

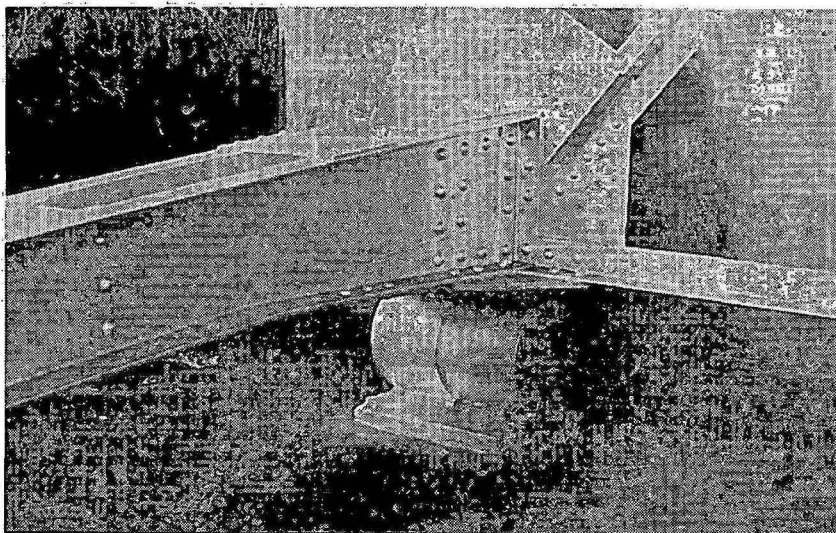


Fig. 20 Rodín
Apoyo de expansión
Puente sobre el Río Yerba Buena
Ruta 8.- Cartago-Volcán Irazú

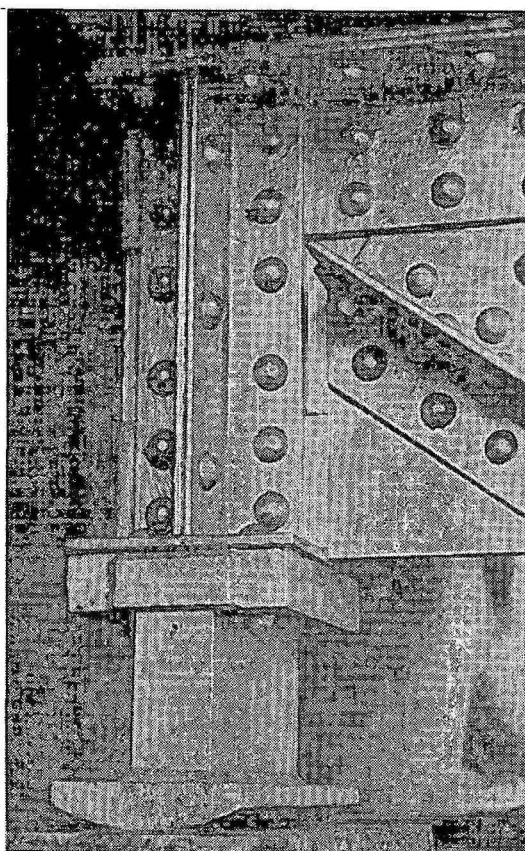


Fig. 21 Balancín
Apoyo de expansión
Puente sobre el Río Coliblanco
Ruta 8

Apoyo Fijo:

Las placas pedestales u otros aparatos diseñados para recibir y transmitir a la subestructura o a otro miembro soportante el esfuerzo de la reacción de una viga, losa, larguero, armadura, arco u otro tipo de pieza de la superestructura. (Ver Fig. 22)

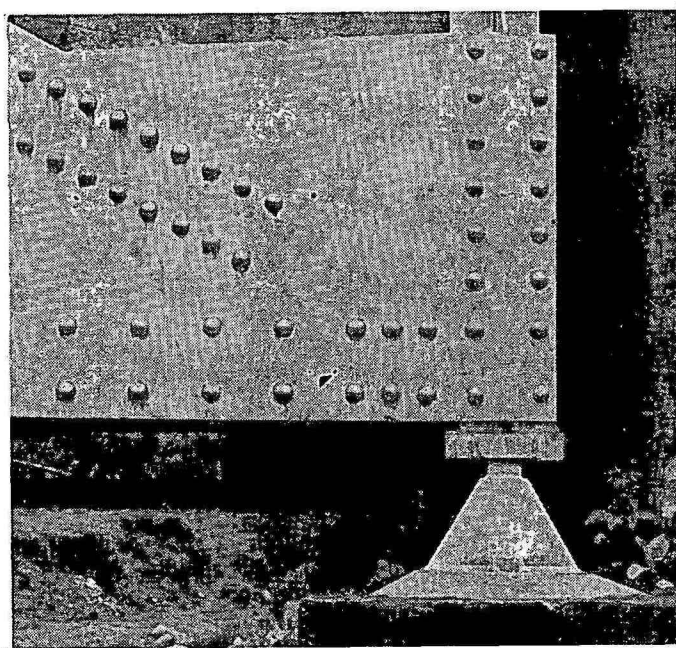


Fig. 22 Apoyo Fijo

Puente sobre el Rfo Parrita
Ruta 12.- Empalme-Sta. María de Dota

Gozne:

Unión construida con un pin, segmento de cilindro, segmento esférico u otro aparato que permite movimiento por rotación. (Ver Fig. 23)

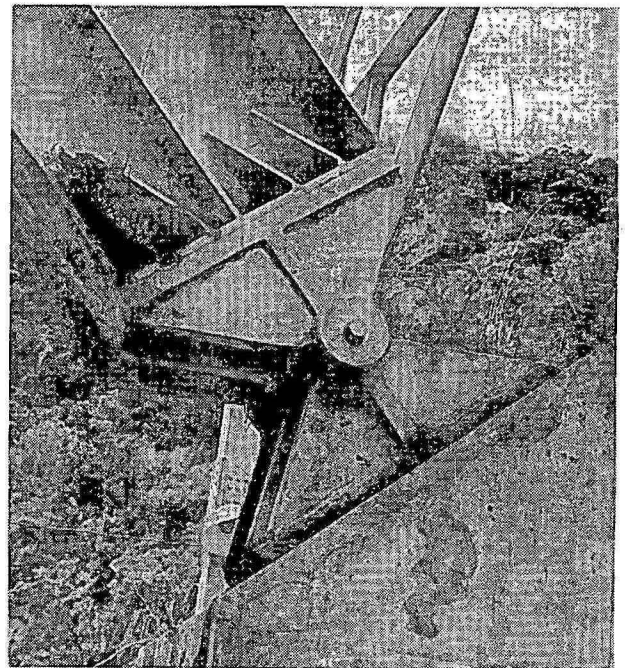
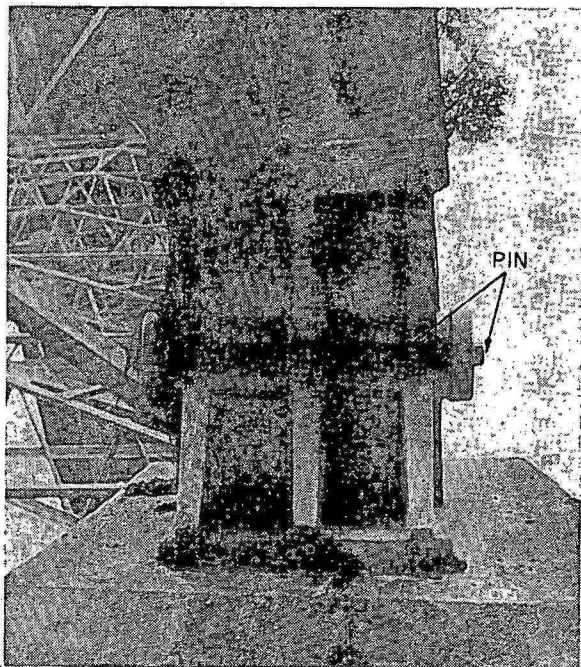


Fig. 23 Gozne

Puente sobre la Presa de Cachí
Plantel del Instituto Costarricense de Electricidad

Ala de una Viga:

Parte de una viga I standar, viga I armada o construida en partes que se extienden transversalmente a lo largo del eje superior e inferior del alma. (Ver Fig.30b) Se considera que las alas son los elementos que soportan los esfuerzos a compresión (ala superior) y a la tensión (ala inferior) que produce el momento resistente interno de la viga. Está constituida por angulares, placas o por ambos. (Ver Fig.30c)

Viga de Piso:

Es aquella viga localizada transversalmente al alineamiento general del puente y que tiene sus extremos colocados bajo las armaduras de la superestructura. También se llaman vigas finales de puente cuando se encuentran en el extremo de éste (ver Fig. 54).

Material de Fundación:

Material soportante sobre el cual una parte de la subestructura está colocada.

Excavación de una Fundación:

Es aquella excavación hecha para acomodar una fundación para un muro de retención, bastión o pila. (Ver Fig. 24)

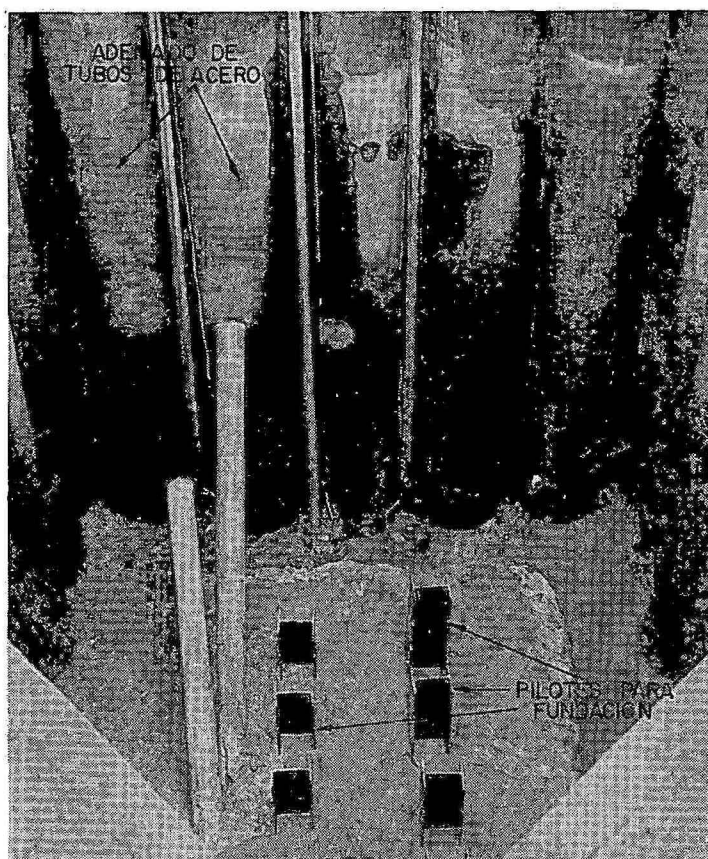


Fig. 24.- Excavación de una fundación
Puente sobre el Río Chirripó (en construcción)
Carretera Siquirres-Limón

Viga Principal:

Miembro a flexión. Se le considera como pieza principal de soporte de la estructura que usualmente recibe las cargas de las vigas de piso o largueros.

Pendiente:

La razón de inclinación de la carretera o de las superficies de las aceras

con respecto a la horizontal. Es aplicada tanto a puentes como a sus accesos.

Viga H (Pilote H)

Pilote de sección laminada y en forma de H. (Ver Fig. 24)

Carga de Servicio:

Carga dinámica aplicada por el tránsito y que algunas veces viene acompañada por vibración, oscilación u otras condiciones físicas que varían su intensidad.

Mampostería:

Término aplicado a bastiones, pilas, muros de retención, arcos y estructuras compuestas de aleaciones de piedra, ladrillo o concreto.

Paso Superior e Inferior:

El uso de estos términos está relacionado por la relativa elevación de carretera por la cual pasan los vehículos. Con respecto al tráfico pasando por debajo se llama paso inferior y con respecto al que pasa por encima paso superior.

Gaviones:

Canastas de mallas de alambre rellenas de piedra para muros contruidos

con el propósito de proteger lavados del material de relleno en los bastio
nes o socavación de los mismos.

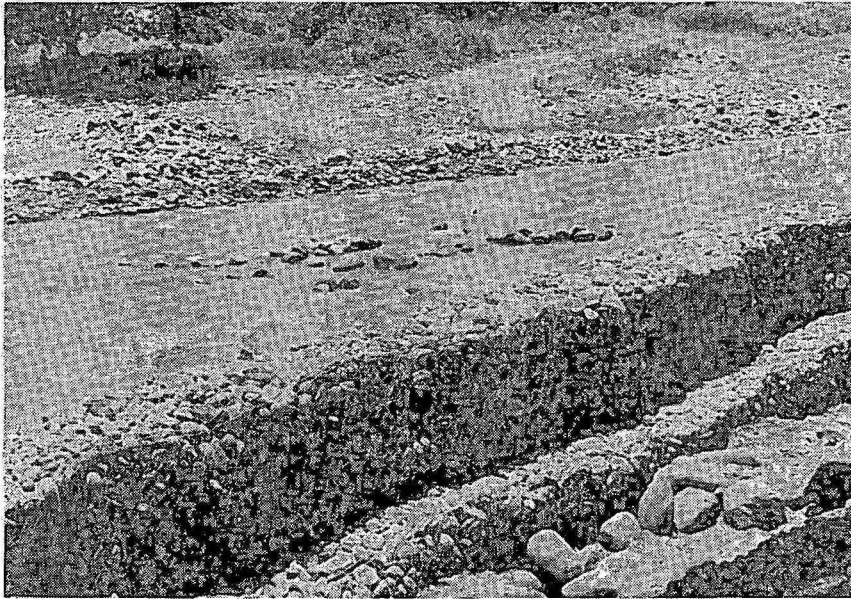


Fig. 25 Gaviones
Puente sobre el Río Barranca (Ferrocaril)

Calzada:

Plataforma de un puente destinada a la circulación de vehículos. Su distan
cia se mide entre las partes internas de los cordones.

Rodín:

Cilindro montado de tal manera que por rotación facilite la expansión, con
tracción u otros movimientos causados por cambios de temperatura, carga,
etc. (Ver Fig. 20)

Armadura en K:

Armadura que tiene un sistema en el cual las diagonales intersectan los miembros verticales en o cerca de la mitad de su altura. De esta manera ordenados, cada panel forma la letra "K".

Alineamiento:

Posición y orientación del eje de una vía.

Asentamiento:

Movimiento de descenso de la superficie del terreno o del terraplén independientemente de la compactación.

Bombeo:

Pendiente transversal que se da a una calzada para asegurar el drenaje de las aguas de lluvia. (Ver Fig. 16)

Capa de Impermeabilización:

Capa de material impermeable que se aplica a las superficies de rodamiento en puentes, para evitar el paso de agua y protegerlas de sus efectos.

Rodamiento (capa de rodadura o carpeta)

Capa superior que forma parte del pavimento y que soporta directamente la

circulación.

Cruce a Distintos Niveles:

Cruce de varias corrientes de tránsito o intersección de varias corrientes de tránsito, en la que cada una usa un nivel particular.

Flexión:

Deformación plástica que sufre un material al aplicarle una carga.

Fundación sobre Pilotes:

Cimiento de una estructura cuya carga se transmite al terreno por medio de elementos esbeltos, macisos o huecos, prefabricados o vaciados en sitio. (Ver Fig. 24)

Estrados:

1. Superficie curva de un arco por encima de su eje longitudinal.
2. Curva que define la superficie exterior de un arco.

Placa de Unión:

Placa utilizada para empalmar vigas. Se usan tanto en el alma como en

las alas. (Ver Fig. 26)

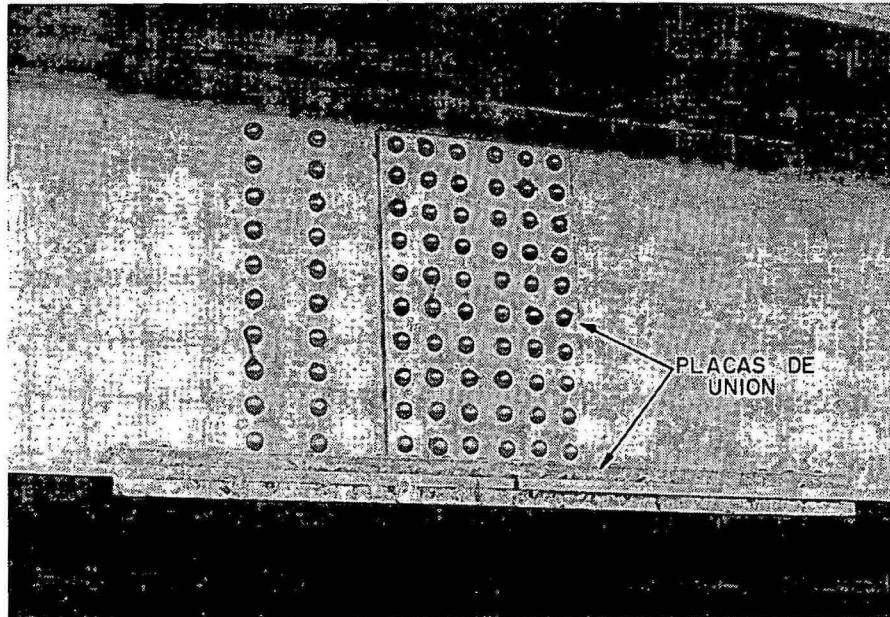


Fig. 26 Placa de Unión

Parapeto:

Pared compuesta de ladrillo, piedra u hormigón reforzado construida a lo largo de uno de los límites laterales del puente o de la acera y que sirve como protección a vehículos y peatones.

El término se aplica generalmente a barreras o muros de block sin ninguna apertura. (Ver Fig. 15)

Luz de Bastión a Bastión:

Distancia media entre las paredes internas de los bastiones o arcos, medida a lo largo de la línea centro de la carretera. En caso de puentes de varios tramos la luz total es la suma de las distancias entre las paredes internas de los bastiones o pilas.

Tramo:

Sección de un puente apoyada entre dos bastiones, dos pilas o un bastión y una pila.

Luz de Centro a Centro de Asientos:

Longitud total del piso tomada a lo largo de la línea centro de la carretera. En el caso de puentes de varios tramos esta dimensión ha sido tomada entre los extremos de los tramos exteriores.

Distancia entre Cordones o Calzada:

Distancia entre los bordes internos de los cordones. En los puentes que no tienen cordones, esta distancia se ha asumido como la distancia entre barandas disminuida en 40 cm.

Altura libre de Piso a Portal:

Distancia que existe entre la parte más baja del portal y la superficie de rodamiento.

Distancia libre bajo Estructura hasta Nivel de Agua:

Distancia entre la parte más baja de la superestructura y el nivel actual de agua.

Zampeado:

Sistema de protección que se utiliza para evitar el desprendimiento de las paredes del cauce profundo al lecho del río, similar a un muro de retención construido de mampostería de piedra y concreto. (Ver Fig. 27).

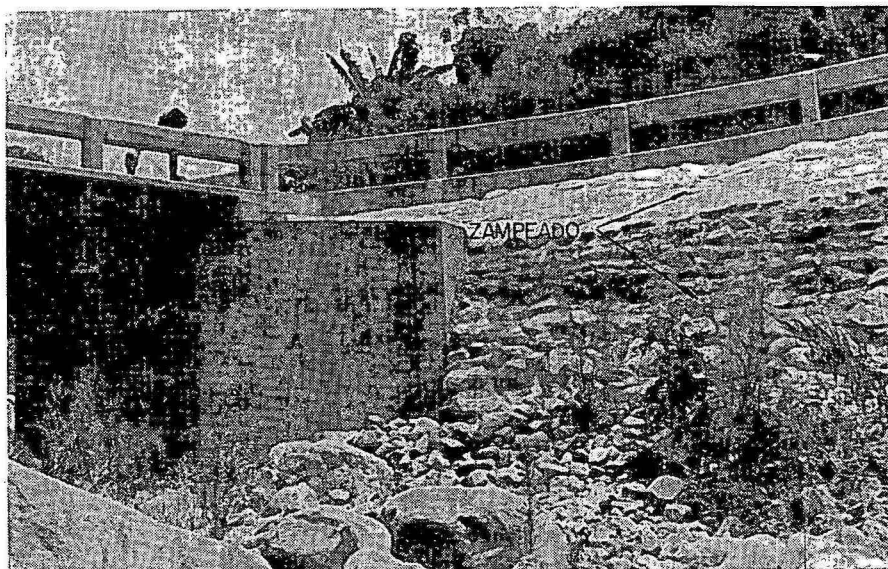


Fig. 27 Zampeado

Sedimentación:

Grado de precipitación de basuras y fango en el lecho del río.

Cables de Suspensión:

Uno de los miembros principales de un puente colgante. Su función es absorber las cargas de piso y transmitir las a los traveses y anclajes.

(Ver Fig. 39)

3.2 Método para llevar a cabo la Inspección

3.2.1 Datos Generales:

Como primer paso se deben anotar en el encabezado de las fórmulas de campo los siguientes datos:

- a) Fecha.
- b) Número del puente. Hay que comprobar que cada puente tenga un número para efectos de identificar su estado. En caso de que no tuviese un número adjudicado, por ser de reciente construcción, debe anotarse esta situación como observación importante.
- c) Lectura del odómetro. Se toma en el campo.
- d) Número de la sección de control.
- e) Nombre del río. Comprobar el nombre en el sitio del puente.
- f) Tipo de puente. Especificar aquí si se trata de un puente de cerchas de acero, vigas de hormigón, madera, etc.

3.2.2 Inspección de la Superestructura

Piso

- a) Material:

Se comienza en el análisis del piso, determinando el material que lo constituye, las vigas transversales (o travesaños) y las vigas longitudi

nales (o largueros). En este punto debe tenerse cuidado en no confundir el material del piso con el material de la superficie de rodamiento que, como veremos más adelante, es por lo general, diferente.

El piso puede estar constituido por vigas de hormigón, de madera, de acero o de piedra (cuando se trata de un arco de piedra).

b) Espesor:

La medida del espesor del piso constituye, algunas veces una de las labores más difíciles y peligrosas. Se hace uso corrientemente de fajas de seguridad y cuerdas con el fin de colocarse debajo del puente.

El espesor en sí del piso lo constituye la distancia que existe entre la superficie de rodamiento y la parte inferior de la viga más baja (sea larguero o travesaño).

Cuando el puente está compuesto de tramos de diferente tipo de estructura, se debe medir y especificar el espesor de cada uno.

c) Estado:

El estado puede ser calificado numéricamente del 0 al 10 dependiendo lógicamente del estado de las vigas.

Si se trata de vigas de hormigón, se debe analizar si existen o no fisuras considerables que puedan poner en peligro la totalidad de la superestructura. Esto debe ser reportado como reparación urgente, especialmente cuando se presenta en la zona de tensión de la viga. (Ver fig. 13). Anotar también la presencia de hormigueros, vigas con esfuerzo al descubierto, etc.



d) Impermeabilidad:

La impermeabilidad en el piso es un factor muy importante a tomarse en cuenta. Un piso permeable, cualquiera que sea su material, es un piso de vida corta. Para este análisis es necesario trasladarse al cauce del río y debajo del puente, analizar la presencia de musgo u otro tipo de huella, que implique que en alguna ocasión el agua fluyó a través de la superficie de rodamiento, hasta la parte inferior del piso. En caso de tratarse de puentes de vigas de acero, la permeabilidad se analiza en la losa que descansa sobre las vigas y, además, en caso de que existiera filtración, (ver Fig. 33) debe observarse el grado de corrosión producido en las vigas del piso, conexiones, apoyos etc.

Superficie de Rodamiento

La superficie de rodamiento debe ser inspeccionada de la siguiente manera:

a) Material:

Los materiales corrientemente utilizados para superficie de rodamiento en los puentes de Costa Rica son: hormigón, asfalto, madera, lastre y macadam (ver definición). También es importante mencionar que los hay también de combinaciones de los anteriores materiales, por ejemplo: macadam asfáltico, hormigón asfáltico, etc.

b) Espesor:

Por tratarse de una medida de pequeña magnitud (de 3 a 7 cm.), debe

tratarse hasta donde sea posible que ésta sea exacta. Cuando se trata de superficies de rodamiento de madera (tanto en puentes de vigas de acero como de madera), cuya medida es menos variable y más sencilla de efectuarse, y de macadam cuyo espesor es aproximado, dicha medida puede que no esté dentro del rango antes especificado. En caso de tratarse de macadam, el espesor queda definido con el tamaño mayor de la grava.

Estado de la Superficie de Rodamiento

Para calificar la condición de la superficie de rodamiento basta tener presente que existen tres estados:

a) Muy bueno:

El estado de la superficie de rodamiento de un puente recién construido se considera como muy bueno y su calificación será de 10.

b) Bueno:

Es aquella condición que no presenta dificultad al paso de los vehículos, su calificación oscila entre 8 y 9. Cuando se trata de rodamiento de madera la determinación de su estado es uno de los puntos más importantes de la inspección y por lo tanto su calificación tendrá peso sobre la calificación final.

Una tabla quebrada, una sección notoriamente comida por el comején o podrida por exceso de humedad, etc. son motivos suficientes para

que su calificación sea baja.

c) Regular:

Es aquel en que presenta pequeñas ondulaciones o algún desgaste de importancia que hagan que el conductor disminuya la velocidad. Su calificación numérica oscilará entre 5 y 7.

d) Malo:

Es aquel estado cuya presencia de baches considerables, hacen que el conductor tenga que detener el vehículo casi totalmente al paso del puente.

Es recomendable cuando exista alguna duda sobre este estado, hacer un análisis más detallado que permita adquirir el criterio correspondiente para recomendar su pronta reparación. A este tipo de daños en la superficie de rodamiento se deben muchos de los accidentes que ocurren en puentes principalmente a altas velocidades; colisión por parada repentina de algún vehículo dentro del puente, colisión de vehículos con baranda al esquivar algún bache, etc. Su calificación numérica oscilará entre 0 y 4.

Cordón (Ver fig. 16)

La altura del cordón se mide por la distancia de la parte superior del mismo a la superficie de rodamiento. El estado es fácilmente analizable. Es importante observar si el cordón tiene el espesor adecuado que permita el

tránsito seguro de peatones por las aceras. (Ver definición de cordón).

Pintura

Debe analizarse si aquellas partes que requieren pintura (trabes, largueros, vigas de piso, cerchas, apoyos, etc.) están parcial o totalmente despintados. Es importante examinar sobre todo apoyos y conexiones ya que su funcionamiento se ve algunas veces obstaculizado por la corrosión, a consecuencia de la falta de pintura.

Es importante también anotar como observación adicional la fecha de la última pintura y el tipo de pintura utilizado, (generalmente aluminio) así como también si las barandas de los accesos están debidamente pintadas con pintura fluorescente, sobre todo cuando se trate de tubos de acero rellenos de hormigón.

Desagües o Drenajes

El análisis de los desagües se realiza observando si están atascados, si existen o no tubos adicionales que hagan que el agua no drene deslizándose por las vigas, sino que salga directamente sin mojar pieza alguna de la estructura. En la Fig. 28 aparece un tipo de drenaje inadecuado en el cual no existe el tubo que antes se mencionó con el consiguiente deterioro en el larguero como se muestra. El tipo de drenaje mostrado en la Fig. 17, es al que anteriormente hacíamos referencia como correcto.

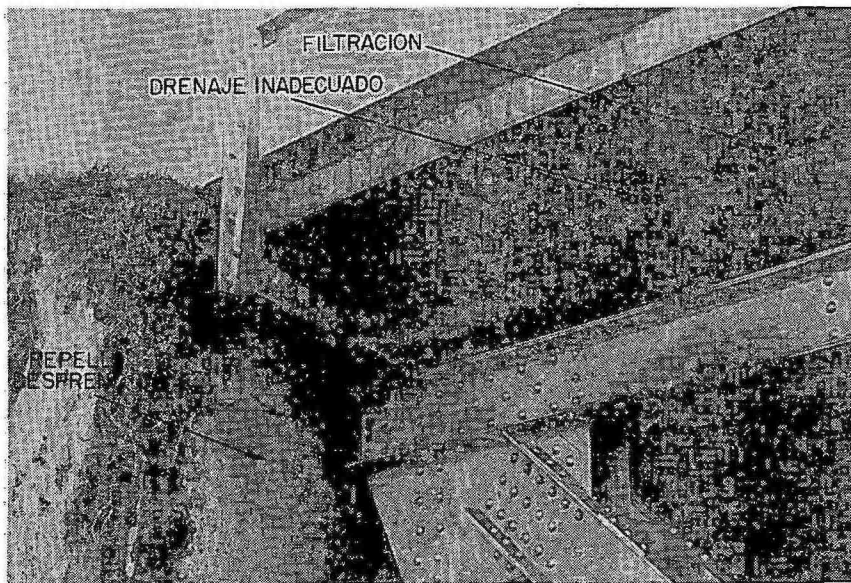


Fig. 28 Desagüe inadecuado

Finalmente se recomienda proveerse de un tubo de acero o de una varilla de construcción de más o menos 20 mm. de diámetro para limpiar desagües a la vez que se efectúa la inspección.

Vibración

Para determinar si existe o no alguna vibración, el procedimiento es sencillo y se basa en la apreciación personal.

Se espera el paso de vehículos pesados y se analiza la vibración por encima y por debajo del puente.

En caso de puentes de acero (cerchas principalmente) se debe observar detalladamente el arriostramiento inferior, colocándose debajo del puente, y determinar si el exceso de vibración ha producido o puede producir daños en las conexiones de dichas riostras.

Se estima como despreciable poca o mucha, según la intensidad y daños producidos y su calificación de acuerdo a la anterior estimación.

Deformación Permanente

La deformación de vigas se comprueba, para efectos de inspección, de una manera muy práctica: se tira una cuerda de bastión a bastión, cerca del borde inferior de la viga (considerado como recto) y se mide en el centro, la posible flecha. (Ver definición de deformación).

Corrosión

Es un estado de oxidación de piezas estructurales en puentes de cerchas y vigas de acero. La corrosión ocurre no solo en las cerchas (portales, riostras, etc.) sino también en las vigas de acero del piso, cuyo estado general, como diremos más adelante, quedará determinado en la mayoría de los casos por el grado aparente de oxidación. Debe anotarse la severidad y extensión de la oxidación y medirse el espesor cuando ha habido disminución en los espesores. (Ver Fig. 52).

Es importante indicar en este punto, aunque más adelante se vuelva a recalcar, que el análisis de la corrosión se extiende a los apoyos, lógicamente cuando éstos sean de acero y del tipo que más adelante se especificará.

Para terminar con este análisis debe recordarse que también están dentro del análisis de la corrosión todo tipo de conexiones. Debe analizarse, hasta donde se pueda, si la corrosión hace que dichas piezas no cumplan la función para la cual fueron diseñadas: conectar firmemente los miembros principales y secundarios.

Alineación de Miembros

La determinación de esta condición es prácticamente exclusiva de puentes de cerchas de acero. Su determinación se hace prácticamente a ojo y consiste en determinar si alguno o algunos de los miembros de la armadura (postes extremos, diagonales, etc.) no se encuentran alineados, ya sea por colisión o por daños producidos por sobrecarga.

Portales y Marcos Rígidos

Se pretende determinar si han sufrido daños, por ejemplo en portales que hayan sido golpeados por camiones altos. Una breve inspección ocular es suficiente. Respecto a marcos rígidos las recomendaciones para inspección se dan en el Capítulo V.

El estudio de los dispositivos de expansión se tratará más adelante en forma detallada.

Remaches y Tornillos

Su funcionamiento se prueba así: los remaches, mediante un golpe con ma

zo y con el dedo en el otro extremo notar algún movimiento. Los tornillos se prueban con una llave de torsión.

Es importante recalcar aquí, que estas pruebas de funcionamiento de las diferentes conexiones son características de inspecciones excesivamente detalladas.

En nuestro caso se considera necesario, únicamente, analizar las uniones o conexiones que presenten dudas a simple vista.

Varios

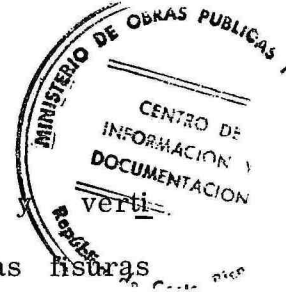
Esta sección tiene como finalidad mencionar otro desperfecto del puente, de cualquier tipo que sea y que se considera necesario anotar. Por ejemplo: tuercas que se hayan caído en cualquier parte del puente, si existe oxidación en los asientos, si el roce entre placas de los asientos y asientos en sí (balancín o rodillos), produce sonido al paso de los vehículos, etc.

(Ver Fig. 32).

Análisis del Estado General de los Largueros

El análisis de los largueros requiere un estudio especial por ser piezas de mucha importancia dentro del puente. Tiene en consecuencia su calificación un alto porcentaje sobre la evaluación total del puente. La suciedad y la presencia de plantas incrustadas (sobre todo en vigas de hormigón), es motivo suficiente para darle una regular calificación que oscilará entre 3 y 6.

Hormigueros en vigas con refuerzo al descubierto puede ser suficiente para



calificar el estado como malo. Lo mismo que fisuras diagonales y verticales cerca de los apoyos y en el centro mismo de la viga. Estas fisuras acostumbran aparecer en la parte inferior de la viga o sea en la zona llamada de tracción. (Ver Fig. 13)

En caso de tratarse de vigas de acero, su calificación es un poco más difícil. No se puede determinar a simple vista, salvo algún caso especial, si una viga de acero, está cerca de la falla. Sin embargo, con un poco de experiencia y un conocimiento de la fecha de construcción del puente se puede determinar el grado de seguridad de dichas vigas. Puentes de acero, con más de 50 años de uso, deben ser sometidos a una inspección más minuciosa.

Se recomienda durante este análisis que en puentes cuya "distancia libre bajo estructura hasta nivel de agua" sea relativamente pequeña, se compruebe si los largueros o cerchas han sido golpeados por troncos o piedras arrastradas durante las avenidas máximas.

Cuando se inspeccionen puentes de vigas soldadas debe enfatizarse la inspección en la soldadura entre el alma y el ala de todos los largueros y traveses.

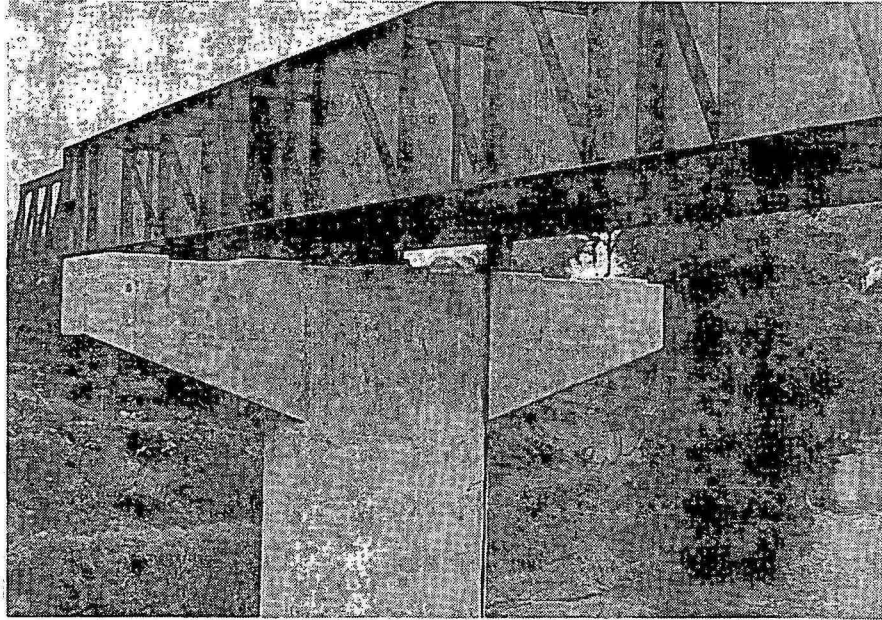
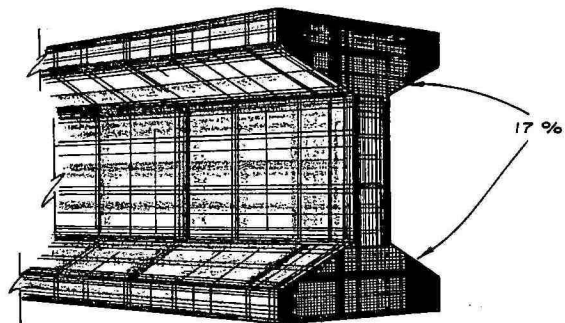


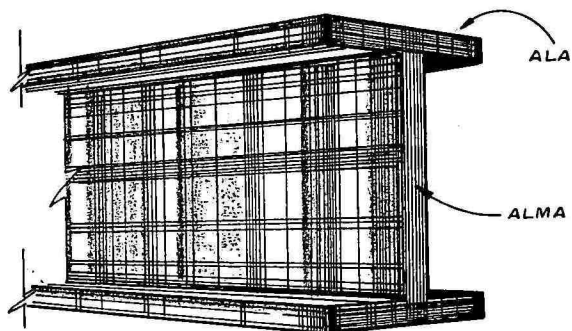
Fig. 29

Viga de acero soldada
Puente sobre el Río Sarapiquí
(en construcción)

VIGA TIPO I



VIGA TIPO W



VIGA I ARMADA

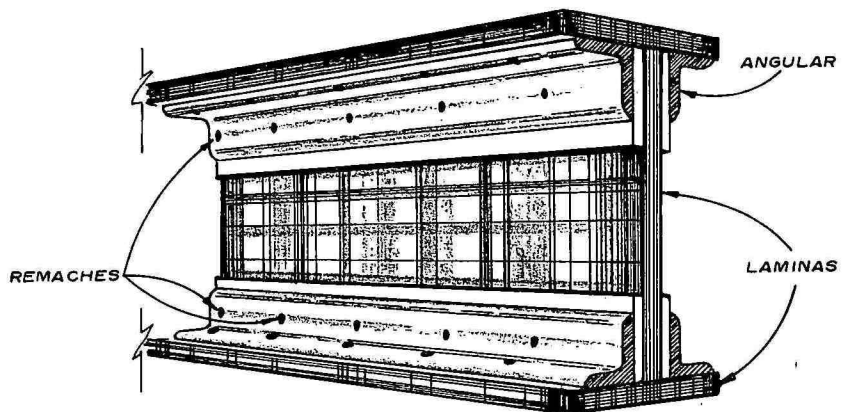


FIG.30 VIGAS DE ACERO

Conexiones en Largueros y Apoyos

El análisis de conexiones en largueros es similar al que se mencionó anteriormente en relación con las conexiones de riostras; sin embargo por la situación en que se encuentran las vigas, su inspección es más complicada. Los remaches constituyen los conectores más usados entre trabes (o vigas transversales) y largueros. Algunas veces se utilizan placas para empalmar largueros (ver Fig. 26), para salvar luces de considerable longitud.

Es importante tener presente en este caso de vigas empalmadas que suelen presentarse deflexiones muy notorias.

Finalmente, respecto a las conexiones debe tenerse en cuenta la corrosión como observación importante.

Respecto a los apoyos, estos se analizarán cuando se haga referencia de los ASIENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA y se definan los diferentes tipos de apoyos, con exposiciones gráficas.

Análisis del Estado General de los Travesaños

Un análisis similar al análisis hecho con respecto a los largueros, debe hacerse para los travesaños.

Conexiones

Las conexiones entre largueros y travesaños están formadas generalmente por angulares remachados a ambos, su análisis debe hacerse en conjunto.

La junta remache-angular-travesaño-larguero, debe estar firme y exenta de toda oxidación.

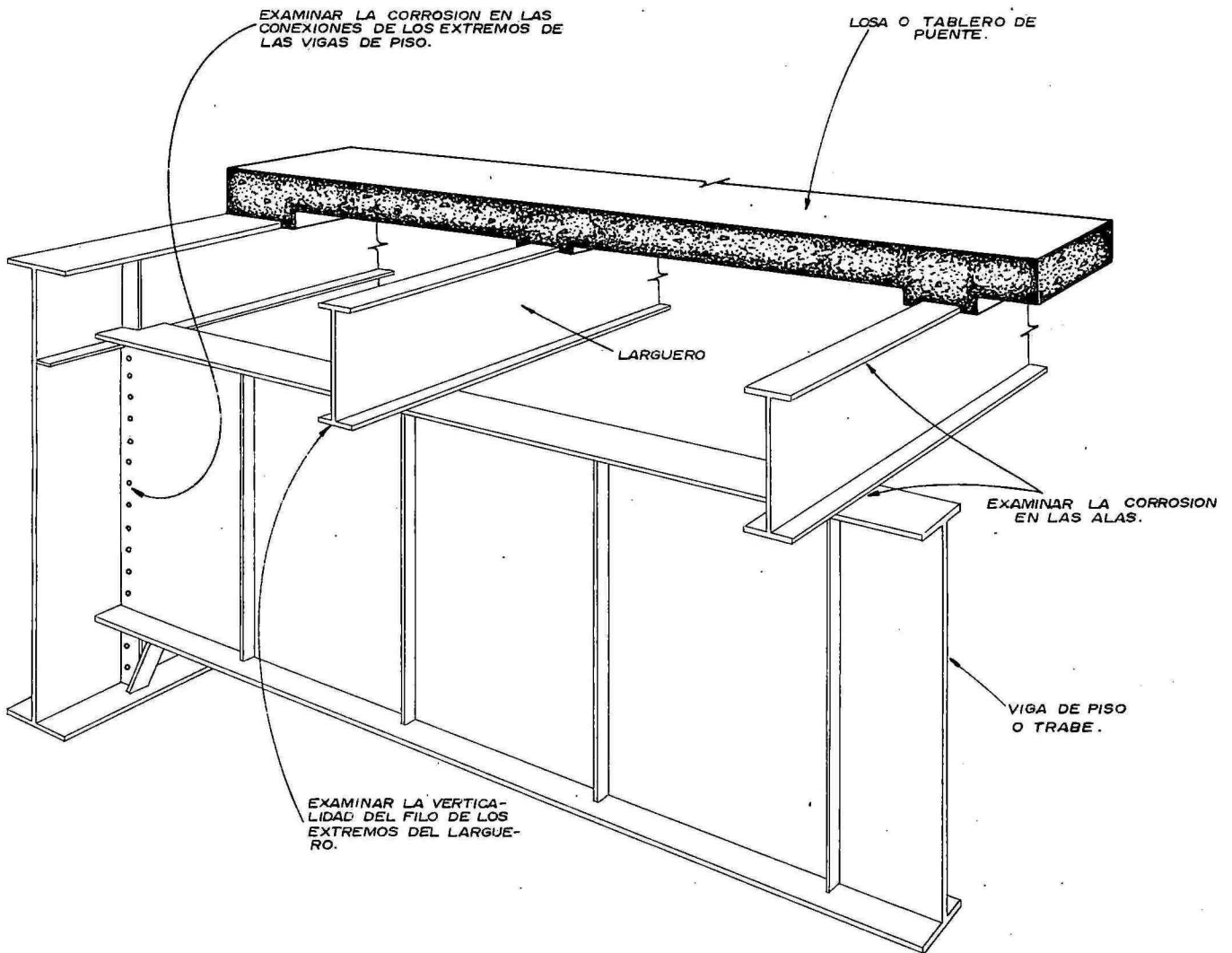


FIG.31 PARTES A EXAMINAR EN LARGUEROS Y VIGAS DE PISO DE ACERO

Aceras (Estado General)

El estado general de las aceras, puede determinarse mediante una inspección ocular rápida, para estudiar primero que todo su funcionalidad, es decir, si está en condiciones de ser transitada por peatones con la adecuada seguridad.

Piso de las Aceras

El análisis del piso consiste en detectar la existencia de algún tipo de deterioro, como baches peligrosos que hagan necesario que el peatón transite por la zona destinada al paso de vehículos y, finalmente comprobar si el cordón es suficientemente alto como para que no sea transitada por los vehículos, como parte de la superficie de rodamiento.

Columnas y Vigas de las Barandas

Deben anotarse aquí daños que afectan la funcionalidad de las barandas, por ejemplo columnas o vigas quebradas, removidas o con el refuerzo al descubierto; estos daños son ocasionados generalmente por colisiones. Su calificación depende de su funcionalidad.

Asientos de la Superestructura y Unidades de Expansión

Lo primero que debe tenerse en cuenta en este punto son las diferentes clases de asientos. Estos pueden verse al inicio de este capítulo. Debe anotarse si es necesaria una limpieza por la presencia de residuos de hormigón u

EXAMINAR ALINEAMIENTO Y EL CENTRADO
DEL APOYO.
QUE ESTE EN TOTAL CONTACTO A TRA-
VES DE LA SUPERFICIE DEL MISMO.

EXAMINAR SI LOS PERNOS
DE ANCLAJE ESTAN FLO-
JOS O SI FALTA LA TUERCA.

DESPLAZAMIENTO
HORIZONTAL

PUNZONES HUECOS
ALINEADOS VERTI-
CALMENTE.

HAGA MARCAS EN LA
PLACA DE MANPOSTE-
RIA Y EN EL ASIENTO
DEL PUENTE.

BASTION

OBSERVE QUE LAS SUPERFICIES
DEL APOYO ESTEN LIMPIAS Y
SIN CORROSION.

DRENAJE ADECUADO

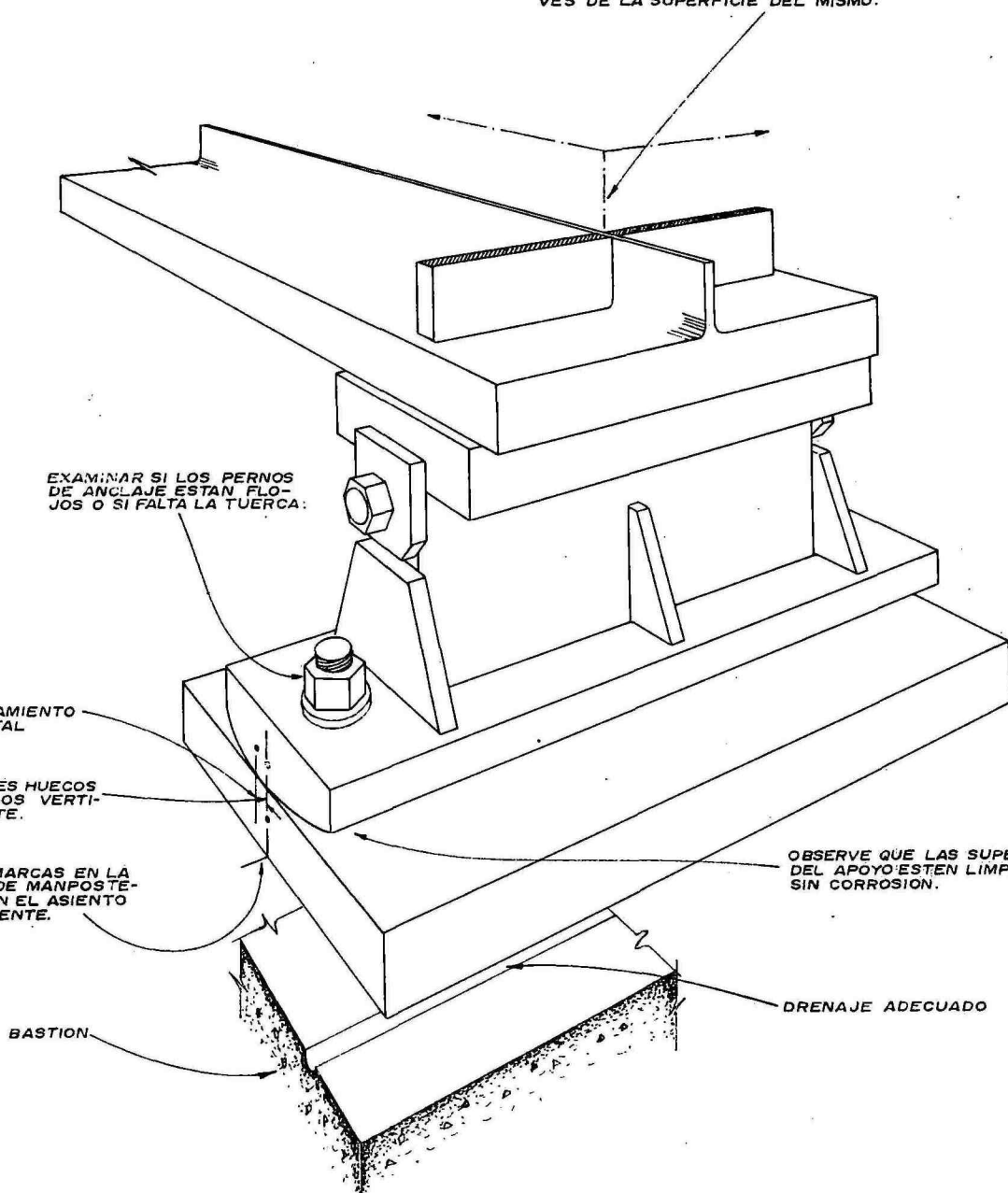


FIG.32 PARTES A EXAMINAR EN APOYOS DE METAL

otros materiales que pongan en peligro el funcionamiento de los apoyos.

También si es necesario el aceitado y pintado de los apoyos para efectos de mantener un control adecuado de la corrosión.

La corrosión entorpece la función de estos, sobre todo la de los rodines y balancines. (Ver Fig. 32).

El mantenimiento de los apoyos es algo que debe tenerse muy en cuenta. Deberá observarse la condición de la soldadura entre la placa y el apoyo, si las placas tienen fisuras desquebrajamientos u otro tipo de deterioro que ponga en peligro la integridad de la estructura. Es recomendable aprovisionarse de un recipiente de pintura especial y un cepillo de alambre y efectuar esta reparación al mismo tiempo que se haga la inspección con la consiguiente economía de tiempo. Debe medirse también la inclinación de los apoyos.

Análisis de la Existencia de Filtraciones de Agua. Causas y Daños Producidos por dichas Filtraciones

Este análisis debe efectuarlo el inspector colocándose debajo del puente. El observar si han habido o no filtraciones es un tanto difícil, por cuanto en tiempo seco no se aprecia a simple vista señales de las mismas. La presencia de cierto tipo de plantas proporciona indicios de que dicha estructura ha sido humedecida por el agua, lo cual indica que han existido filtraciones. Debe anotarse además si existe alguna junta de expansión, ya sea deteriorada o mal instalada, por la cual se filtre agua. Este análisis debe hacerse con más cuidado en puentes de vigas de acero, en donde en algu-

nos casos la superficie de rodamiento se ha agrietado, ya sea por la vibración excesiva del paso de vehículos o por cualquier otra causa, con la consiguiente filtración y consecuencias nefastas tanto en las conexiones como en las vigas propiamente dichas.

En puentes de losa construida en bloques, a menudo se producen filtraciones a través de las juntas entre estos (ver Fig. 33). En estos casos la corrosión en vigas y conexiones puede llegar a ser peligrosa. (Ver observación hecha en "defectos propios de puentes de acero").

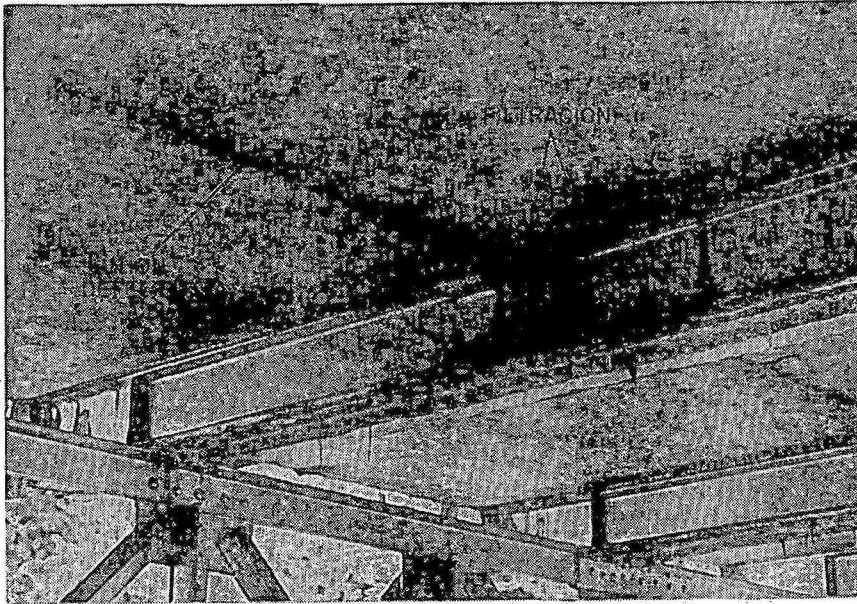


Fig. 33. Efectos de unión defectuosa en tableros de puente

Descripción de daños por choques, Sobrecarga u otro tipo de causa

Cuando se trata de un puente de cerchas de acero, es importante analizar to dos los postes a ambos lados del puente. Si existe deslizamiento puede ser que la causa sea colisión, en cuyo caso debe hacerse la observación corres pondiente. La sobrecarga produce daños muy característicos, por ejem- plo: pandeo excesivo de los largueros, desajuste de los conectores de vigas y largueros, deterioro de la superficie de rodamiento por el tránsito de ve hículos pesados, etc. Es importante anotarlo como daño o como repara- ción urgente cuando la separación entre la losa de acceso y la del puente propiamente dicha sea demasiado marcada.

Análisis General de los Accesos

Ante todo es importante tener en cuenta en qué consiste un acceso, Para esto debe consultarse antes el capítulo de definiciones y las consideraciones que a continuación aparecen.

El acceso como lo dice la definición, no es necesariamente un tramo del puente, sino que se considera acceso también, una sección de la carrete ra de más o menos 20 metros de longitud a la entrada o a la salida del puente, exista o no la llamada losa de acceso (cuyo significado veremos más adelante).

Alineamiento

El análisis del alineamiento de los accesos, consiste en determinar a simple vista si el exceso o los accesos se encuentran en curva, en cuyo caso no

estarían alineados, o en recta en cuyo caso lo estarán.

Pavimento de los Accesos

Tipo: Los tipos de pavimento característicos de los accesos más corrientes en Costa Rica son los siguientes: hormigón, asfalto, macadam, y algunas veces lastre o tierra.

Ancho: En la medida del ancho del acceso debe tenerse presente que no necesariamente, tiene que ser igual al ancho de calzada del puente. Debe efectuarse la medida del ancho a una distancia considerable del puente (más o menos 20 metros), y que no deben incluirse los espaldones de la carretera como parte de la superficie de rodamiento, por pequeños que sean.

Estado: El análisis del estado de los accesos se realiza en forma similar al recomendado para la superficie de rodamiento de la estructura principal del puente o sea inspeccionando juntas atascadas o grietas y huecos en el pavimento de acceso.

Barandas de Seguridad (en Accesos)

Las barandas de seguridad en los accesos no necesariamente tienen que ser similares a las de la estructura principal. Pueden ser postes de seguridad con o sin pintura. Debe medirse su longitud tanto a la entrada como a la salida, así como observarse si la longitud es suficiente.

Defensa Contra Golpes

Aquí basta con decir si existe o no existe algún tipo de defensa contra golpes. Si se trata de un puente de una carretera de alta velocidad es necesario la presencia de defensas.

Losa de Acceso (Ver. Fig. 34)

Es importante tener presente que algunas veces, sobre todo en puentes de un solo tramo, no existe losa de acceso, en cuyo caso debe anotarse esta característica.

Sin embargo, como una indicación importante, se recomienda investigar si existe losa de acceso excavando con una varilla de acero a unos metros de la entrada y de la salida del puente. Esto debe hacerse sobre todo, en carreteras en las que no existe homogeneidad en la superficie de ruedo de la carretera y del puente.

Si hay una losa de acceso a la entrada generalmente también existe a la salida. Anotar además el desplazamiento vertical entre el pavimento del acceso y el piso del puente.

Longitud

Su longitud se determina efectuando la medida a lo largo de la línea centro de la carretera y desde el borde de la superficie de rodamiento del puente.

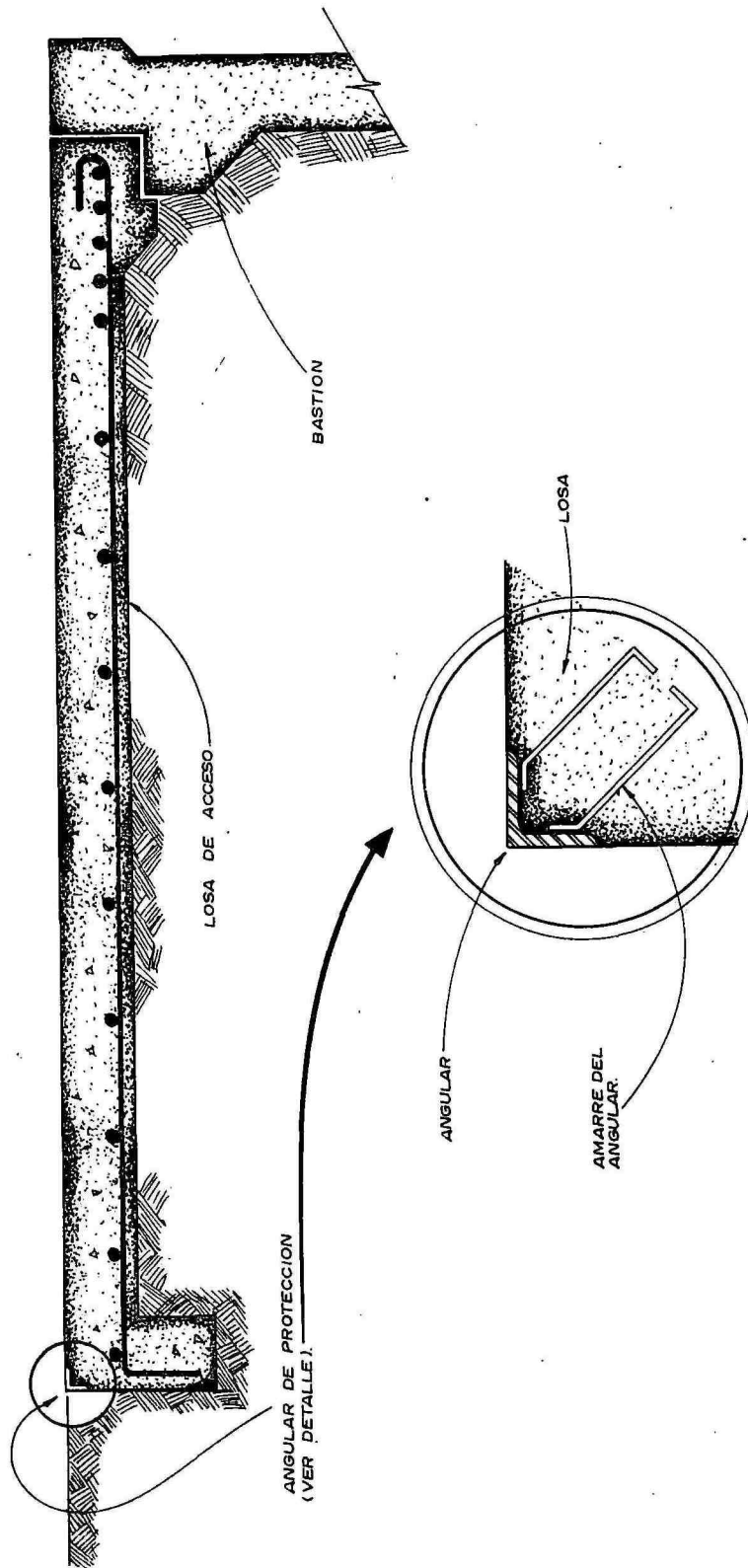


FIG.34 LOSA DE ACCESO

Estado

Inmediatamente después se determina el estado de la losa, de acuerdo al criterio antes expuesto con respecto a la superficie de rodamiento del puente.

Observaciones

Este es quizás uno de los puntos más importantes del análisis. En él se pretende efectuar la descripción de daños en todas las partes de los accesos. Respecto al alineamiento es importante observar si las características de este pueden poner en peligro la seguridad de los vehículos.

Una pendiente muy empinada, a la entrada o a la salida, es inconveniente y peligrosa. El ancho del pavimento en los accesos, es algo que debe analizarse bien. Siempre conviene que exista por lo menos un espaldón, tanto a la entrada como a la salida, para que los vehículos tengan oportunidad de detenerse para esperar la pasada de otros vehículos, especialmente cuando se trata de puentes angostos (menos de dos vías).

Si el pavimento de alguno de los accesos se ha agrietado o tiene baches, es de suma importancia anotarlo.

Si existe una separación muy notoria entre la losa de acceso y la superficie de rodamiento del puente; es necesario indicarlo, ya que el golpeteo de los vehículos en esa unión produce agrietamiento tanto en la losa como en la superficie de rodamiento del puente.

Juntas de Expansión

Consisten en cierto tipo de dispositivos que permiten pequeños movimientos de la superestructura (cambio de temperatura, paso de vehículos) sin que se produzcan daños en el puente.

En puentes de luces pequeñas el material de la fundación es suficiente para permitir pequeños movimientos sin dificultad. En puentes de luces grandes es necesario el diseño de juntas de expansión en la superficie de rodamiento.

En lugares donde se consideran pequeños los movimientos producidos por el tránsito, la junta puede ser únicamente una apertura o separación sellada (ver Fig. 35), donde el tránsito es grande la junta se diseña para ser armada con ángulo de acero como aparece en la Fig. 36.

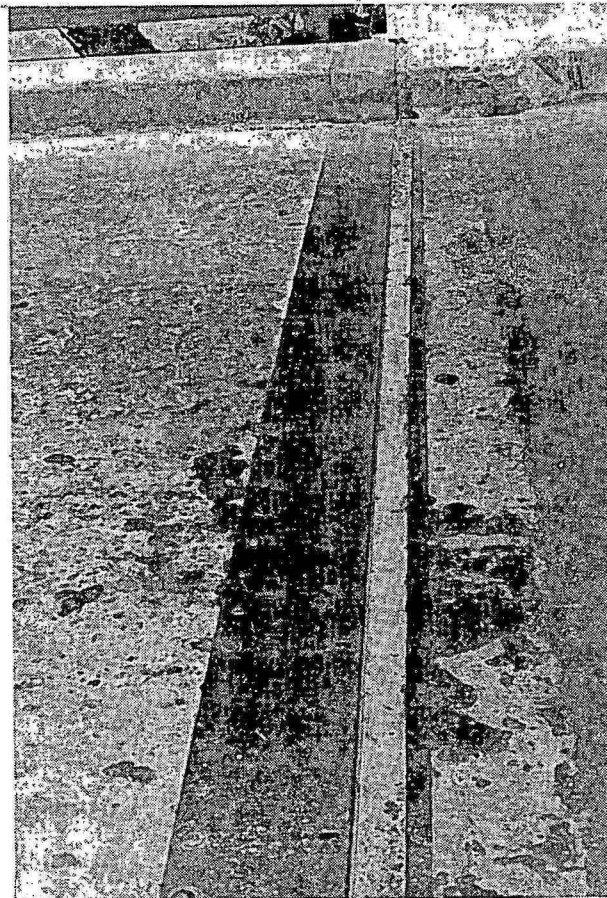


Fig. 35 Junta de Expansión

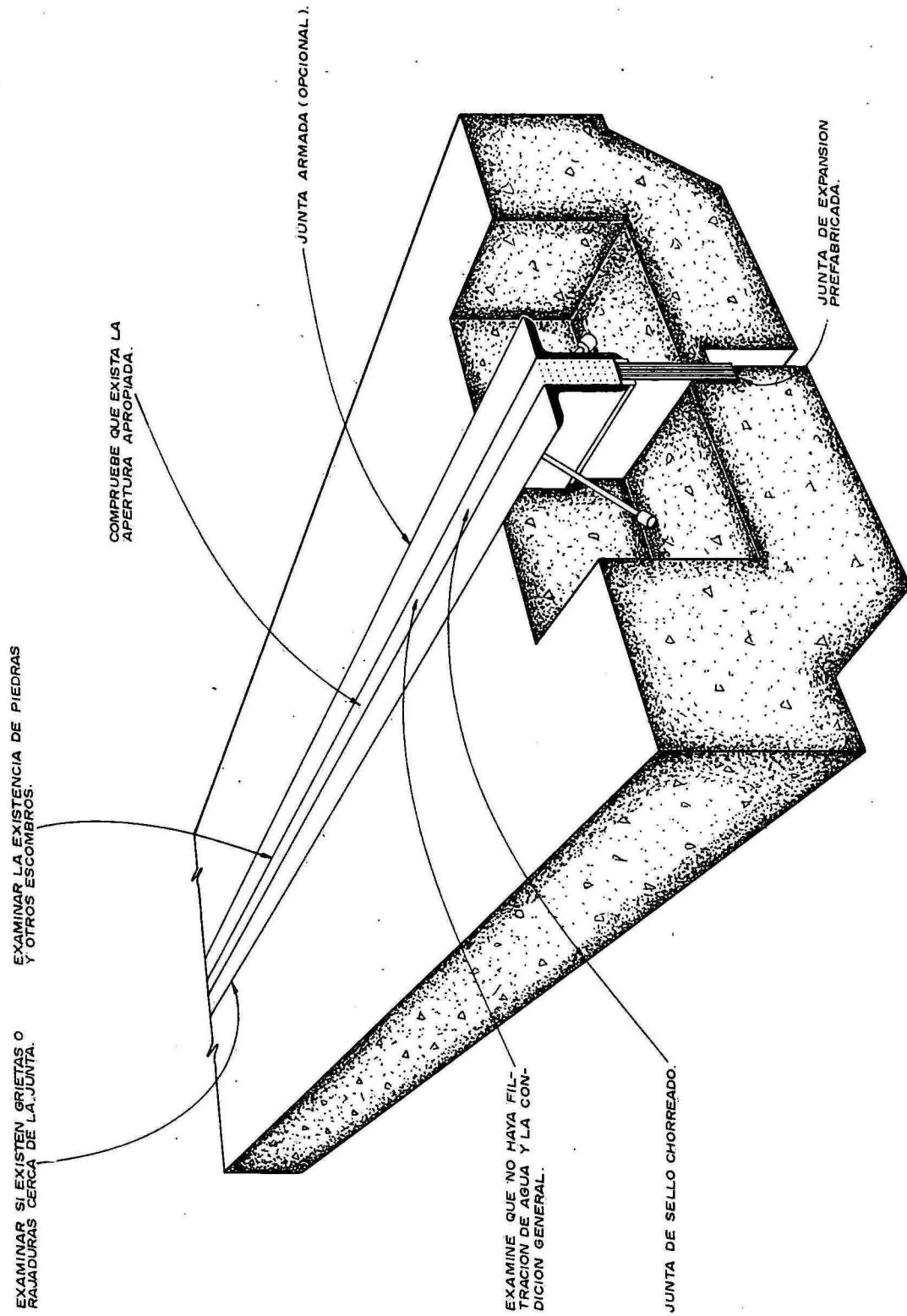


FIG.36 JUNTA DE EXPANSION Y PARTES A INSPECCIONAR

3.2.3 Recomendaciones para la Inspección de Bastiones y Pilas

Bastiones (Ver def.)

a) Analizar la socavación (erosión alrededor del bastión), ver Fig. 62 notar el grado de avance en que se encuentra así como causas que la producen.

b) Algunos bastiones están provistos de drenajes (ver Fig. 37). Determinar si éstos están limpios. También las juntas de los bastiones deben ser analizadas ya que a menudo penetra el agua a través de éstas, debido a la acumulación de agua detrás del bastión.

Debe analizarse también, cualquier movimiento (deslizamiento, inclinación, pandeo, rotación) o asentamiento. (Ver. Fig. 37).

c) El movimiento producido por el asentamiento, puede determinarse de la siguiente manera: se construye un Hito, se determina su elevación, se escoge un punto de la pila o bastión y se determina la diferencia de nivel entre ambos puntos. Para efectos de comprobación; se efectúa la misma operación 1 ó 2 años después. La rotación se comprueba siguiendo el esquema de la Fig.

d) Revisar grietas en el muro trasero y comprobar inicios de deslizamientos. La existencia de grietas en la unión de aletón y bastión implica deslizamiento. (Ver. Fig. 37).

e) Revisar que los apoyos, ya sean fijos o de expansión, estén en su posición correcta, de lo contrario implicaría algún tipo de movimiento del

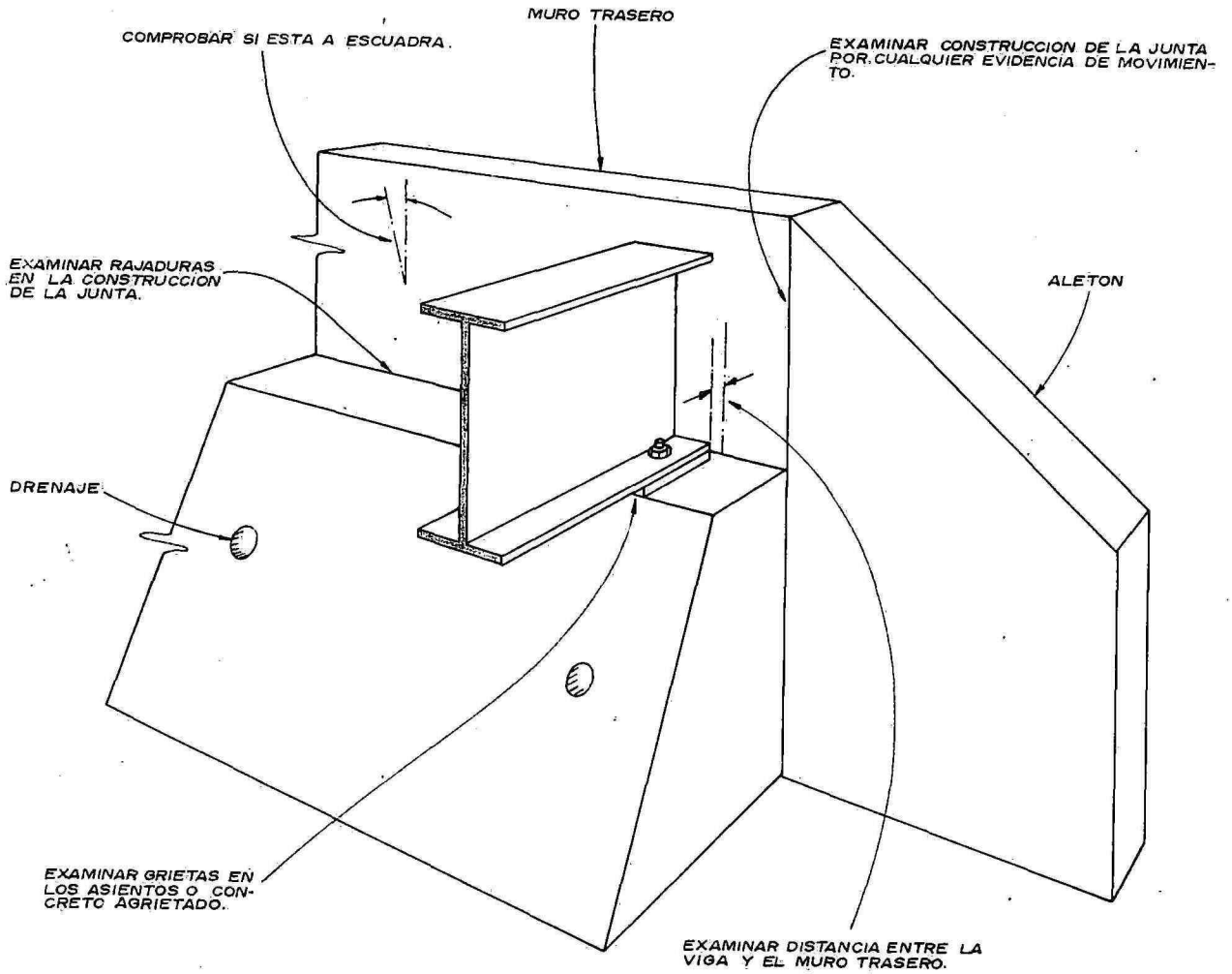


FIG.37 PARTES DE BASTION A INSPECCIONAR

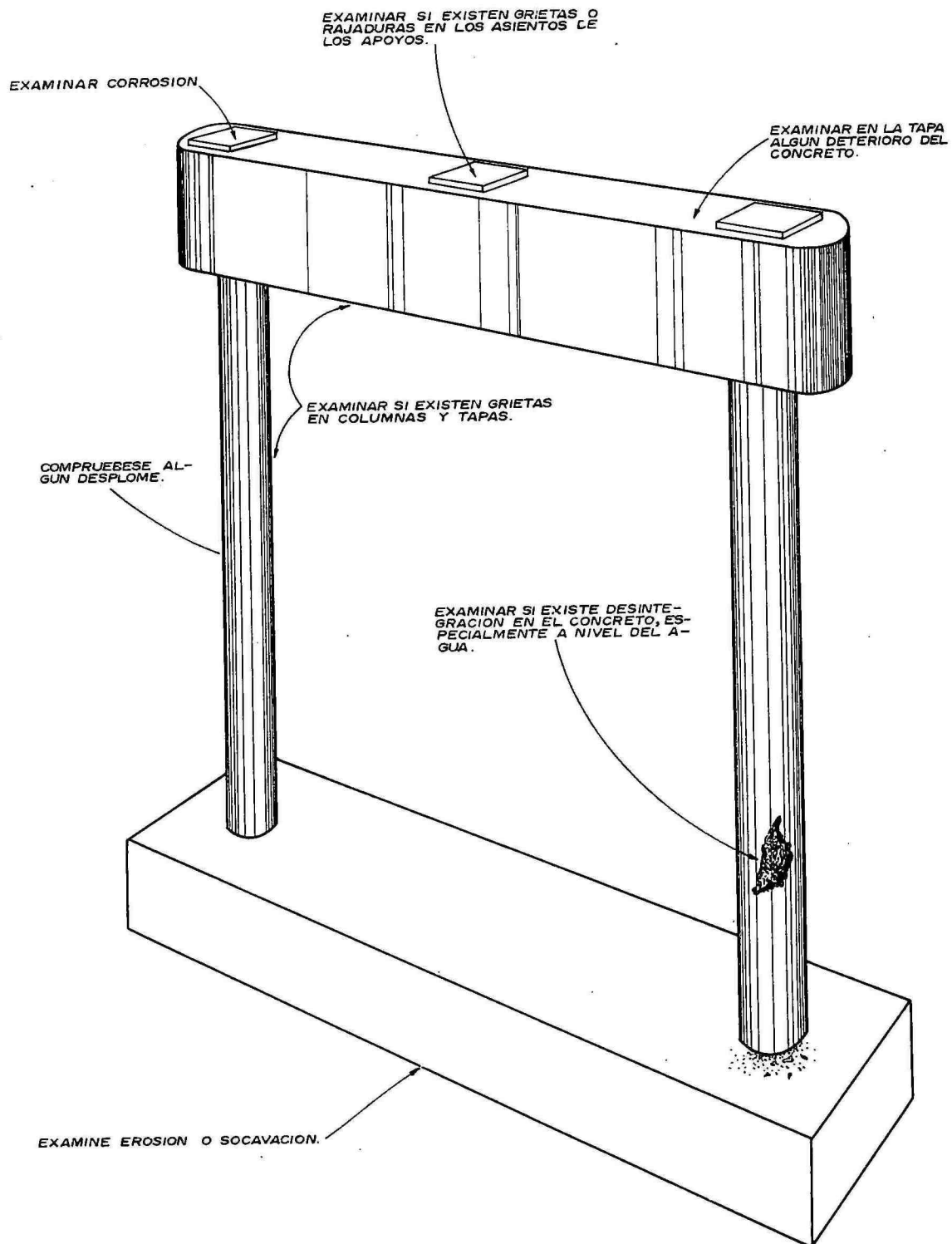


FIG.38 PILA DE CONCRETO Y PARTES A EXAMINAR

bastión. (Ver Fig. 37).

Un estudio sobre este tipo de movimiento será objeto de un análisis especial más adelante, por considerarse de suma importancia el peligro que representa.

Pilas (Ver def.)

a) Al igual que los bastiones, debe revisarse la socavación de los cimientos. (Ver Fig. 38).

b) Revisar desintegración en el punto donde es golpeada por el agua.
Ver Fig.

c) Analizar la forma geométrica de la pila. Deben tener una forma elíptica o redondeada en la dirección del cauce de lo contrario ocurrirá socavación. (Ver Fig. 62).

d) Localizar grietas en columnas, cabezales y asientos. (Ver Fig.38).

e) Localizar corrosión en uniones y empalmes de pilas de acero.

f) Pilas con daños debidos a sobrecarga, sobre todo en pilas de madera.

g) Observar el comportamiento de la pila al paso de cargas pesadas.

h) Analizar si no existe restricción en los apoyos de las vigas, ya sea por la presencia de herrumbre o de partículas extrañas. (Ver Fig. 32)

Pasadores, Péndolas y Dispositivos de Expansión

Su inspección consiste en determinar si no están oxidados, desgastados o trabados. Las péndolas (ver Fig. 39) y dispositivos de expansión, (ver Fig. 21) o apoyos de expansión se consideran trabados si se encuentran inclinados. Oxidación notoria en las uniones de los pines o en los asientos de rodillos o balancines implica trabamientos de la unión. (Ver Fig. 32)

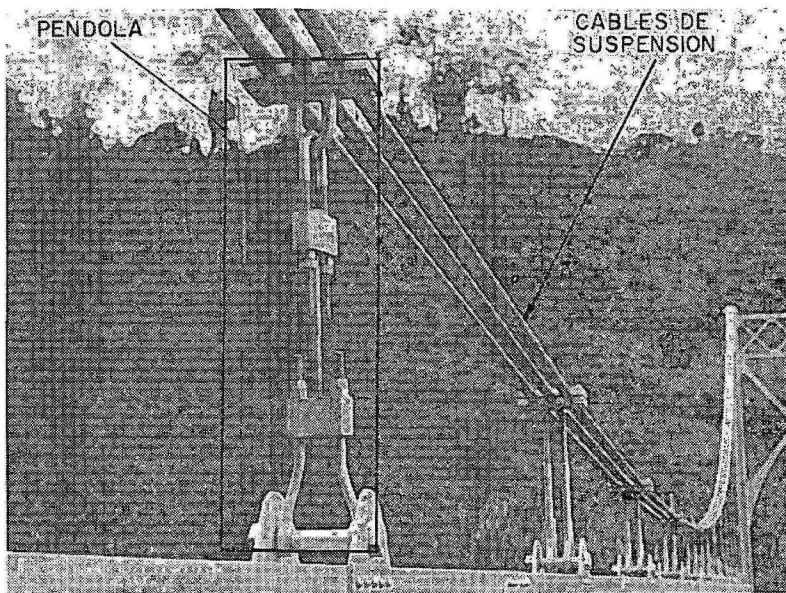


Fig. 39 Péndola

Puente sobre el Río Peñas Blancas
Ruta No. 142 Florencia - La Chachagua

3.2.4 Estudio del Cauce

Se empieza por el análisis de las condiciones del lecho del río en el sitio del puente. La existencia de piedras de gran tamaño que desvíen parcialmente el cauce hacia uno de los bastiones, pueden hacer que el agua erosione o socave los bastiones con el tiempo, en cuyo caso en el reporte debe ser calificado como de "mala condición", y en consecuencia su calificación es baja.

Aguas arriba y aguas abajo (más o menos 75 pies) debe hacerse el análisis así como medir la profundidad en estos sitios y en el sitio del puente. Troncos de tamaño considerable, bancos de arena cauce demasiado angosto sobre todo cerca del puente y (ver Fig. 40) con posibilidad de erosionar alguno de los bastiones, derrumbes en las orillas, hacen que sea considerada su condición como peligrosa, sobre todo aguas arriba. Se debe reportar en este caso, inmediata limpieza del cauce sobre todo si se trata de un río que presente signos de tener avenidas que rebasen el cauce. El hecho de que el nivel máximo de agua pase por sobre los accesos, es una observación que debe dársele una importancia especial. No sólo se pone en peligro la estructura en general, sino también los accesos y la carretera en sí, con posibles desgracias personales.

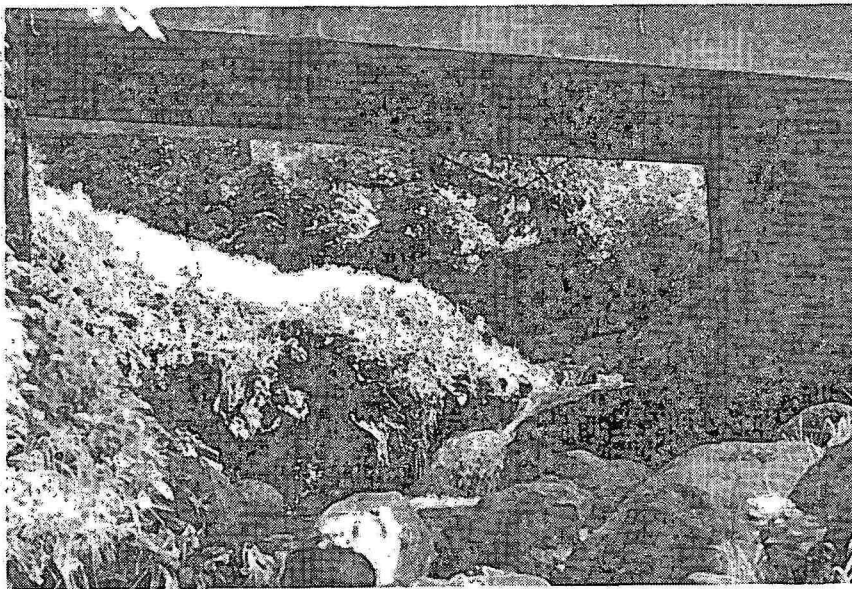


Fig. 40 Vista en dirección aguas arriba

Obstrucción en el sitio del puente
Afluente del Río Itiquís
Ruta No. 9.- Heredia - Sarapiquí

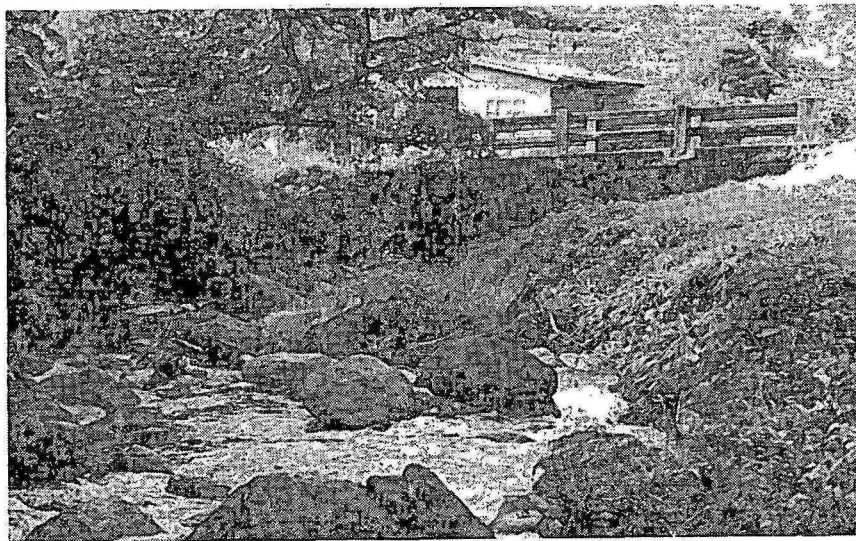


Fig. 41 Vista en dirección aguas abajo

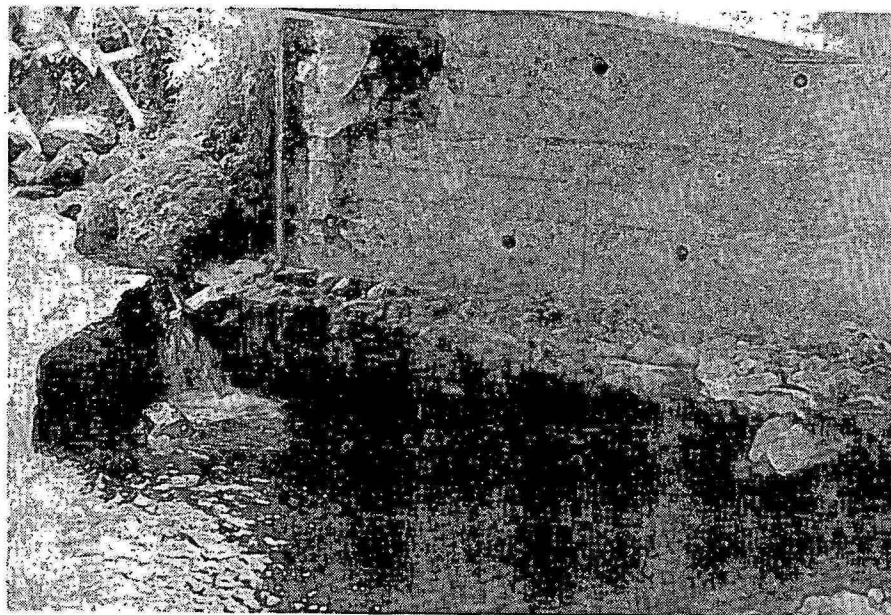


Fig. 42 Socavación en bastión

Puente sobre afluente Río Itiquís

CAPITULO IV

EJEMPLOS TIPICOS DE INSPECCION

4.1 Generalidades

Se pretende en este capítulo mostrar cuáles son los puentes típicos de inspección, las fotografías que deben tomarse para el archivo y algunos de los defectos más frecuentes en estos puentes.

4.2 Puentes de Madera

4.2.1 Fotos para efectos de archivo

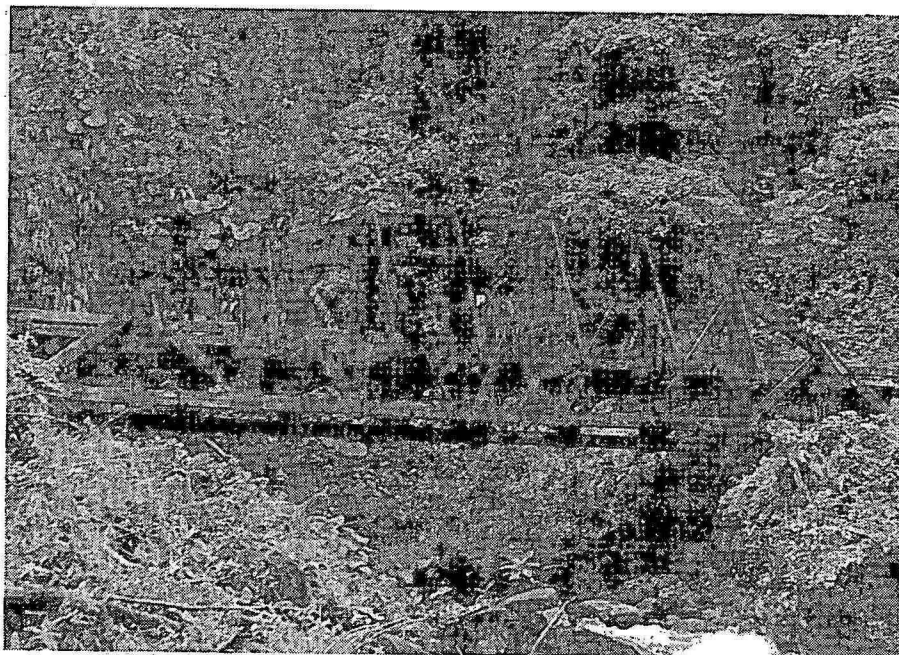


Fig. 43 Foto en la dirección del cauce

Puente sobre el Rfo La Paz
Ruta No. 9.- Heredia-Puerto Viejo de Sarapiquí

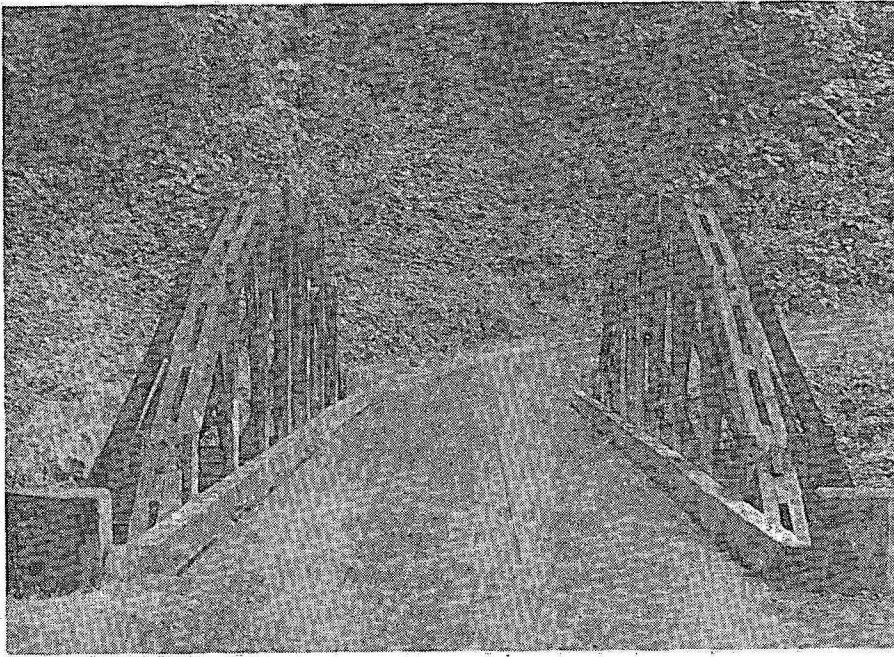


Fig. 44 Foto en la dirección de la ruta

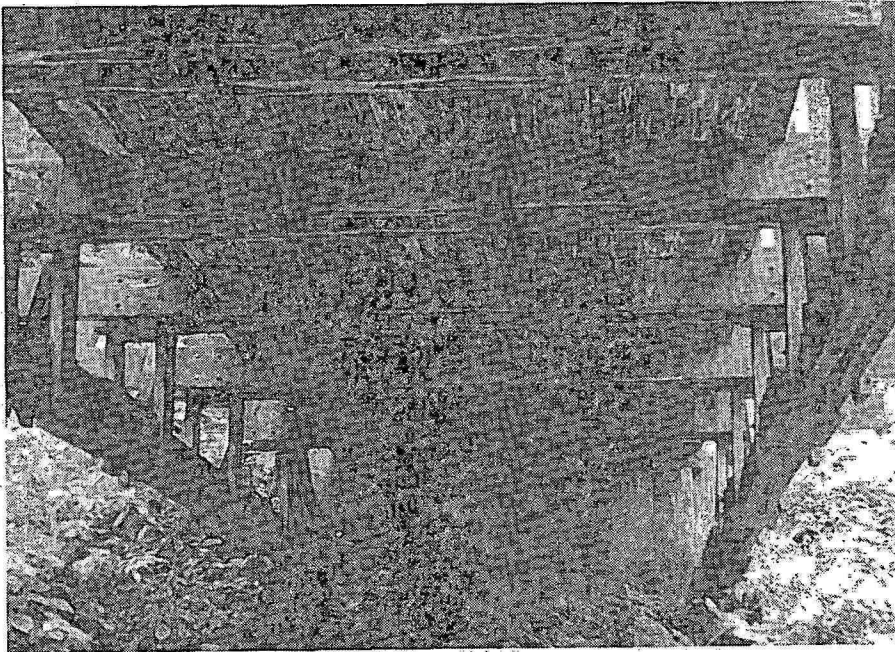


Fig. 45 Foto de la parte inferior del piso

4.2.2 Defectos Propios del Puente de Madera



Fig. No. 46 Filtración
Puente sobre el Río La Paz

Nótese la filtración a través del último tramo de la cuerda inferior.

Defectos como estos son muy frecuentes en puentes de madera, siendo algunas de sus consecuencias:

1. Pudrición en la madera.
2. Oxidación de tornillos y conectores, etc.

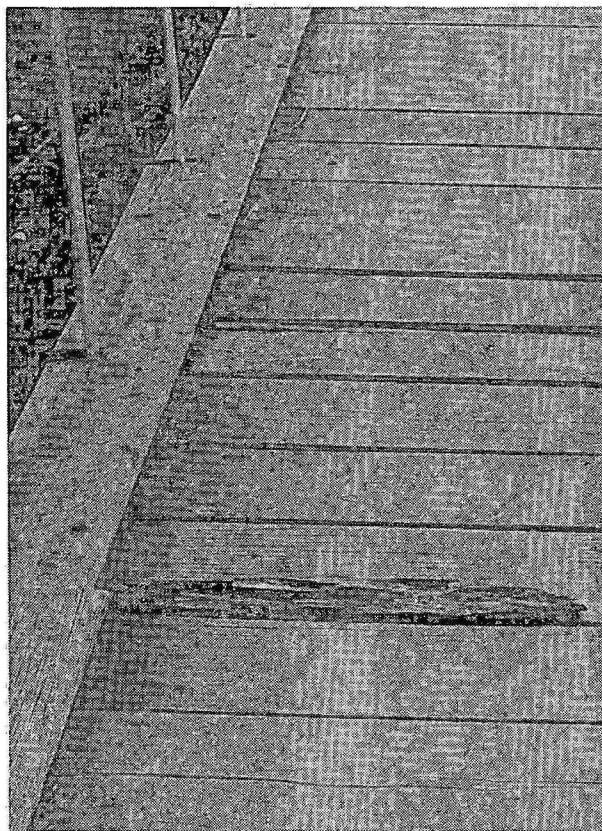


Fig. No. 47 Superficie de rodamiento carcomida

Puente sobre la Quebrada Bermúdez
Camino Vecinal de Santo Domingo de Heredia

Defecto muy común en puentes de madera, causado por filtración o por sobrecargas. Se recomienda en estos casos examinar todas las piezas de la superficie de rodamiento a fin de reportar las causas que las producen y evitar daños mayores.

4.2.3 Recomendaciones y Observaciones

En nuestro País el diseño de nuevos puentes de madera, prácticamente ha desaparecido, sin embargo no por eso debe dejarse de inspeccionar los existentes que en algunos casos, tienen que funcionar como puentes de alta capacidad.

Por lo general los pisos de puentes de madera están constituidos por tablones apoyados en vigas de acero o por tablones en ambos sentidos sinninguna viga lateral, en cuyo caso su resistencia es sumamente dudosa y peligrosa para vehículos pesados. Hay también tipo cercha, construido todo de madera (ver Fig. 44).

Debe anotarse si la madera utilizada ha sido sometida a una cura adecuada y si no analizar con detenimiento la podredumbre en todas las piezas.

Las mediciones a efectuarse en este tipo de puentes, aparecen en la fórmula de inspección correspondiente a puentes de madera.

4.3 Puente de Acero

4.3.1 Fotos para efectos de archivo

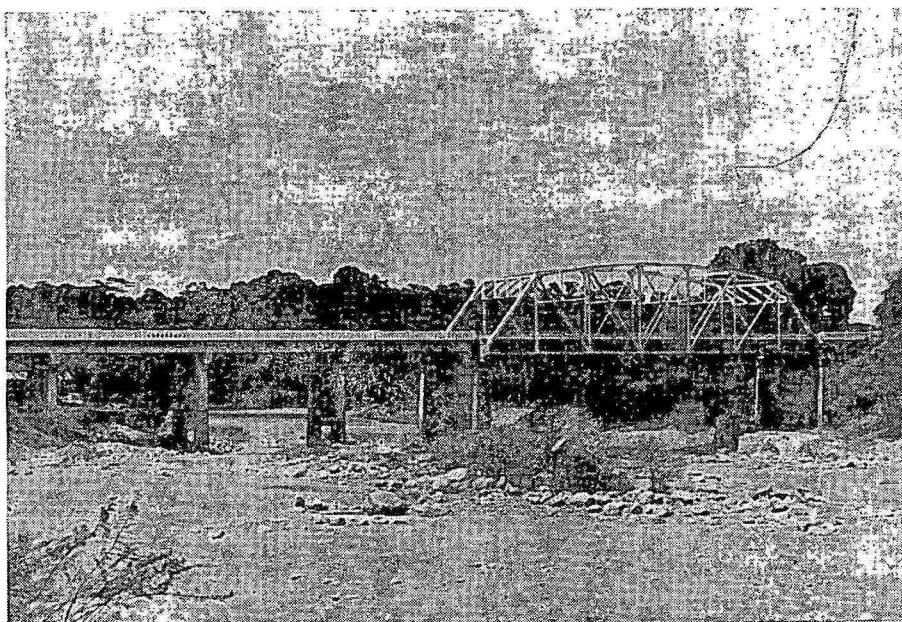


Fig. No. 48 Foto en la dirección del cauce

Puente sobre el Río Barranca
Ruta 1.- San José — Frontera Norte



Fig. 49 Foto en la dirección de la ruta

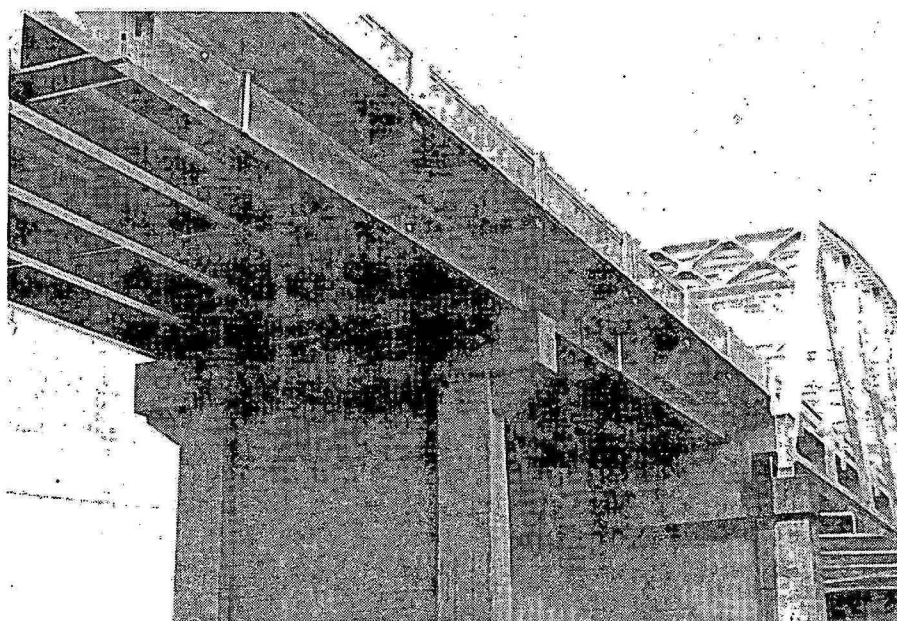
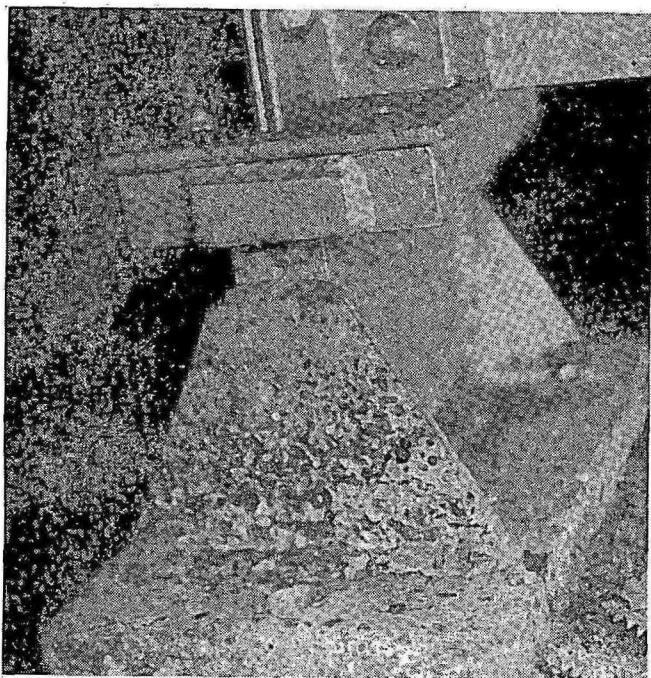


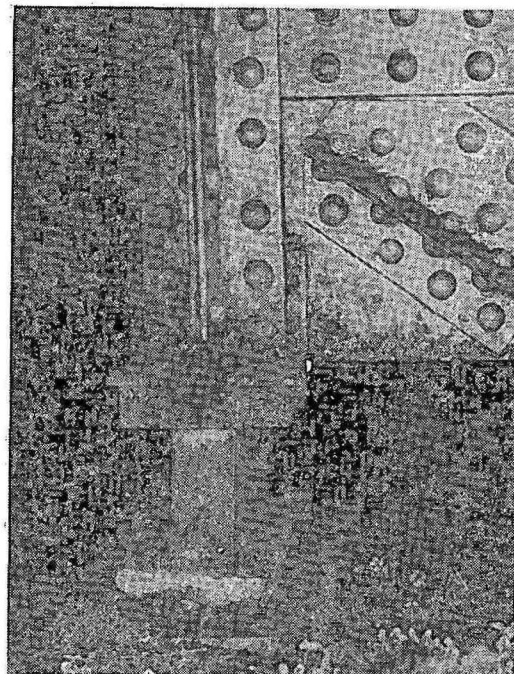
Fig. 50 Foto de la parte inferior del piso



4.3.2 Defectos propios de los Puentes de Acero



(a)



(b)

Fig. 61 Corrosión en apoyos
Puente sobre el Rfo Coliblanco
Cartago-Volcán Irazú

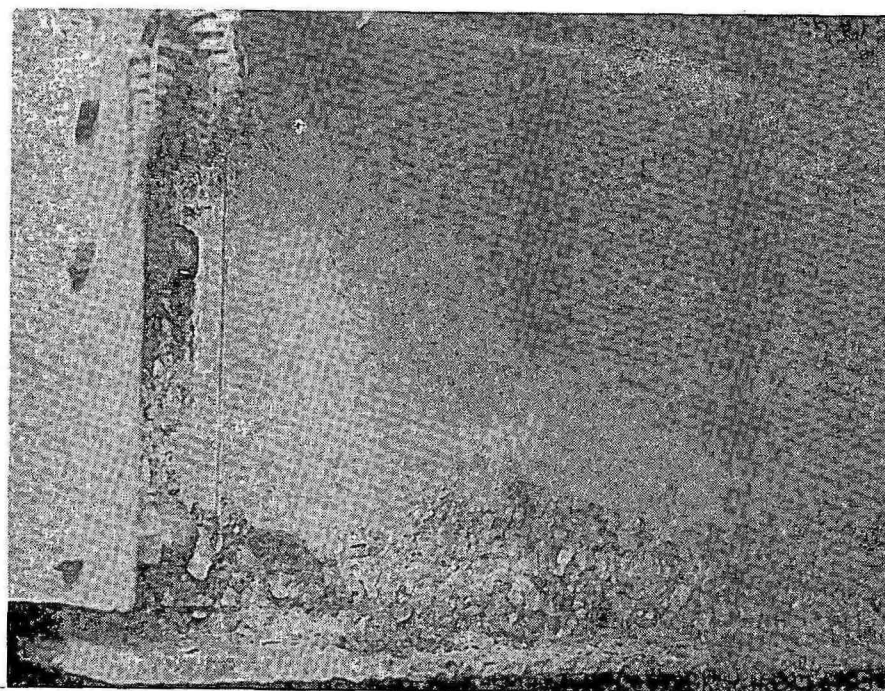


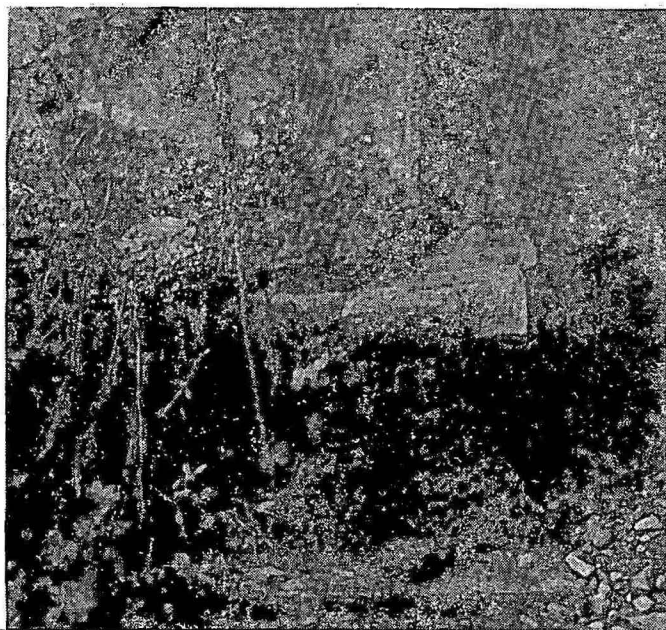
Fig. 52 Corrosión en una viga del piso
Puente sobre el Rfo Coliblanco

En la Fig 51(a) notamos una evidente y ascendente corrosión. Este tipo de corrosión es característico de apoyos. Primero comienza por deteriorar la pintura tanto en la placa como en la parte superior del apoyo, hasta eliminarla por completo y luego ataca directamente al acero. En el primer caso Fig. 51(a) las consecuencias no son inmediatas por tratarse de un apoyo fijo, sin embargo, en el segundo caso Fig. 51(b) las consecuencias pueden ser graves para la estructura. Un trabamiento en las superficies de apoyo (ver partes a inspeccionar en apoyos, Fig. 32) elimina la condición de deslizamiento absorbiendo cargas horizontales que pueden ser de gran perjuicio a la estructura, sobre todo en puentes de luces muy grandes.

Nótese también en la Fig. 51(b) la formación de musgo alrededor de las superficies de contacto del apoyo, etapa muy próxima a la corrosión.

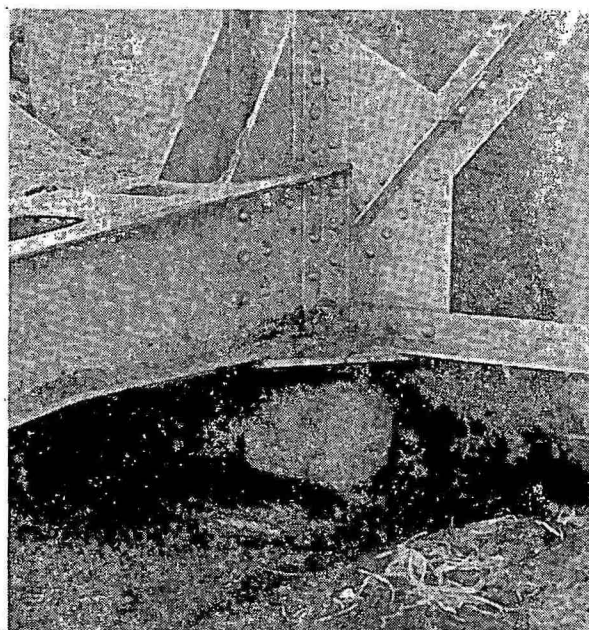
En la Fig. 52 se nota un alto grado de corrosión en el ala de una viga de piso (o trabe) y una reducción notoria de su sección a causa de desprendimientos paulatinos producidos por la oxidación. También el alma ha sido "contagiada" del mismo mal, siendo ascendente su deterioro.

Es importante en estos casos que el inspector se aprovisione de un cepillo de alambre suficientemente duro para que efectúe la operación de limpieza a la vez que realiza la inspección, quedándole únicamente por recomendar la operación de pintura.



(a)

Puente sobre el Rio Birrfs
Ruta 8.- Cartago-Volcán Irazú



(b)

Puente sobre el Río Yerba Buena
Ruta 8.-

Fig. 53 Vegetación y residuos de tierra
en los apoyos

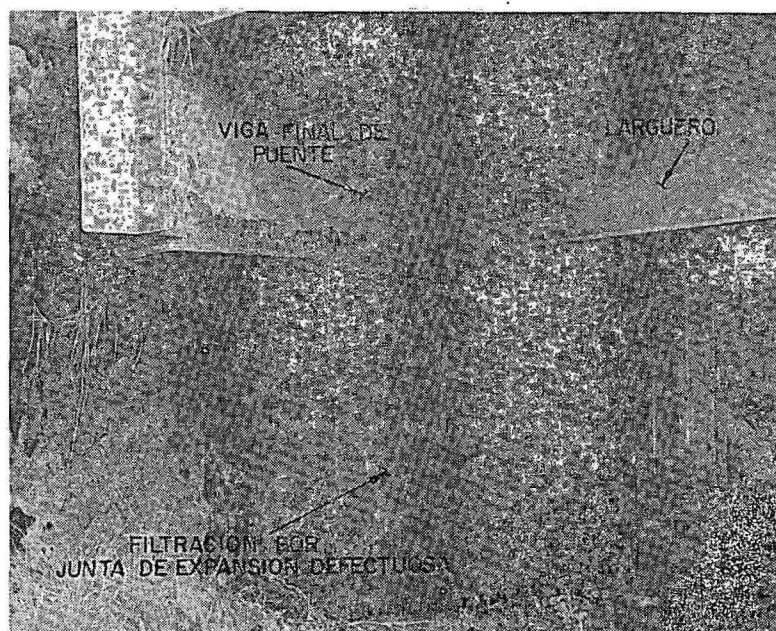


Fig. 54 Deterioro de la estructura final de un puente
Puente sobre el Río La Floresta
Ruta 8

El apoyo fijo que aparece en la Fig. 53(a) ha sido afectado por la excesiva humedad. Nótese el apoyo completamente cubierto de musgo y vegetación.

En la Fig. 53(b) observamos un rodín en el cual se ha depositado tierra en tre las superficies de contacto entorpeciendo su función. Nótese también un pequeño deposito de tierra encima del rodillo al final de la cuerda inferior. Es posible que este lugar haya sido utilizado como botadero de tierra. Para prevenir esta situación es importante que el inspector considere la ne cesidad de poner rótulos o levantar pequeños muros para evitar que estos sectores de los puentes sirvan para ese fin.

La operación de limpieza en este tipo de defectos no es recomendable que lo haga el mismo inspector por la demora que podría causar en la inspección.

En la Fig. 54 aparece la parte final de la estructura de un puente empezan do a sufrir oxidación. Nótese en la viga de piso principios de oxidación en el ala y en la base del alma, también es muy notoria la filtración que ocu rre por la junta de expansión dejando sus "huellas" en la pared interna del bastión.

En estos casos es cuando se debe hacer una inspección detallada de la junta de expansión.

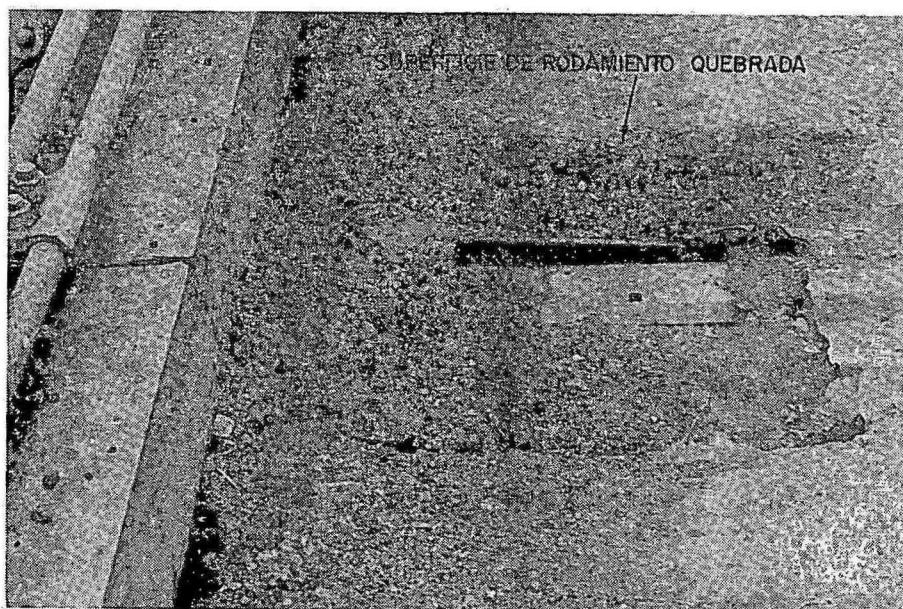


Fig. 55 Superficie de rodamiento en un puente colgante
Puente sobre el Río Parrita
Ruta 12.- Empalme—Santa María de Dota

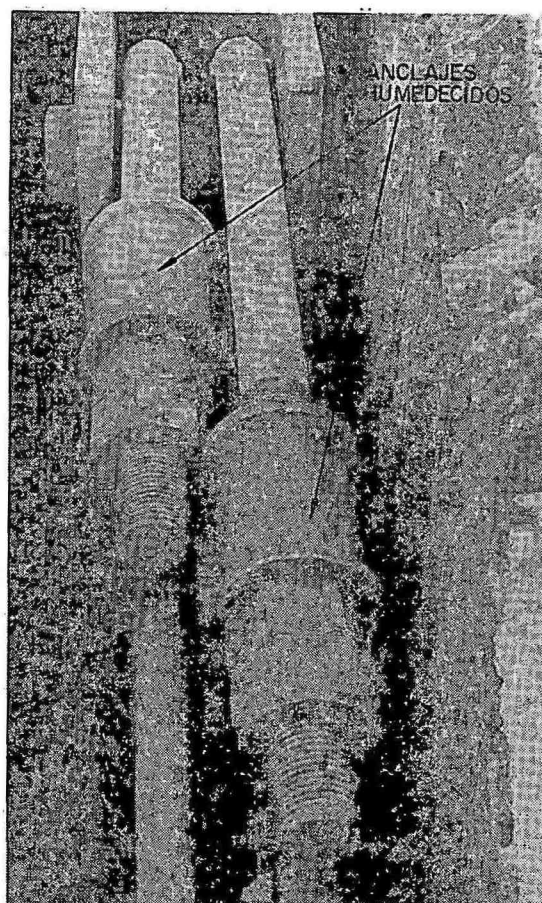


Fig. 56 Anclaje de puente colgante
Puente sobre el Río Parrita
Ruta 12

Los dos tipos de defectos mostrados en las Figs. 55 y 56 son típicos de puentes colgantes. La excesiva vibración a que son sometidas las superficies de rodamiento de estos puentes en combinación con la excesiva rigidez conque algunas veces es chorreada o colocada la capa asfáltica hace que se quiebre de la forma como se muestra en la Fig. 55. En la Fig. 56 se indica un tipo de anclaje para los cables de suspensión de un puente colgante. El anclaje se encuentra bajo tierra y cubierto por una tapa de concreto. Es muy frecuente en este tipo de anclajes la presencia de humedad y en consecuencia segura la oxidación, por lo tanto, debe removerse la tapa y revisarse todas las superficies de contacto de las diferentes piezas del anclaje.



Fig. 57 Mantenimiento inadecuado
Puente sobre el Rio Jabillos
Ruta 142

En la Fig. 57 se muestra un caso típico de mantenimiento inadecuado. La viga en este estado amerita ser remplazada y no únicamente someterla a pintura como aparece en la figura. La disminución en el espesor del alma trae como consecuencia que la capacidad soportante de las alas (parte principal de las vigas) disminuya.

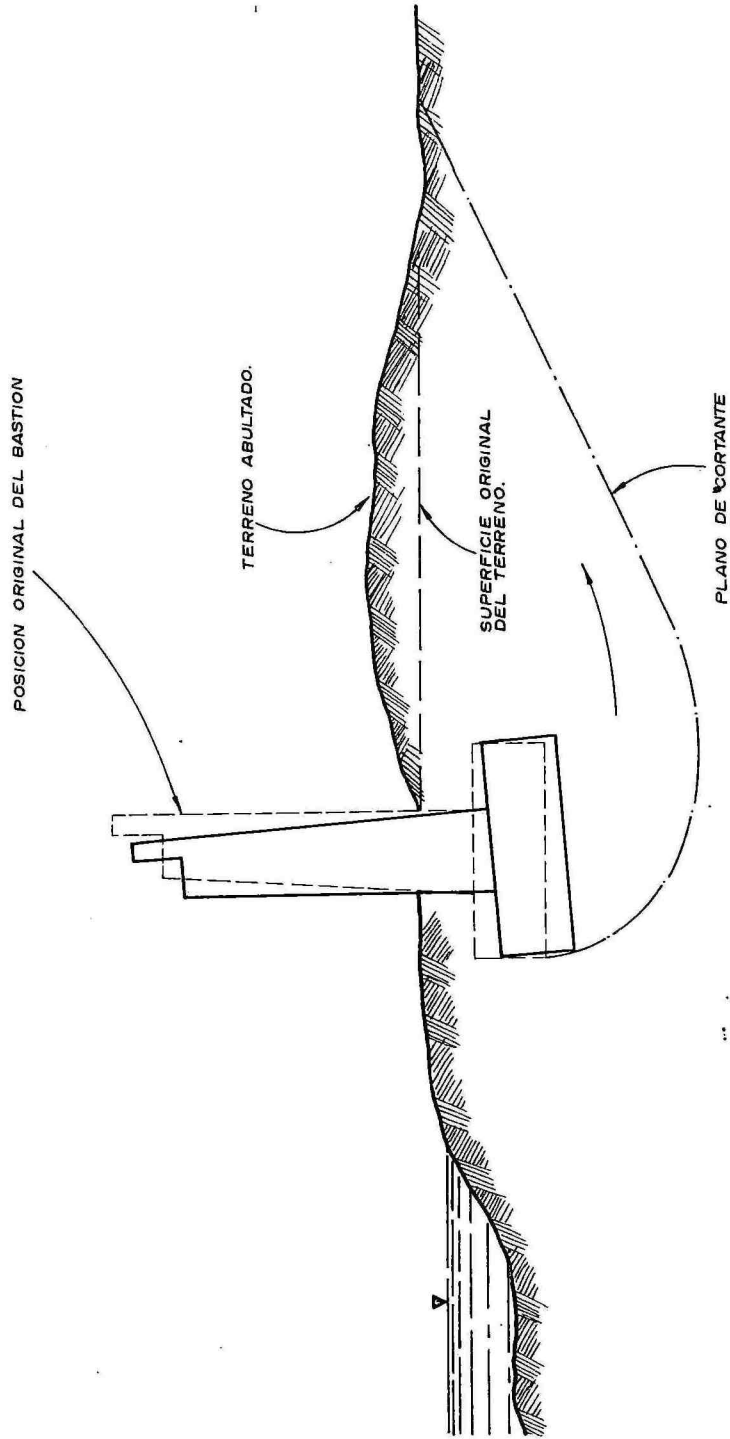


FIG. 58 FALLA EN LA FUNDACION

Falla en el Puente sobre el Río Barbilla (Carretera provisional a Limón)

En las Figs. 58, 59 y 60, se muestran tres aspectos de una falla en la fundación del puente sobre el Río Barbilla situado en la carretera provisional entre Siquirres y Limón. Este puente fue construido originalmente para el paso de burocarriles (ver rieles en Fig. 61), en la actualidad el tipo de vehículos (trailer, vagonetas, etc.) que pasan por ese puente hacen que la condición de esta estructura sea calificada como de peligrosa.

En la Fig. 58 se muestra un esquema del movimiento de volcamiento efectuado por el bastión de entrada debido a una falla en la fundación.

En las Figs. 59 y 60 se muestra la posición final del balancín y del tramo de la estructura afectado. Este tipo de movimiento produjo una compresión de toda la estructura y esto, complicado con las cargas excesivamente grandes a que es sometido el puente, produjeron la falla de un larguero (ver Fig. 61).

Como dato adicional sobre este puente aparece en la Fig. 61 la socavación que se produce en una pila debido a su forma geométrica inadecuada. Es importante mencionar aquí que este puente fue sujeto a una ampliación. Un nuevo tramo fue añadido (ver parte superior derecha de Fig. 59) a causa de un desbordamiento del río, y lo que antes era un bastión pasó a ser una pila. A eso se debe posiblemente su estado actual.

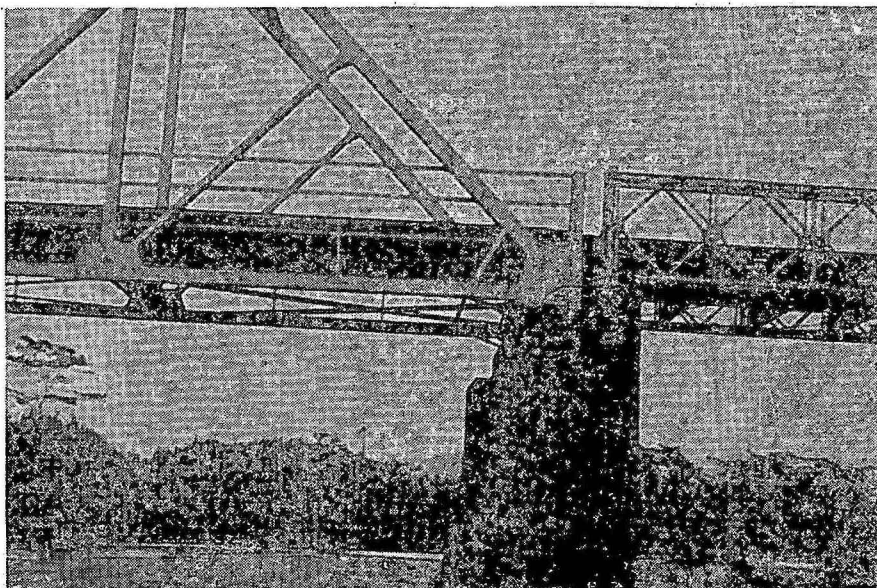


Fig. 59 Posición de la estructura después del movimiento

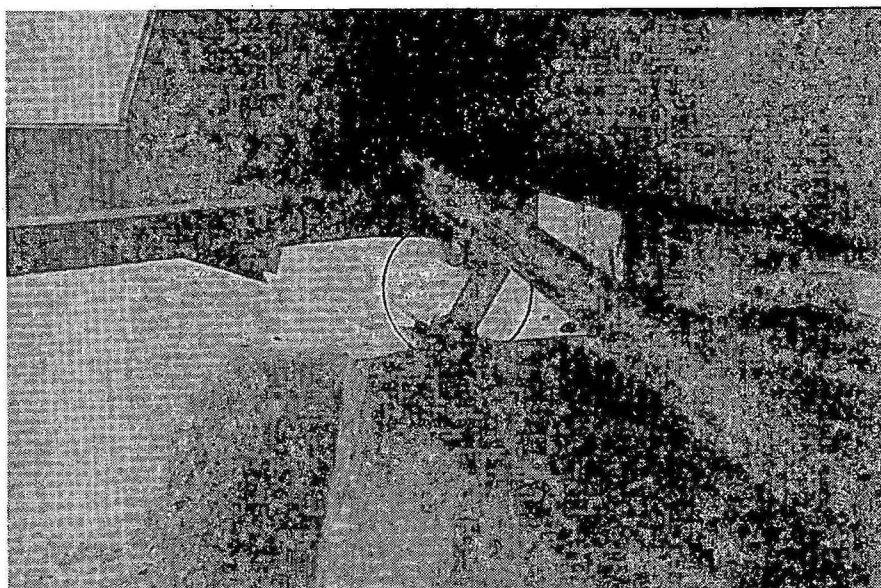


Fig. 60 Posición final del balancín

Puente sobre el Río Barbilla
Carretera Siquirres-Limón (La Rústica)

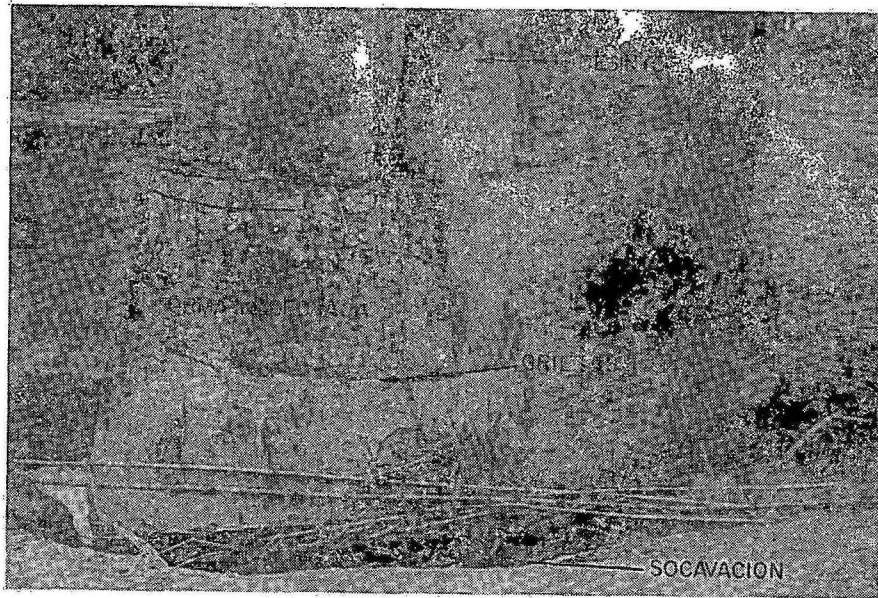


Fig. 61 Espacio abierto por falta de larguero

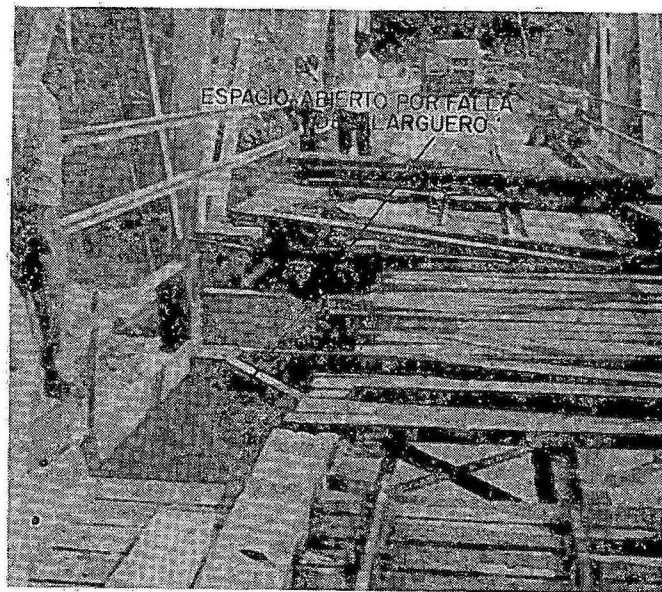


Fig. 62 Pila de forma inadecuada
Puente sobre el Río Barbilla
Carretera Siquirres-Limón (La Rústica)

4.4 Puentes de Concreto

4.4.1 Fotos para efectos de archivo

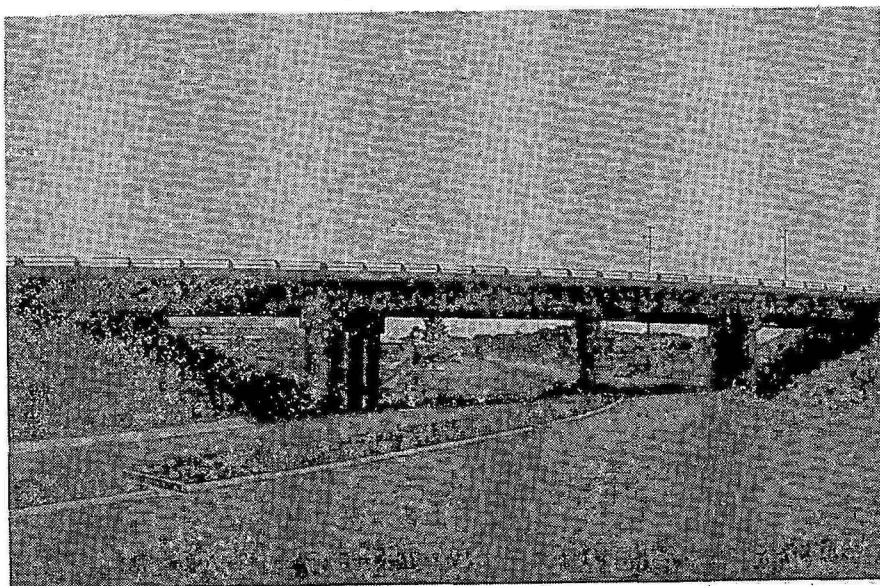


Fig. 63 Foto en la dirección de la vía inferior

Paso superior estación 14+057
Autopista El Coco-San Ramón



Fig. 64 Foto parte superior

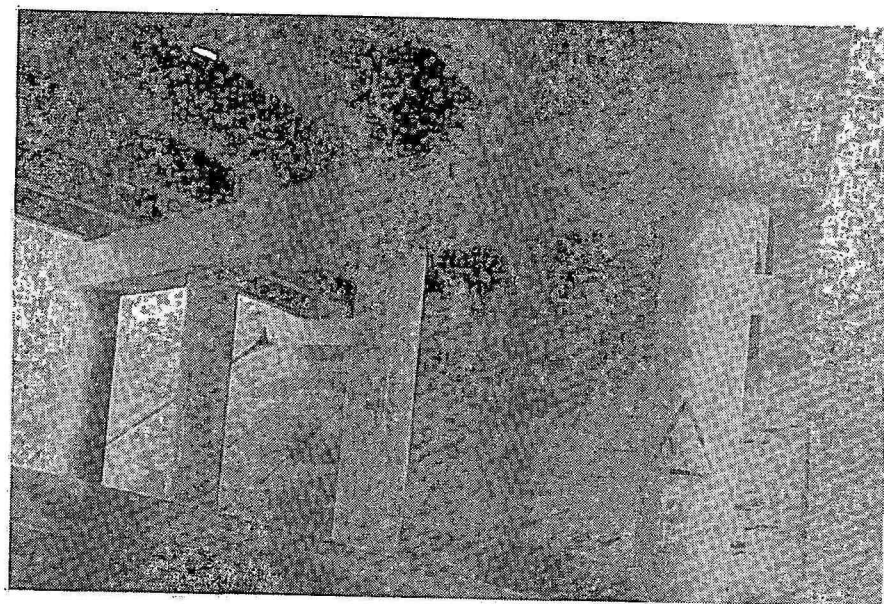


Fig. 65 Foto parte inferior

4.4.2 Defectos propios de Puentes de Concreto

Los puentes de concreto tienen una ventaja sobre los de acero: su mantenimiento es casi nulo. Bastaría aquí mencionar únicamente algunos defectos considerados como peligrosos por ejemplo, socavación en bastiones y pilas (ver Fig. 42), concreto agrietado en vigas, bastiones y pilas (ver Fig. 62), hormigueros y refuerzo al descubierto tanto en vigas como en barandas, etc.

En algunos casos existen plantas que se adhieren tanto a las vigas como a sus bastiones, se introducen en estos y los agrietan. Debe recomendarse la limpieza de vegetación tanto de la que se encuentra adherida como la de los alrededores.

4.4.3 Recomendaciones Especiales

Durante la construcción del puente sobre el Río Blanco (nueva carretera Siquirres-Limón) la parte inferior de las columnas aguas abajo del bastión de entrada fueron dañadas al ser sometidas a un momento flector de casi el doble del momento de servicio. Se consideró que no era necesario remover la totalidad del bastión por lo tanto se repararon únicamente las columnas afectadas sustituyendo el hormigón dañado por hormigón con agente anti-retractante previa pintada de las caras descubiertas con resina epoxy.

Se considera necesario mencionar este hecho para que quien tenga a su cargo en el futuro la inspección de puentes que presenten situaciones simi

lares compruebe cualquier desplome, rotación o volcamiento que pueda sufrir el bastión y además aprovechar la ocasión para recomendar a futuros inspectores que investiguen hasta donde sea posible fallas de este tipo en los puentes que vayan a inspeccionar.

CAPITULO V

Estructuras Especiales

5.1 Marcos Rígidos

Un marco rígido es aquella estructura, en la que la superestructura trabaja en forma integral con la subestructura y la estructura de soporte es lo suficientemente rígida para disminuir apreciablemente los momentos flectores en el centro de la luz.

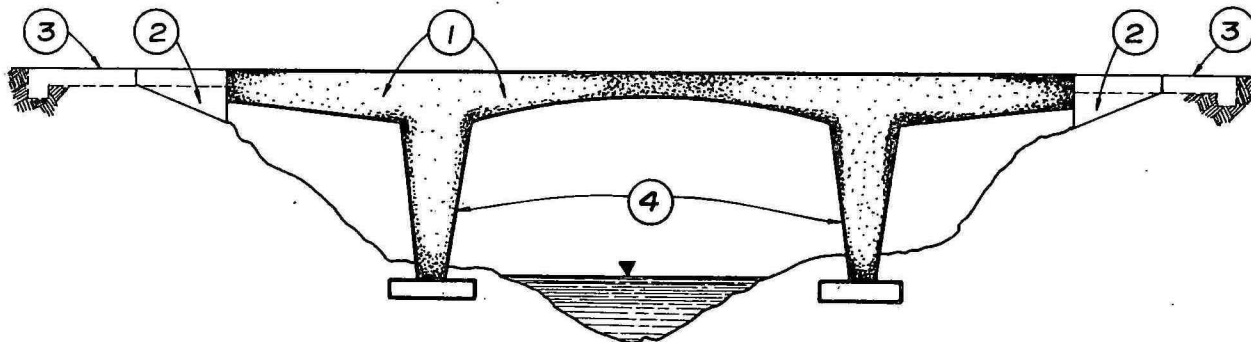
Recomendaciones para su Inspección y Medidas a Efectuarse

Medir la luz (distancia entre los bordes exteriores de los voladizos) y comprobar que esta distancia esté entre los 24 y 30 metros. Medir la luz del tramo central, cuya longitud debe ser más o menos un 60% del largo total. Comprobar que la longitud de los accesos sea de aproximadamente un 30% de la luz central.

El tramo central (al igual que los accesos) es de sección notoriamente variable, mínima en el centro. La trayectoria es parabólica (ver Fig. 66) con la idea de que el momento flector, sea máximo en los nudos y mínimo en el centro.

Debe hacerse un análisis rápido de asentamientos, aunque en este tipo de estructuras son mínimos. Estos ocurren cuando las características del terreno bajo los cimientos son muy variables con la profundidad.

También deben analizarse, tanto los nudos como la parte central.



- ① Tablero nervado con voladizos.
- ② Estructuras finales para contener parte del relleno, apoyados en los extremos de los voladizos de las vigas.
- ③ Estructuras de acceso, (losas de aproximación).
- ④ Subestructura (pilas únicamente).

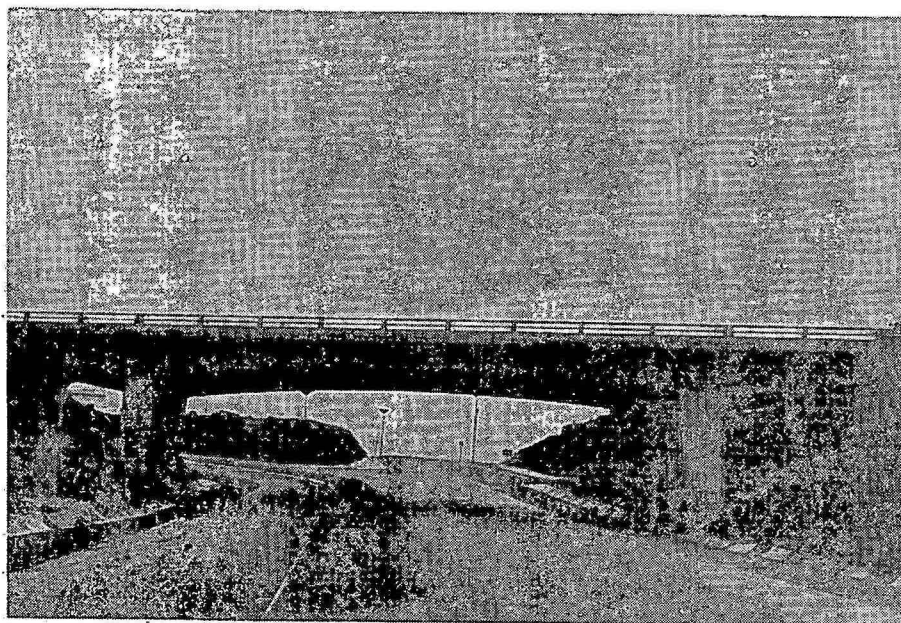


FIG.66 MARCO RIGIDO
PASO SUPERIOR
EST. 14+492
AUTOPISTA EL COCO—SAN RAMON

5.2 Puentes Colgantes

Los puentes colgantes son un tipo de puente muy utilizado en Costa Rica. Es una alternativa bastante barata para salvar ríos o depresiones de gran luz. Sin embargo deben ser sometidos a una metódica y periódica inspección.

La parte que más sufre es la superficie de rodamiento (ver Fig. 55) por razones que anteriormente explicamos. En la actualidad se construyen pocos puentes de este tipo, los nuevos adelantos en cuanto al mejor uso del acero como refuerzo en el concreto (pretensado y postensado) lo ha relegado a un plano bastante inferior, sin embargo existe una cantidad considerable de puentes colgantes en el País, que seguirán funcionando por mucho tiempo debiéndoseles dar una atención especial. En puentes de vigas de acero la falla en una viga no ocasiona generalmente el colapso total del puente, sin embargo, en puentes colgantes la falla de uno de los cables de suspensión provoca el colapso total.

-La vibración de estos puentes es excesiva y en algunos casos tiende a aflojar las conexiones hasta llegar a estados peligrosos. Es algo a lo que debe ponerse una atención especial.

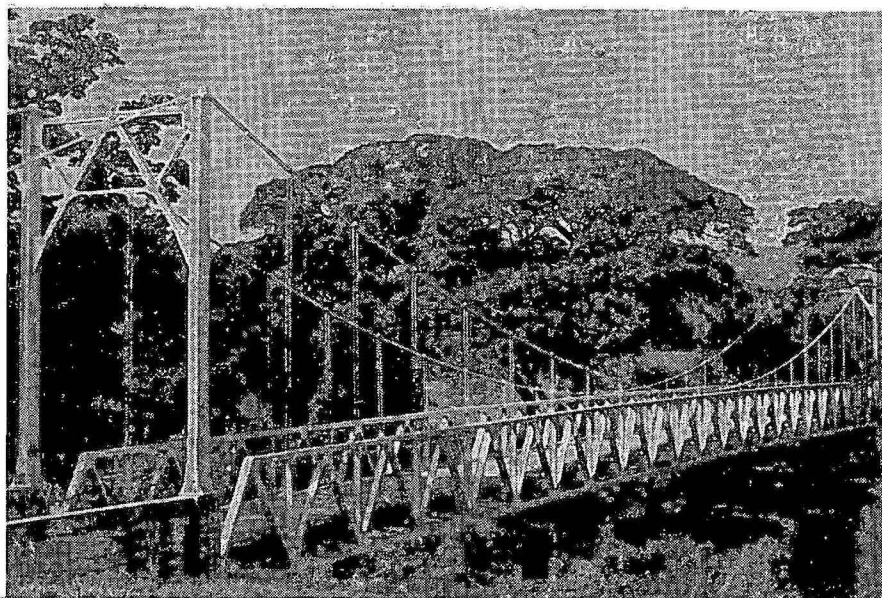


Fig. 67

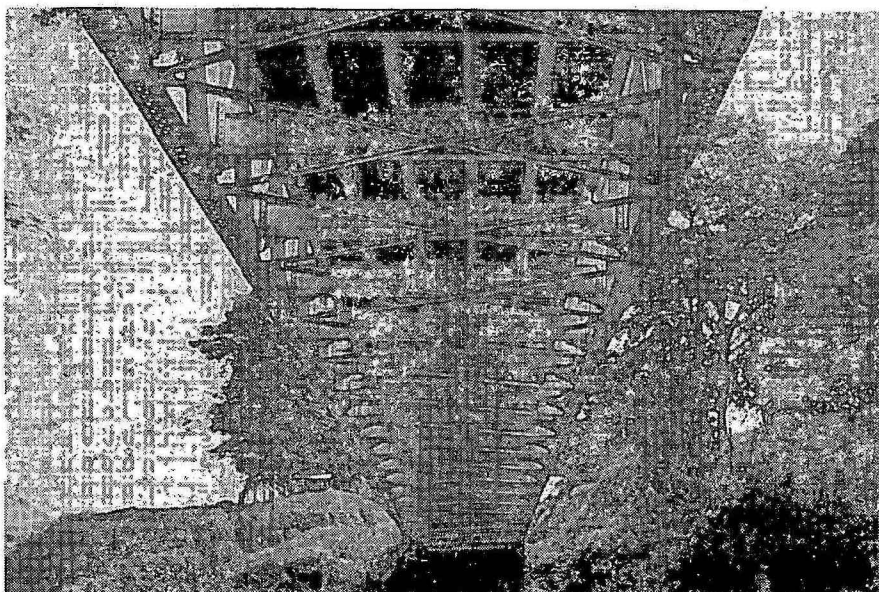


Fig. 68

Puente sobre el Río Morote
Ruta 21.- Liberia-Colonia Carmona

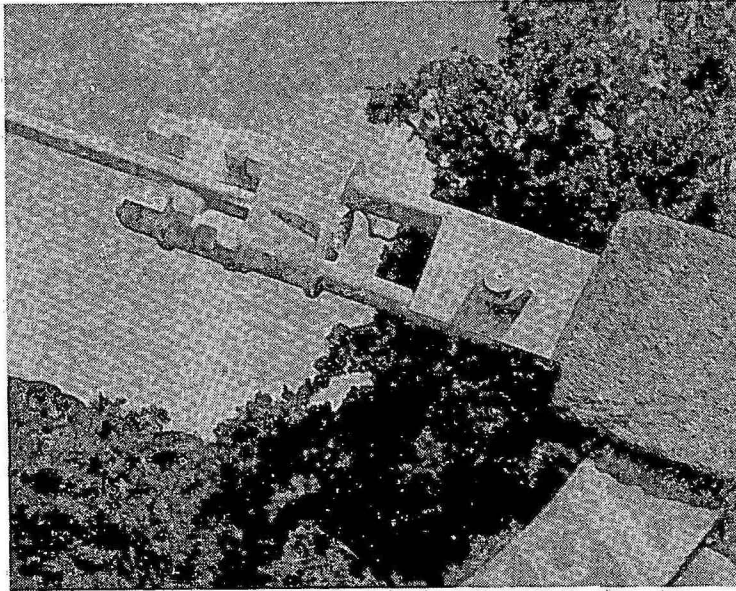


Fig. 69 Anclaje típico de cables de suspensión
Puente sobre el Rio Morote

5.3 Puente de Hamaca

Dentro de los puentes colgantes podemos incluir un tipo de puente poco usado en Costa Rica: puentes de hamacas. Su estructura es similar a la de los puentes colgantes con la diferencia de que no tienen vigas de rigidez (trabes), sino tablones de 3" por 4" a lo largo de todo el puente (ver Fig. 71).

La estructura de estos puentes por lo general no soporta cargas mayores de 3 toneladas y en consecuencia debe existir algún tipo de prevención, ya sea con rótulos alertadores o con algún dispositivo especial que impida el paso de vehículos altos que son los de mayor tonelaje.

Este tipo de puente se caracteriza por utilizarse provisionalmente, y su estructura debe ser sometida a inspecciones más frecuentes.

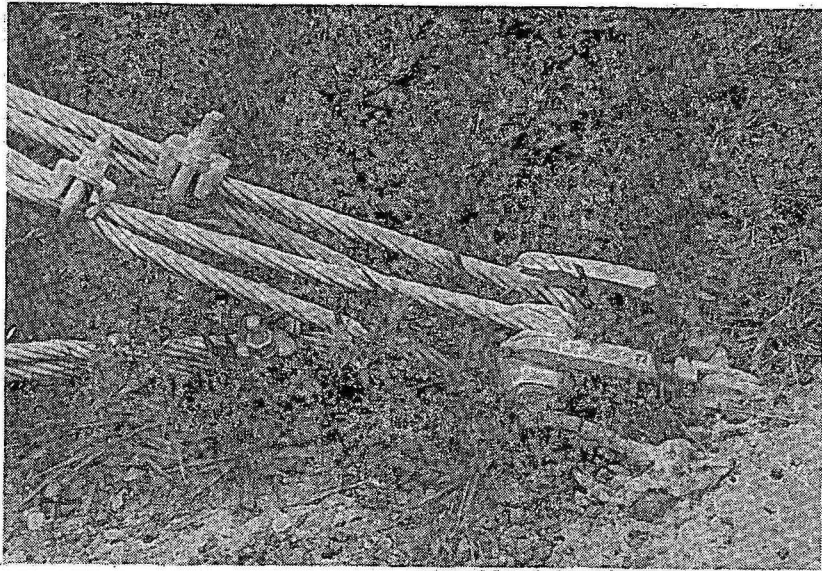


Fig. 72 Anclaje de puente de hamaca

5.4 Puentes en Curva

5.4.1 Muchos son los puentes en curva que existen en nuestro medio pero quizá el más representativo lo constituye el puente sobre la Presa de Cachí, cuya superestructura está constituida por vigas de acero continuas, con extremos en voladizo y unidos por goznes en los tramos intermedios. Aproximadamente la cuarta parte de la luz total se encuentra en curva (ver Fig. 74).

5.4.1 Puente sobre la Presa de Cachí

Plantel del Instituto Costarricense de Electricidad

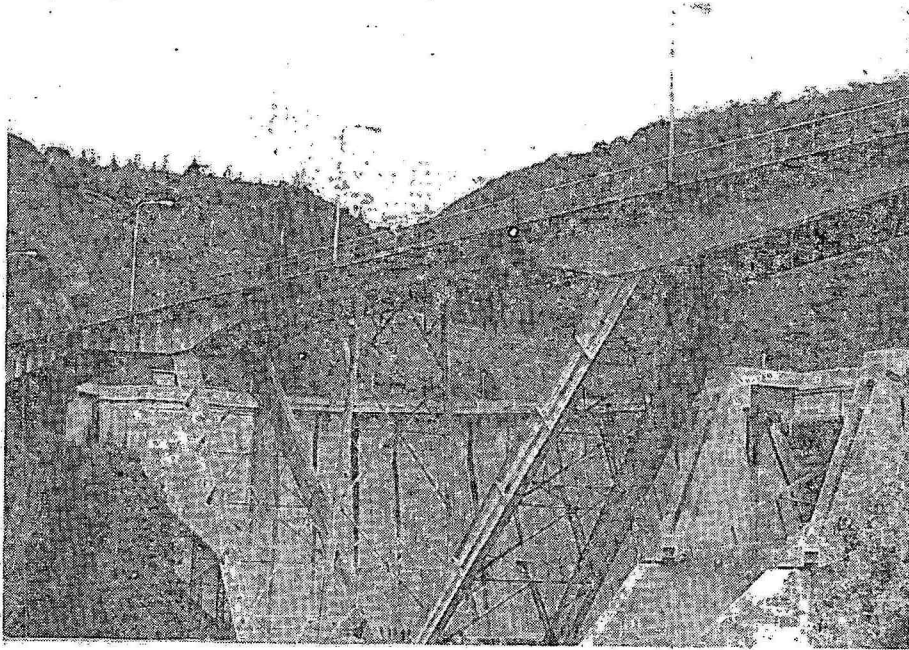


Fig. 73

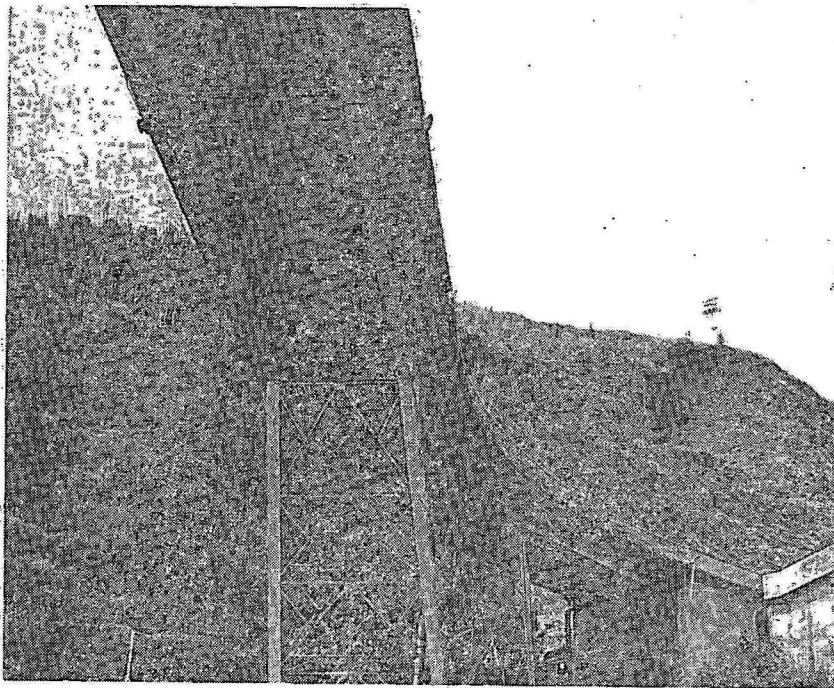


Fig. 74

5.4.2 Puente sobre el Rfo Rosales

Se le considera una estructura especial. Su construcción es reciente y tanto el diseño como la erección estuvieron a cargo de ingenieros nacionales.

Presenta las siguientes particularidades:

- a) Superestructura compuesta de vigas T, continuas de concreto postensadas de 2.70 mts. de peralte.
- b) Superelevación marcadamente notoria (ver Fig. 76) en un sentido a la entrada y en otro a la salida (característico de puentes de alta velocidad).
- c) Compuesto de cuatro tramos: dos de 28 mts. a los lados y dos de 36 mts. al centro, con una luz de bastión a bastión de 129 mts.
- d) Columnas de sección tipo "corvafn" sus alturas varían entre 12 y 20 mts.
- e) Sistema de apoyo tipo gozne para evitar la existencia de momentos, que dando las columnas, únicamente bajo la acción de cargas axiales.
- f) Barandas de aluminio tipo Alcoa de utilización reciente en nuestro medio. (Ver Fig. 76).

Su diseño es similar al puente sobre el Rfo Poás, situado en la misma au-topista.

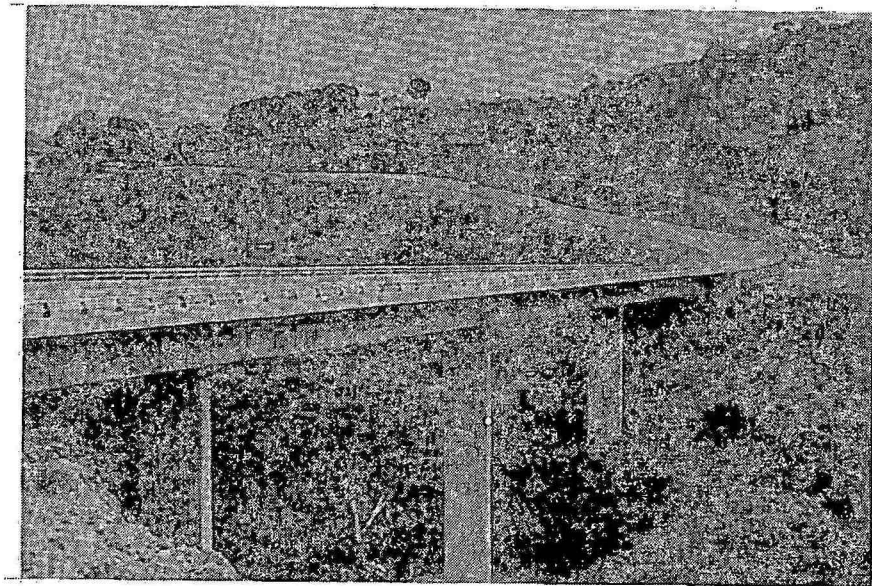


Fig. 75

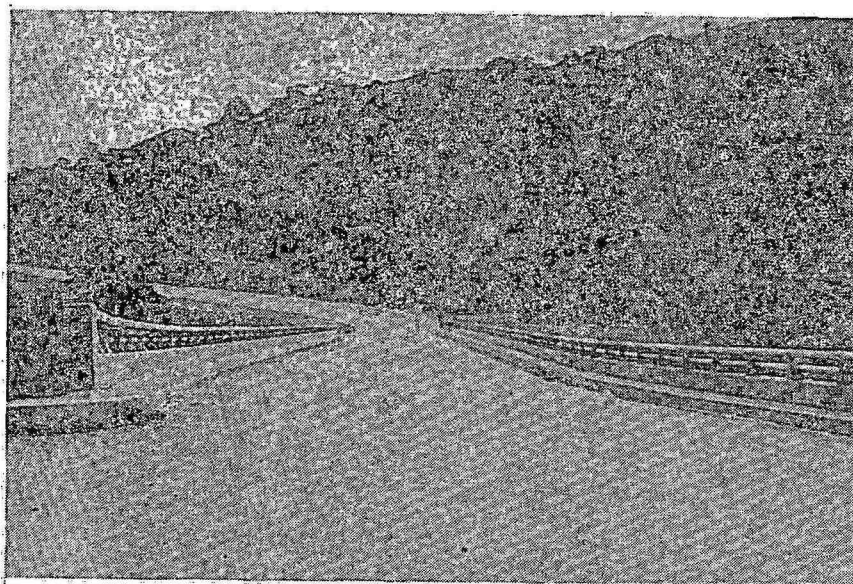


Fig. 76

Puente sobre el Río Rosales
Autopista El Coco-San Ramón

5.4.3 Puente sobre el Río Colorado

El puente sobre el Río Colorado tiene una longitud total de 204 metros entre bastiones, con una luz central de 124 metros en forma de arco invertido - con 12.2 metros de flecha total, apoyado sobre pilares inclinados. A cada lado de este arco se encuentran dos luces de vigas T prefabricadas y postensadas, de 25 y 15 metros respectivamente con apoyo intermedio sobre pila vertical. El arco invertido se compone de una calzada sobre vigas T prefabricadas y postensadas de 21.6 metros, apoyadas a través de marcos sobre una plataforma de losas precoladas y colgadas de 28 cables de suspensión, que se continúan a lo largo del puente hasta anclarse en bloques de concreto distantes 74 y 63 metros de los bastiones.

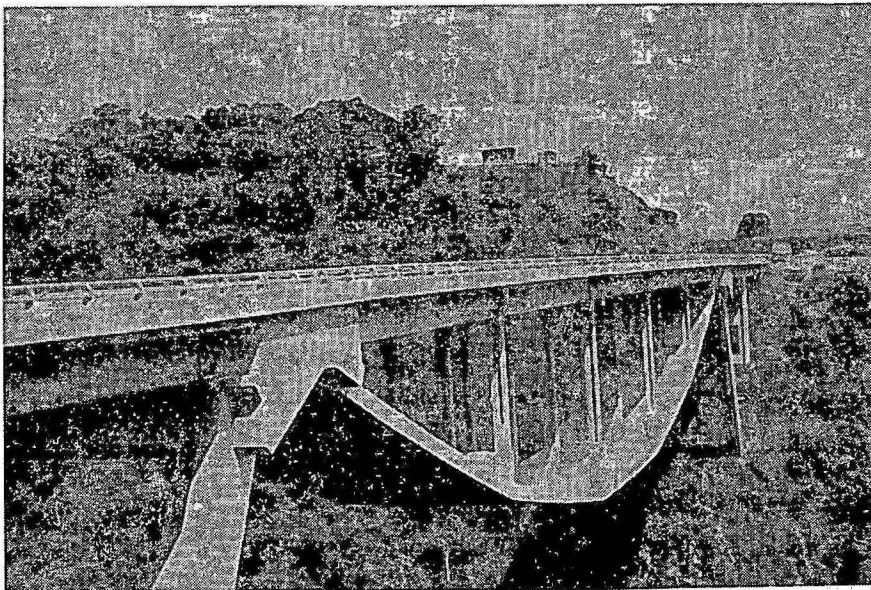


Fig. 77

**Puente sobre el Río Colorado
Autopista El Coco-San Ramón**

5.4.4 Puente sobre el Río Grande

Breve Historia

* Construido en 1901.² Se le considera la obra maestra de la construcción del Ferrocarril Eléctrico al Pacífico. Situado en el kilómetro 36.

Altura del riel sobre nivel del río: 93 metros.

Su costo pasó los doscientos mil dólares (\$200,000).

Los estudios para este magno puente fueron hechos por el Ingeniero Alberto González R. (costarricense) y su montaje fue hecho por el Ingeniero norteamericano Wilcox, siendo el diseño obra del Ingeniero Cooper, también norteamericano.

Fue comenzado simultáneamente por ambos apoyos consiguiéndose empalmarlos en el arco central con un resultado tan preciso que no hubo un solo milímetro de diferencia. En relación con este puente dice el libro del señor Núñez Monge: (**) "El puente de Río Grande, cuya estructura es de acero, compuesto de un arco central y de dos medios arcos laterales. Su longitud es de 219.38 metros, siendo construido por la fábrica Melican Bros., de los Estados Unidos. En la construcción de esta grande cuanto atrevida obra de ingeniería se tuvo la dicha de no lamentarse ninguna desgracia en las personas que trabajaron en armarlo."

(*) Historia Ferrocarril de Costa Rica. Tomo 1
Joaquín Fernández Montúfar.

(**) Libro sobre Comunicaciones de Costa Rica
Francisco María Núñez Monge.

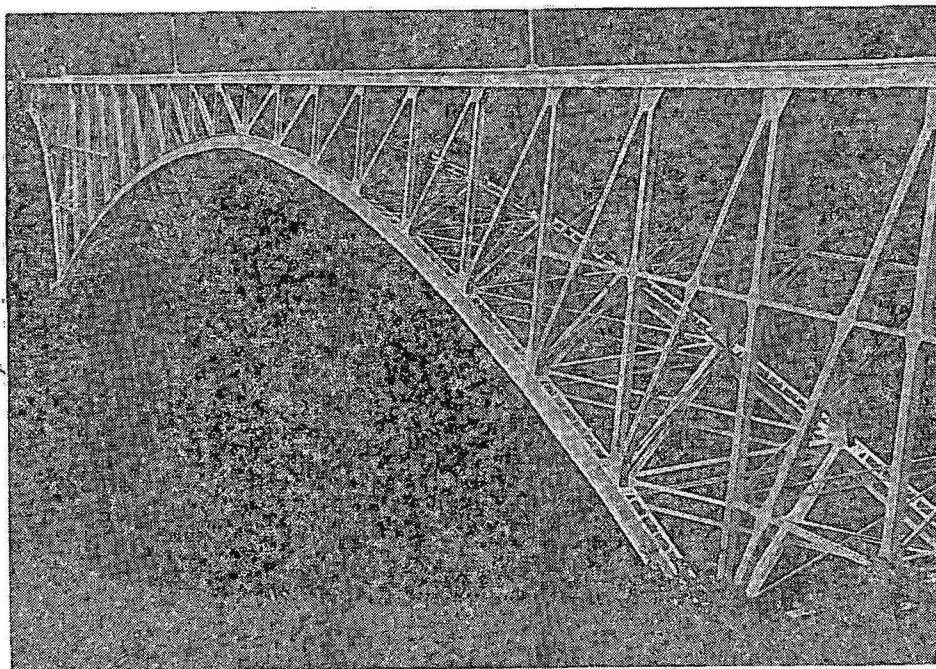


Fig. 78

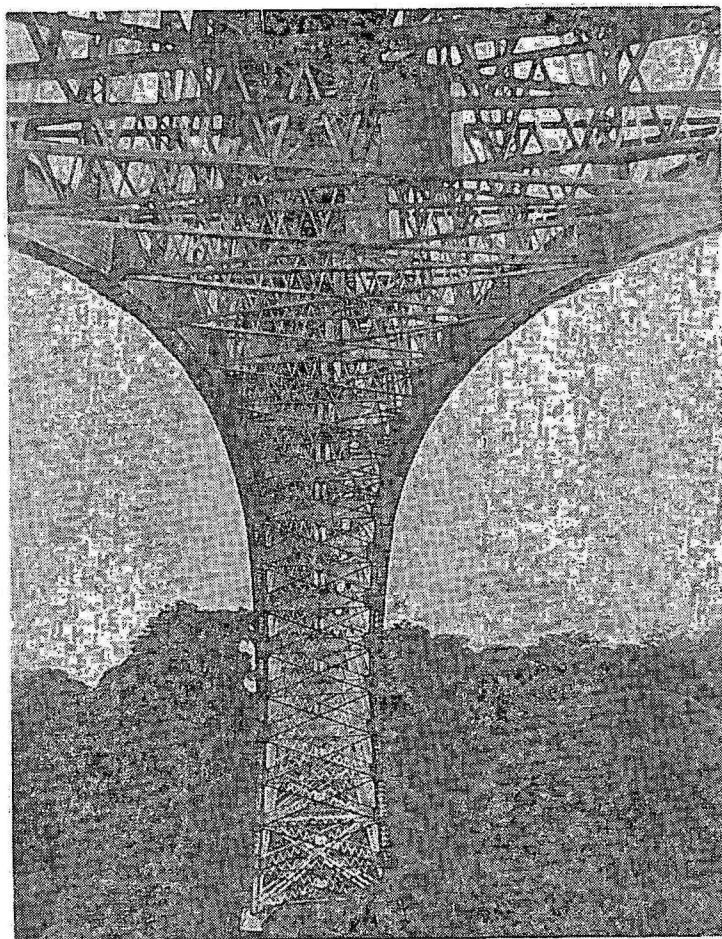
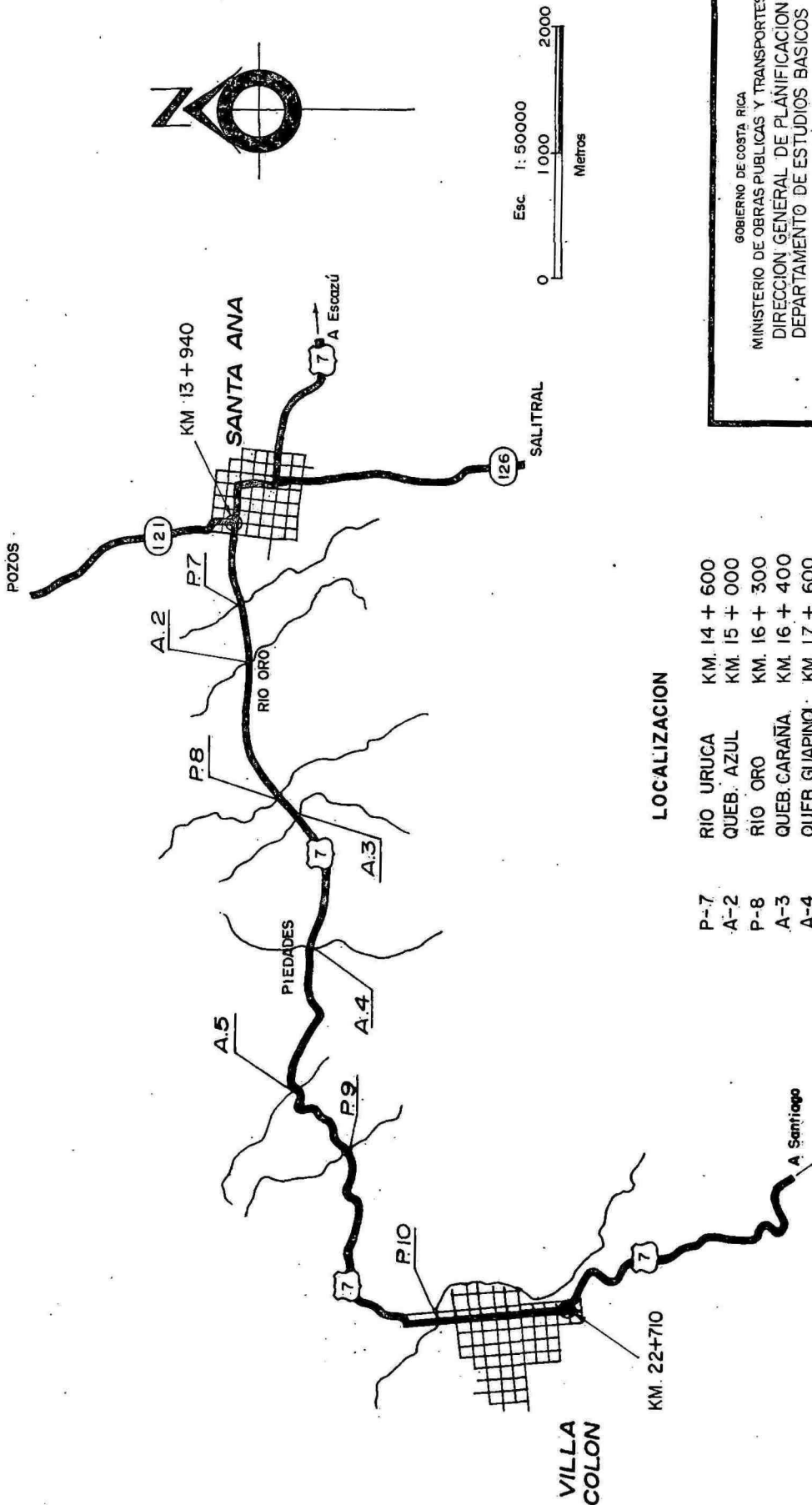


Fig. 79 Puente sobre el Río Grande
Ferrocarril Eléctrico al Pacífico

APENDICE

a) Hojas para localizar Puentes

A continuación aparecen algunos ejemplos de cómo se pretende facilitar la inspección de puentes mediante el dibujo (a escala) de todas las rutas del país que tengan puentes. En la misma hoja aparece la localización (en Km.) de cada puente con respecto al origen de la ruta.



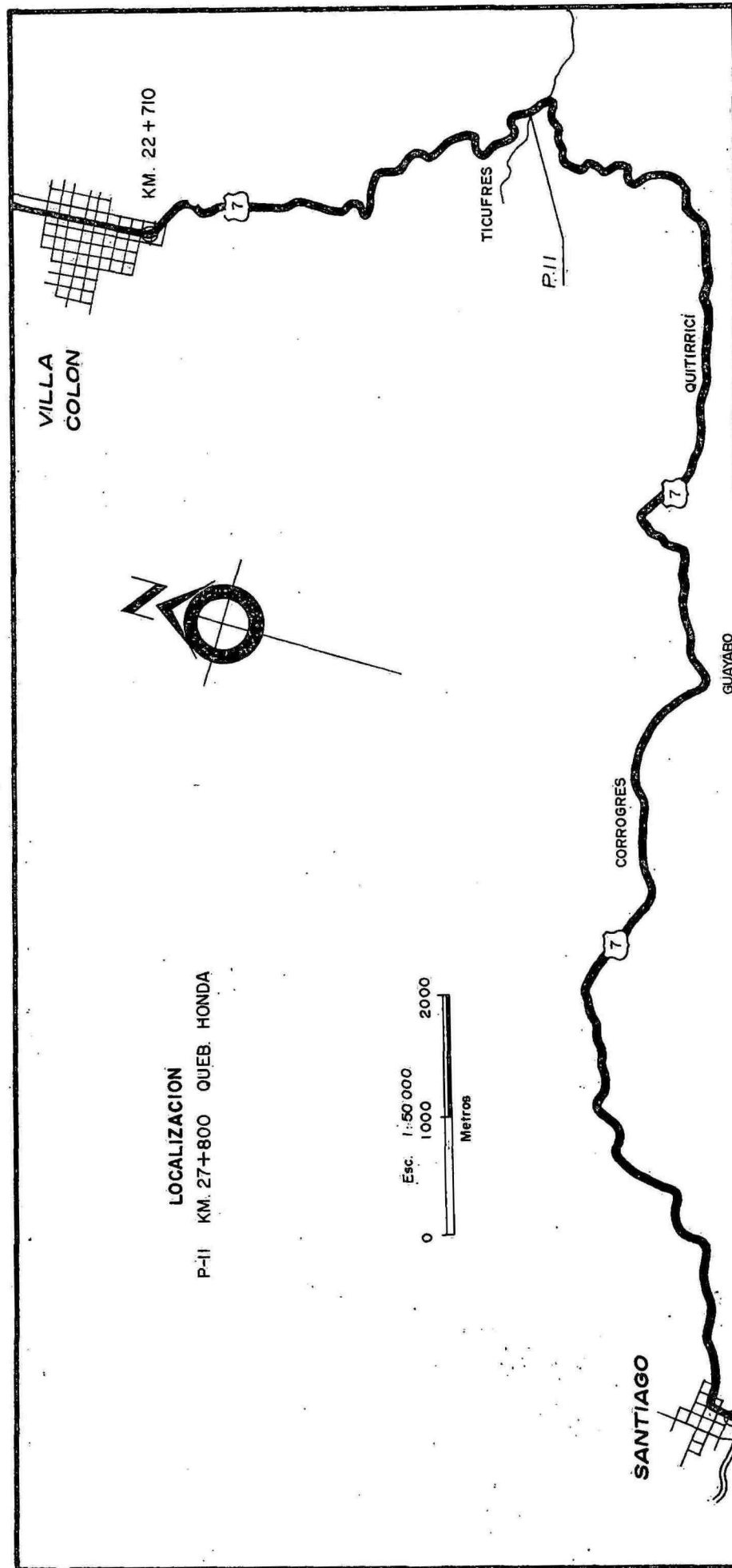
LOCALIZACION

P-7	RIO URUCA	KM. 14 + 600
A-2	QUEB. AZUL	KM. 15 + 000
P-8	RIO ORO	KM. 16 + 300
A-3	QUEB. CARAÑA	KM. 16 + 400
A-4	QUEB. GUAPINOL	KM. 17 + 600
A-5	QUEB. COPEY	KM. 18 + 900
P-9	QUEB. MUERTE	KM. 19 + 200
P-10	RIO PACACA	KM. 22 + 000

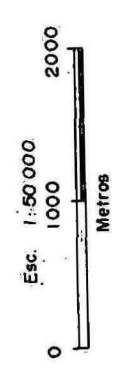
GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS

INVENTARIO DE Puentes

RUTA Nº 7	DE KM. 13+940
	A KM. 22+710
☒ Ruta Nacional ☐ Ruta Regional	'SAN JOSE MAYO DE 1972



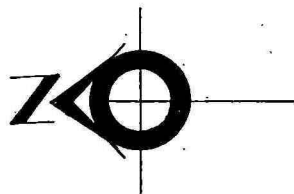
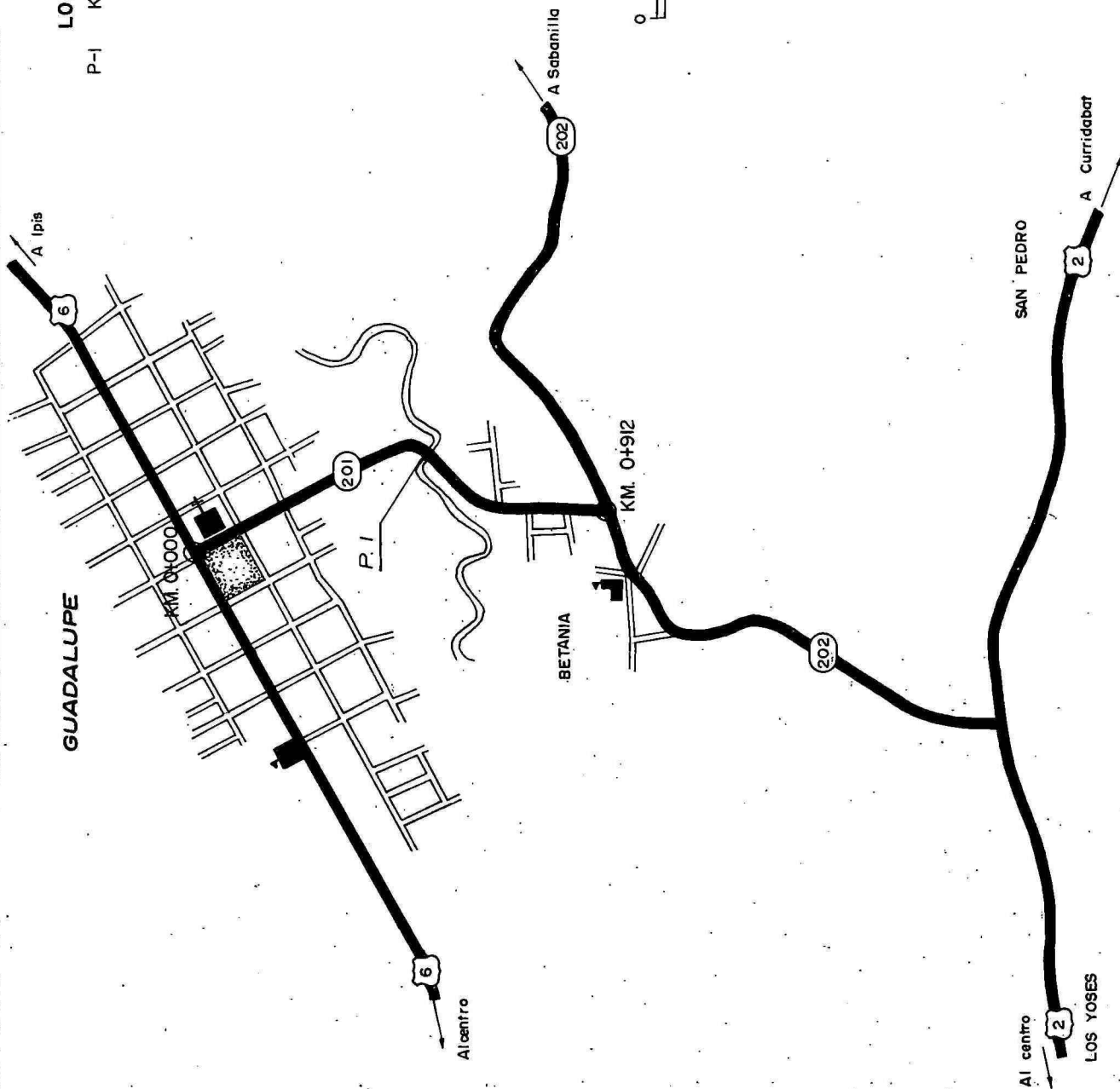
LOCALIZACION
P-11 KM. 27+800 QUEB. HONDA



GOBIERNO DE COSTA RICA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS	
INVENTARIO DE PUENTES	
RUTA N° 7	DE KM. 22+710 A KM. 42+970
 Ruta Nacional	 Ruta Regional
SAN JOSE MAYO DE 1972	

LOCALIZACION

P-1 KM. 0+507 RIO TORRES



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

INVENTARIO DE PUENTES

RUTA Nº 201

DE KM. 0+000
A KM. 0+912

Ruta Nacional
Ruta Regional

SAN JOSE
MAYO DE 1972

Al centro
LOS YOSSES

SAN PEDRO

A Curridabat

BETANIA

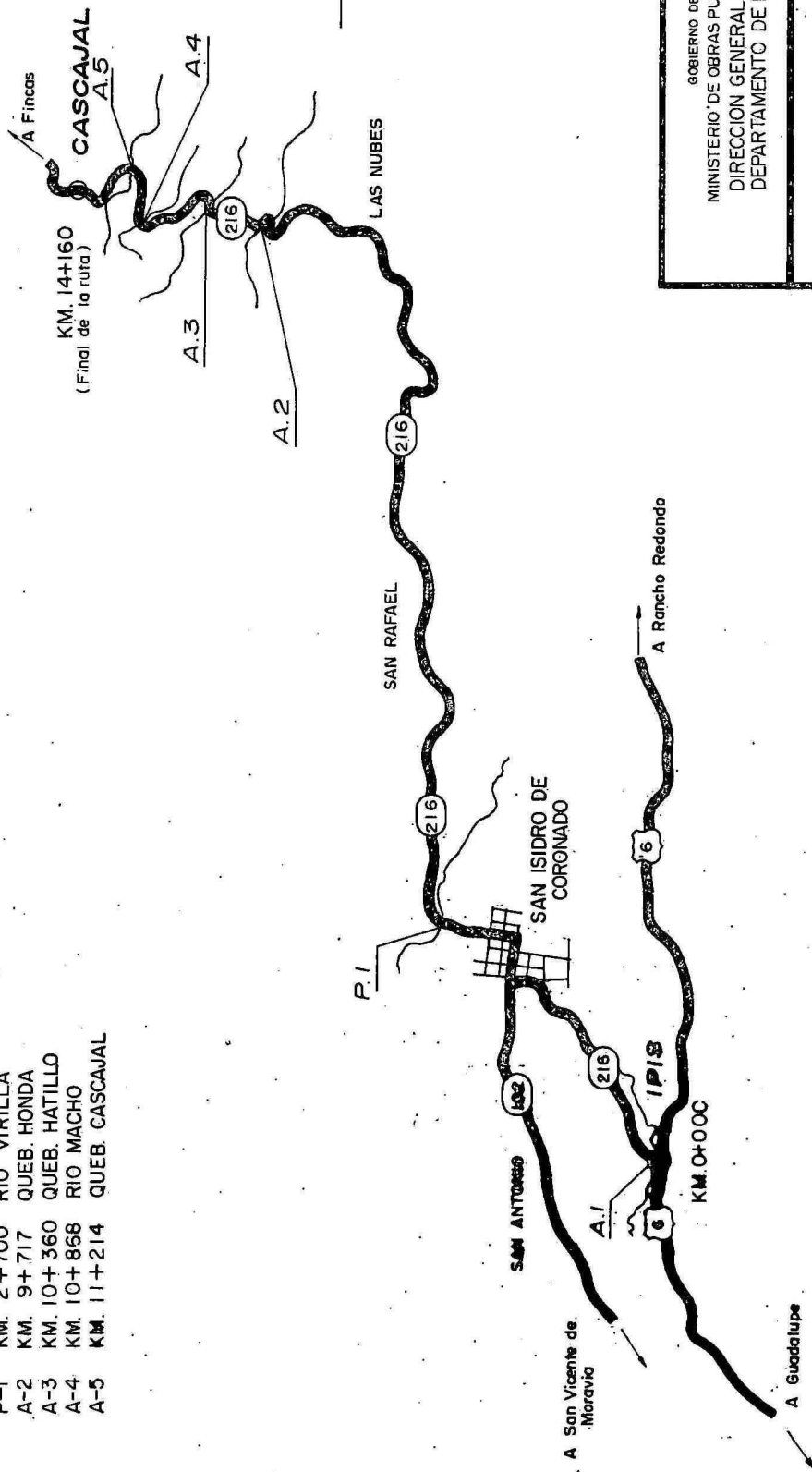
KM. 0+912

A Sabanita

Al centro

LOCALIZACION

A-1 KM. 0+063 QUEB. IPIS
P-1 KM. 2+700 RIO VIRILLA
A-2 KM. 9+717 QUEB. HONDA
A-3 KM. 10+360 QUEB. HATILLO
A-4 KM. 10+858 RIO MACHO
A-5 KM. 11+214 QUEB. CASCAJAL



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

INVENTARIO DE PUENTES

RUTA N° 216

DE KM. 0+000

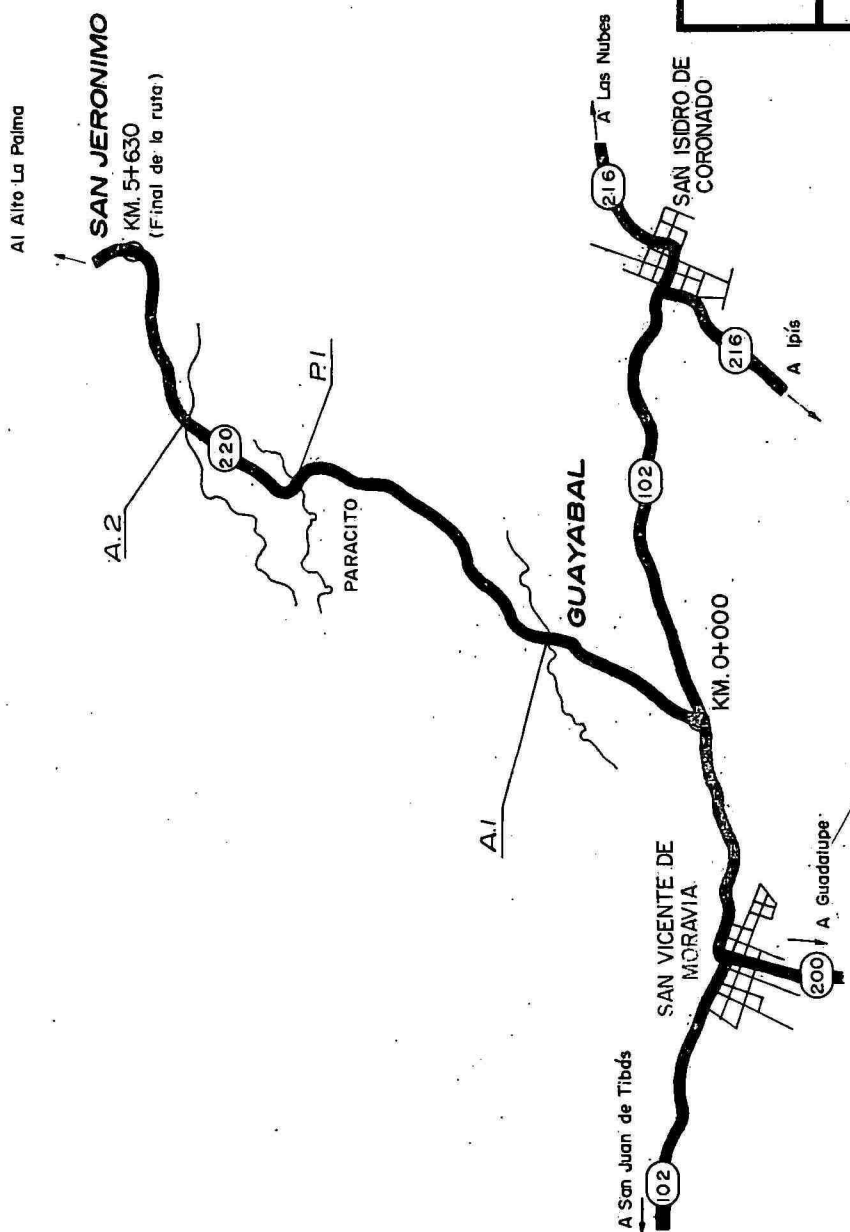
A KM. 14+160

Ruta Nacional

Ruta Regional

SAN JOSE
MAYO DE 1972

- | | | |
|-----|-------------|--------------------|
| A-1 | KM. 1 + 050 | QUEB. S. FRANCISCO |
| P-1 | KM. 2 + 966 | RIO VIRILLA |
| A-2 | KM. 3 + 256 | RIO PARACITO |



GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS

INVENTARIO DE Puentes

RUTA Nº 220

DE KM. : 0+000

A KM. : 5+630

Ruta Nacional

SAN JOSE
MAYO DE 1972

Ruto Regional.

Esc. 1 : 50 000

0 1000 2000

Metros

b) Nuevas Fórmulas para Informes de Inspección de Puentes

Las "fórmulas modelo" a que hicimos mención en el artículo 2.2 aparecen a continuación. La primera de ellas, que es la fórmula que hasta la fecha se ha utilizado, es muy poco funcional. En ella se anotaban dimensiones y observaciones en forma desordenada y además eran utilizadas para todo tipo de puente con la consiguiente lentitud en la anotación.

En las fórmulas nuevas se ha adoptado un nuevo sistema de evaluación del puente (artículo 2.3): Una hoja que constituye la llamada "Hoja de Calificación" característica de cada tipo de estructura (madera, concreto o acero) y otra de "Dimensiones y Materiales" que es idéntica para los tres tipos de puentes. Ambos en conjunto forman la llamada "Fórmula modelo" para inspecciones secundarias.

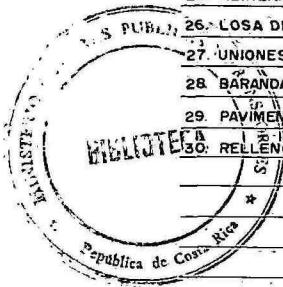
FECHA _____ REDACTADO POR _____ VERIFICADO POR _____

Puente N°	Carretera	Km.	Sección de control						Proyecto N°													
Puente sobre	Tipo	Calzada							Tramo N°													
SUPERESTRUCTURA																						
1. Estado general																						
		Piso		Rodamiento		Cordón		6. Desagües														
2. Material								7. Pintura, Color														
3. Espesor								Estado														
4. Estado								Fecha última pintada														
5. Impermeabilidad																						
8. Corrosión																						
9. Vibración																						
10. Deformación																						
11. Soldadura																						
12. Alineación de los miembros																						
13. Miembros principales y conexiones																						
14. Rostros y conexiones																						
15. Portales y marcos rígidos																						
16. Pasadores																						
17. Vías																						
18. Iluminación																						
19. Varios																						
LARGUEROS																						
20. Estado general																						
21. Conexiones y apoyos																						
TRAVESAÑOS																						
22. Estado general																						
23. Conexiones																						
ACERAS																						
24. Estado general																						
25. Vigas baranda																						
26. Columnas baranda																						
27. Piso																						
ASIENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA Y UNIDADES DE EXPANSION																						
28. Funciona correctamente?										29. Necesita							30. Expansión apropiada					
Rodillos		Balancín		Placas		Aceitar		Limpiar		Pintar		Reparar		Bastión entrada		Bastión salida		Intermedio				
Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No			
31. Observaciones																						
32. Describa filtraciones de agua, causas y daños																						
33. Describa daños por choques, sobrecarga																						
ACCESOS																						
34. Satisfactorios										35. Pavimento						36. Baranda de seguridad						37.
		Gradiente		Alineación		Tipo		Ancho		Estado		Longitud		Estado		Long. necesaria		contra golpes				
		Si	No	Si	No							Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Si	No			
Entrada																						
Salida																						
		Losa de acceso				40. Observaciones																
		Longitud				Estado																
38. Entrada																						
39. Salida																						
SUBESTRUCTURA																						
Tiene alguna?																						
Material		Estado		Asentamiento		Deslizamiento		Inclinación		Pandeo		Socavación		Reventaduras		Desintegrac.						
				Si No		Si No		Si No		Si No		Si No		Si No		Si No						
41. Bastión entrada																						
42. Bastión salida																						
43. Intermedios																						
44. Observaciones																						
CAUCE																						
45. Condiciones del lecho del río en el sitio del puente aguas arriba aguas abajo																						
46. Cauce adecuado Inadecuado																						
47. Pass el nivel máximo de agua sobre los accesos?																						
48. Profundidad del cauce actual en el sitio del puente aguas arriba aguas abajo																						
49. Estado de reparaciones anteriores																						
50. Cuando la nueva estructura se construya, será conveniente localizarla en el mismo sitio?																						
51. Reparaciones recomendadas(con costos aproximados)																						
52. Observaciones																						

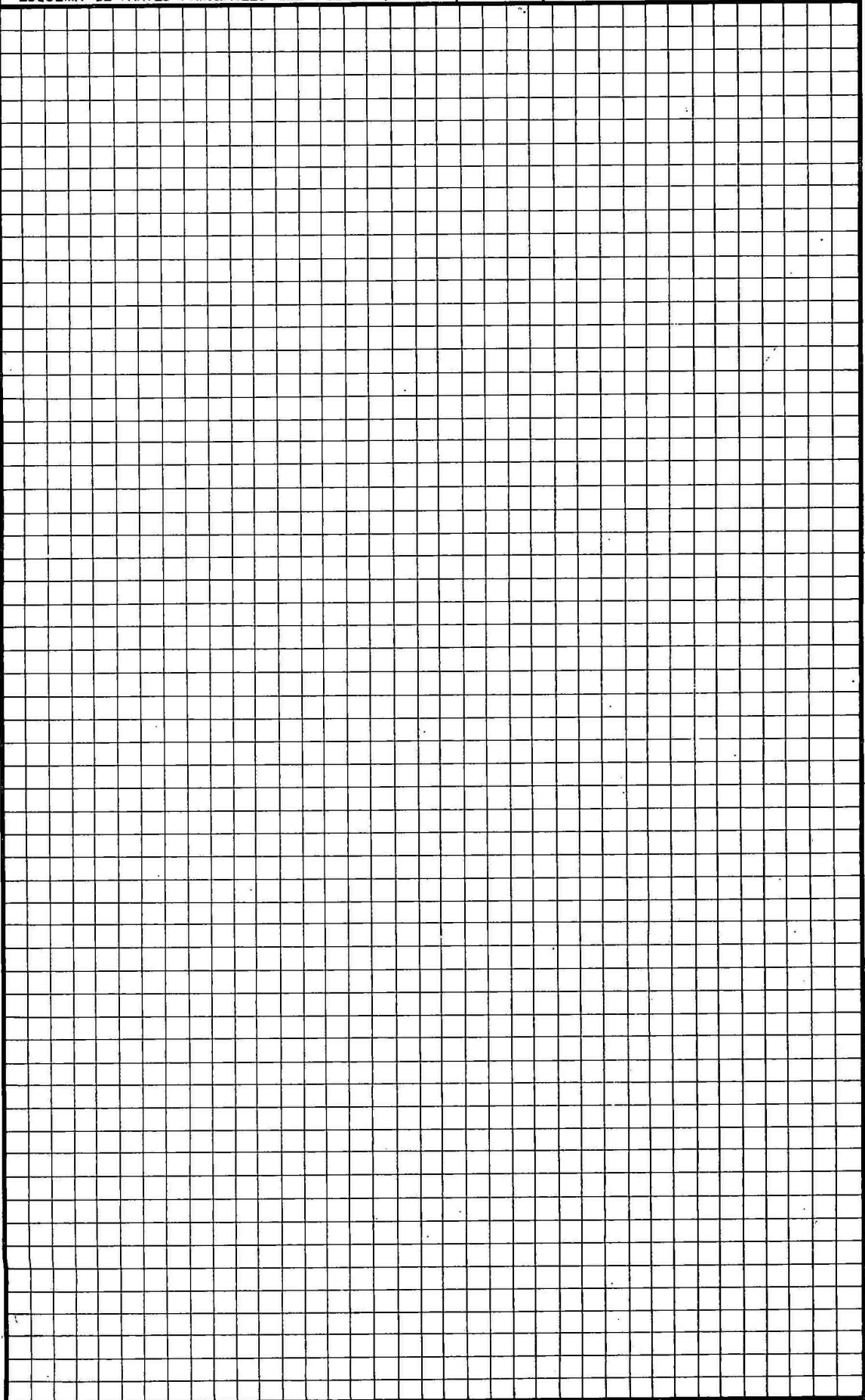
INFORME INSPECCION PUENTES MADERA HOJA DE CALIFICACION

FECHA _____ REALIZADO POR _____ LECT. ODOM. _____
Nº DE TRAMOS _____ CARGA VIVA MARCADA _____ AÑO CONSTRUCCION _____
PUENTE O ALCANTARILLA Nº _____ RUTA Nº _____ SECCION DE CONTROL Nº _____
PUENTE SOBRE EL RIO _____ TIPO _____

PISO	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO		
2. CONDICION ESTRUCTURAL		
3. CORDONES		
4. PARAPETO		
5. BARANDA		
SUPERESTRUCTURA		
6. APOYOS (PLACAS)		
7. LARGUEROS		
8. CERCHAS (ARRIOSTRES)		
9. REMACHES O TORNILLOS		
10. CORROSION (CONEXIONES)		
11. DAÑOS POR COLISION		
12. DEFORMACION BAJO CARGA		
13. ALINEACION DE MIEMBROS		
14. VIBRACION BAJO CARGA		
SUBESTRUCTURA		
15. BASTIONES		
SOCAVACION		
ALETONES		
MUROS TRASEROS		
EROSION		
ASENTAMIENTO		
DESLIZAMIENTO		
REVENTADURA		
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. SUFICIENCIA DE APERTURA		
ACCESOS		
25. ALINEAMIENTO		
26. LOSA DE ACCESO		
27. UNIONES		
28. BARANDA DE LOS ACCESOS		
29. PAVIMENTO		
30. RELLENOS		



ESQUEMA DE PARTES PRINCIPALES DEL PUENTE (CERCHAS, BASTIONES, ETC.)



INFORME INSPECCION PUENTES ACERO

HOJA DE CALIFICACION

FECHA _____	REALIZADO POR _____	LECT. ODOM. _____
Nº DE TRAMOS _____	CARGA VIVA MARCADA _____	AÑO CONSTRUCCION _____
PUENTE O ALCANTARILLA Nº _____	RUTA Nº _____	SECCION DE CONTROL Nº _____
PUENTE SOBRE EL RIO _____		TIPO _____

PISO	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO		
2. CONDICION ESTRUCTURAL		
3. CORDONES		
4. ACERAS		
5. PARAPETO		
6. BARANDA		
7. PINTURA		
8. DESAGUES		
9. FILTRACION DE UNIONES		
10. EXPANSION DE UNIONES		
SUPERESTRUCTURA		
11. APOYOS (RODILLOS, BALANCINES, PLACAS)		
12. LARGUEROS		
13. VIGAS TRANSVERSALES		
14. CERCHAS (EN GENERAL)		
PORTALES		
ARRIOSTRES		
CONTRAVENTEO		
15. PINTURA		
16. REMACHES 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. BASTIONES		
SOCAVACION		
ALETONES		
MUROS TRASEROS		
EROSION		
ASENTAMIENTO		
DESIZAMIENTO		
REVENTADURAS		
25. PILAS		
INCLINACION		
PANDEO		
SOCAVACION		
ASENTAMIENTO		
REVENTADURA		
CABEZALES		
26. CORROSION DEL ACERO		
27. PINTURA		
28. DAÑOS POR COLISION		

CANAL Y PROTECCION DEL CANAL		CALIFICACION		OBSERVACIONES	
29. SOCAVACION DEL CANAL		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	
30. EROSION DEL RELLENO		DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
31. SEDIMENTACION		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
32. VEGETACION		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
33. CAMBIO DE CANAL		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
34. SISTEMA DE DEFENSA		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
35. ZAMPEADO		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
36. SUFICIENCIA DE APERTURA		INFORME INSPECCION PUENTE 2 CONCRETO		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION	
ACCESOS		TIPO		PUENTE SOBRE EL RIO	
37. ALINEAMIENTO		OBSERVACIONES		CALIFICACION	
38. LOSA DE ACCESO		OBSERVACIONES		CALIFICACION	
39. UNIONES		OBSERVACIONES		CALIFICACION	
40. BARANDA DE ACCESOS		OBSERVACIONES		CALIFICACION	
41. PAVIMENTO		OBSERVACIONES		CALIFICACION	
42. RELLENOS		OBSERVACIONES		CALIFICACION	

ESQUEMA DE PARTES PRINCIPALES DEL PUENTE (CERCHAS, VIGAS, BASTIONES, ETC.)									
SUPERESTRUCTURA									
SUBESTRUCTURA									
CANAL Y PROTECCION DEL CANAL									

PISO	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO		
2. CONDICION ESTRUCTURAL		
3. CORDONES		
4. ACERAS		
5. PARAPETO		
6. BARANDA		
7. DESAGÜES		
8. FILTRACION DE UNIONES		
9. JUNTAS DE EXPANSION		
SUPERESTRUCTURA		
10. APOYOS (RODILLOS, BALANCIN, 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		
REVENTADURA		
20. PILAS		
INCLINACION		
PANDEO		
SOCAVACION		
ASENTAMIENTO		
REVENTADURAS		
CABEZALES		
21. DAÑOS POR COLISION		
CÁNAL 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		

INFORME INSPECCION PUENTES

DIMENSIONES Y MATERIALES

DIMENSIONES GENERALES

1. DISTANCIA ENTRE CORDONES (CALZADA)
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 EL 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) DE 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 |

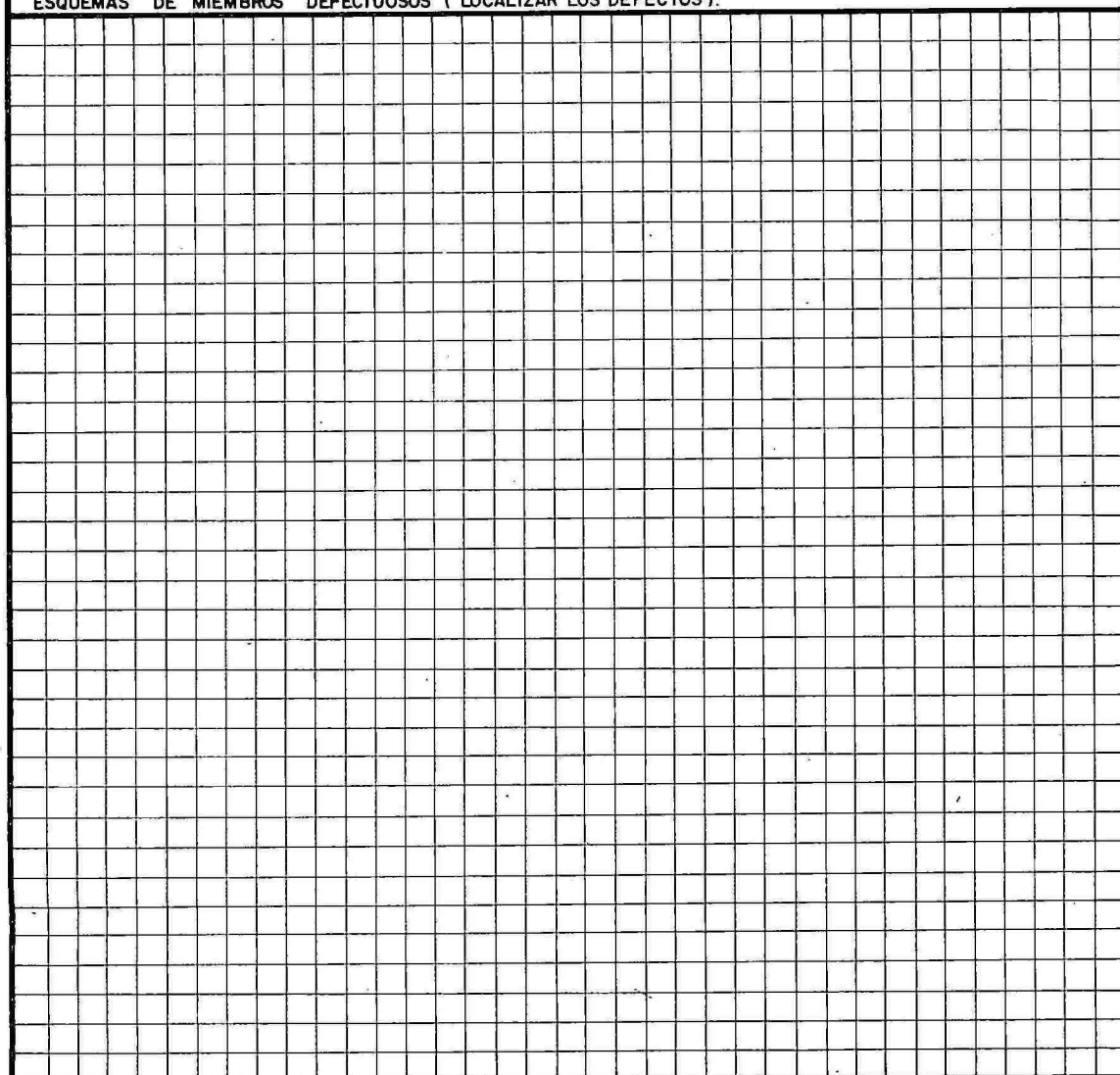
DIMENSIONES DEL CAUCE

20. PROFUNDIDAD DEL CAUCE ACTUAL
20. EN EL SITIO DEL PUENTE
21. AGUAS ARRIBA
21. AGUAS ABAJO

MATERIALES UTILIZADOS

22. PISO
23. SUPERFICIE DE RODAMIENTO
24. CORDON
- BARANDAS DE LOS ACCESOS
25. BARANDA DERECHA DE ENTRADA
26. BARANDA IZQUIERDA DE ENTRADA
27. BARANDA DERECHA DE SALIDA
28. BARANDA IZQUIERDA DE SALIDA
- PAVIMENTO DE LOS ACCESOS
29. ACCESO DE ENTRADA
30. ACCESO DE SALIDA
31. LARGUEROS (O VIGAS LONGITUDINALES)
32. TRAVESAÑOS O VIGAS TRANSVERSALES
33. BASTIONES
34. DE ENTRADA
34. DE SALIDA
35. PILAS

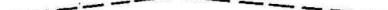
ESQUEMAS DE MIEMBROS DEFECTUOSOS (LOCALIZAR LOS DEFECTOS):

A large grid of graph paper, consisting of many small squares, intended for drawing schematics of defective members. The grid covers the majority of the page below the header.

c) Símbolos utilizados en Planos de Puentes

Este último punto tiene como finalidad que el inspector adquiriera la propiedad necesaria para poder interpretar planos de puentes y formarse un mejor criterio en la inspección de algún puente que vaya a presentar dudas durante la inspección.

SIMBOLOS UTILIZADOS EN PLANOS DE PUENTES

@	Espaciadas cada... (centro a centro).
ϕ	Diámetro.
#	Número de varilla. (indica el N° de octavos del diámetro de la varilla de refuerzo).
ϵ	Línea de centro.
ϵ	Placa.
ϵ s.	Placas.
	Varilla (corte).
	Punto de referencia.
	Huecos.
$1\frac{1}{2} : 1$	Pendiente: $1\frac{1}{2}$ en la horizontal, 1 en la vertical
$f'c$	Resistencia del hormigón a los 28 días.
	Línea de eje. (ϵ carreteras, ϵ apoyos, etc.).
	Línea para varillas de refuerzo.
	Línea pie de relleno.
	Línea de corte (terreno).
	Línea de interrupción de estructuras.
	" " " " dimensiones.
cl.	Claro (se refiere al recubrimiento de las varillas de refuerzo).

CONCLUSIONES

Después de observar algunos de los defectos y fallas en nuestros puentes es fácil deducir que un mejor y metódico mantenimiento de puentes es im prescindible para garantizar la seguridad de peatones y vehículos y también del punto de vista económico presenta sus lógicas ventajas.

Un mantenimiento eficiente y metódico es fruto de un reporte claro y orde nado. De ahí que se confeccionaran nuevas fórmulas de inspección.

Para terminar es importante que se imparta en el futuro cursos sobre man tenimiento e inspección de puentes y que se establezca a su vez una ofici na o departamento que tenga a su cargo exclusivamente este tipo de actividad.