

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME,
CELENDÍN; SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

BACHILLER: YERSON BAZÁN LUDEÑA

ASESOR: MCs. Ing. Sergio Huamán Sangay

Cajamarca - Perú
Diciembre, 2014

ÍNDICE

	CONTENIDO	Página.
	DEDICATORIA.....	i
	AGRADECIMIENTO.....	ii
	RESUMEN.....	iii
	ABSTRACT.....	iv
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
II.	MARCO TEÓRICO.....	04
2.1	ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	04
2.2	BASES TEÓRICAS.....	09
2.2.1	PUENTE.....	09
2.2.2	ÁREA HIDRÁULICA DEL PUENTE.....	17
2.2.3	ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERIA.....	18
2.2.4	CARGAS Y FACTORES DE CARGA.....	24
2.2.5	SOCAVACIÓN.....	30
2.2.6	FALLAS.....	34
2.2.7	EFLORESCENCIA.....	34
2.2.8	CONTEO DE TRÁFICO.....	37
2.2.9	INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA.....	38
2.2.10	ÍNDICE MEDIO DIARIO.....	38
2.3	TÉRMINOS BÁSICOS.....	39
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1	UBICACIÓN POLÍTICA.....	42
3.2	UBICACIÓN GEPGRÁFICA.....	42
3.3	TIEMPO O ÉPOCA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.4	PROCEDIMIENTO.....	42
3.4.1	SELECCIÓN DE MUESTRA.....	42
3.4.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y FUENTES PARA OBTENER DATOS.....	43
3.4.3	MATERIALES O HERRAMIENTAS.....	46
3.5	TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	47
IV	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
4.1	RESULTADO DE LA INSPECCIÓN.....	48
4.4.1	INSPECCIÓN DEL CAUSE.....	48
4.4.2	SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE.....	48
4.4.3	SUBESTRUCTURA DEL PUENTE.....	50
4.4.4	INDICE MEDIO DIARIO.....	51
4.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
4.5.1	EN LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE.....	54

4.5.2	EN LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE.....	54
4.5.3	CONDICIÓN GLOBAL DEL PUENTE – MTC.....	57
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1	CONCLUSIONES.....	59
5.2	RECOMENDACIONES.....	61
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
	ANEXOS.....	64

INDICE DE FIGURAS

TÍTULO	PÁGINA
Figura N° 01. Mecanismo de erosión local de los pilares intermedio de los puentes colapsados, durante el Fenómeno “El Niño”	08
Figura N° 02. Trabe tipo T.	12
Figura N° 03. Trabe tipo AASHTO.	12
Figura N° 04. Trabe tipo Cajón.	12
Figura N° 05. Trabe laminado de acero.	13
Figura N° 06. Trabe de concreto.	15
Figura N° 07. Vista en planta de las características hidráulicas de paso de un puente.	17
Figura N° 08. Características del camión de diseño.	27
Figura N° 09. Socavación en puente.	32
Figura N° 10. Desarrollo de la eflorescencia primaria.	36
Figura N° 11. Desarrollo de la eflorescencia secundaria.	36

INDICE DE TABLAS

TÍTULO	PÁGINA
Tabla N° 01. Clasificación de fallas.	28
Tabla N° 02. Flujo vehicular horario.	52
Tabla N° 03. Índice Medio Diario.	53

INDICE DE CUADROS

TÍTULO	PÁGINA
Cuadro N° 01. Cuadro de Condición Global del Puente - MTC.	45

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos y esposa, gracias por su apoyo incondicional, sin ustedes nada de esto fuera posible.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Carmencita y Yersiton, las personitas que cambiaron mi vida. Ellos son mi fuerza y motivo para seguir adelante.

RESUMEN

Todas las construcciones civiles acumulan daño gradualmente durante su vida útil, particularmente los puentes vehiculares, siendo la fatiga y los efectos ambientales las principales causas de deterioro. Este trabajo se centra en la evaluación de fallas estructurales en puentes aplicando la metodología de la Guía de Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, la cual permite analizar los puentes de concreto reforzado, con el objeto de optimizar y planear de mejor manera los programas de conservación para este tipo de estructuras.

En el presente trabajo se evaluó el puente Chacarume, localizado en la Provincia de Celendín, en la sierra norte del Perú, con el objeto de evaluar las fallas estructurales en la subestructura y superestructura. Así como su antigüedad, la falta de mantenimiento, Índice Medio Diario, incremento en la carga de diseño, contaminación del Río Chacarume, entre otros; que son los factores principales para evaluar las fallas estructurales, y así prevenir que la estructura falle por fatiga o en el peor de los casos colapse.

Luego de haber realizada la evaluación en base a la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se obtiene la clasificación N° 3; debido a la pérdida de sección que está presentando en la parte inferior de la losa, deterioro o socavación en la parte del cimiento las cuales podrían afectar seriamente a los elementos estructurales primarios, pudiendo observarse ya desplazamientos horizontales y verticales entre losas. Hay posibilidad de fracturas locales, pudiendo presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.

Palabras Clave: puente, inspección, evaluación, reparación, mantenimiento.

ABSTRACT

All the civil constructions accumulate hurt gradually during his useful life, particularly the traffic bridges, being the fatigue and the environmental effects the principal reasons of deterioration. This work centres on the evaluation of structural faults on bridges applying the methodology of the Guide of Inspection of Bridges of the Department of Transport and Communications of Peru, which allows to analyze the bridges of concretely reinforced, in order to optimize and to plan of better way the programs of conservation for this type of structures.

In the present work there was evaluated the bridge Chacarume, located in Celendín's Province, in the north saw of Peru, with the object to evaluate the structural faults in the substructure and superstructure. As well as his antiquity, the lack of inspection and of maintenance, Average Daily Index, I increase in the load of design, pollution of the Rio Chacarume, between others; they are the principal factors to evaluate the structural, and like that faults to anticipate that the structure fails for fatigue or at worst it collapses.

After having realized the evaluation on the basis of the board N ° 01-2006-MTC/14, of Transportes's Department and Communications, there obtains the classification N ° 3; due to the loss of section that he is presenting in the low part of the slab, deterioration or undercut in the part of the foundation which might concern seriously the structural primary elements, being able to be observed already horizontal and vertical displacements between slabs. There is possibility of local fractures, being able to appear cracks in the concrete one or difficulties in the steel.

Key words: bridge, inspection, evaluation, reparation, maintenance.

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

Los puentes en todo el mundo han ido evolucionando con el paso de los años, adquiriéndose diferentes diseños, materiales, proceso constructivo diferente, mano de obra cada más calificada, el cumplimiento de estos nuevos retos ingenieriles, y el elevado costo de la construcción de los mismos hace de suma importancia realizar una evaluación y un mantenimiento continuo para evitar las fallas y su posterior deterioro y/o colapso.

A nivel mundial se pueden encontrar diversos tipos de puentes en los cuales se realiza al menos un mantenimiento anual (dependiendo del tipo de puente y de la exposición que este tenga) con costos muy elevados, ya que son estructuras que implican un presupuesto importante, en el ámbito nacional, el mantenimiento de los puentes de concreto armado que se encuentran en las rutas, no se da con la debida regularidad, para evitar su desgaste.

Más aun en el plano local, el puente de Chacarume– Celendín, el cual es materia de la presente investigación, no hay una debida preocupación por el estado en el que se encuentra, la falta de evaluación y la ausencia de mantenimiento está causando muchas deficiencias, a su vez el puente Chacarume ha sufrido diversos cambios a lo largo del tiempo como incrementos en la carga de diseño, aumento del Índice Medio Diario, socavación por lluvias extraordinarias, etc., que silenciosamente y de manera casi imperceptible van deteriorando su estructura lo cual constituye un alto riesgo de producirse la falla por fatiga o por acciones sísmicas no consideradas.

Es por ello que se plantea la siguiente interrogante ¿Qué fallas estructurales se han producido en el Puente Chacarume, Celendín; según las directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?

Resultando la siguiente Hipótesis. Las fallas estructurales del puente Chacarume, Celendín; cumple con la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La importancia de esta investigación se da porque desde la construcción del puente Chacarume, no se ha realizado ninguna inspección y mucho menos un mantenimiento del mismo. Dada la antigüedad del puente y los incrementos de carga y volumen del transporte, sumado a las inclemencias del clima, se hace de suma importancia realizar una evaluación del puente para verificar el estado en el que se encuentra y así prevenir posibles daños e incluso el colapso, evitando el gasto público innecesario.

La presente investigación abarca solamente la parte teórica de la evaluación y tiene como fin principal evaluar las fallas estructurales producidas por; incremento en su carga de diseño, deterioro progresivo del mismo, el índice medio diario, y así poder determinar posibles soluciones de mantenimiento o reparación sin intervenir en la ejecución de las reparaciones.

Se elaborara una guía con la finalidad de proporcionar posibles soluciones de los componentes del puente Chacarume, de esta forma, la inclusión de dicha documentación en una futura rehabilitación, reparación y reforzamiento.

Como objetivo general se tiene: Evaluar las fallas estructurales del puente Chacarume–Celendín, según las directivas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Desprendiéndose los siguientes objetivos específicos son:

Evaluar las fallas estructurales en la superestructura.

Evaluar las fallas estructurales en la subestructura.

El primer capítulo del presente trabajo de investigación introduce la problemática del puente Chacarume - Celendín, presenta las hipótesis y objetivos que guían la ejecución del estudio.

En el segundo capítulo se mencionan los antecedentes teóricos de investigación relacionados al tema a nivel internacional, nacional y local. Se describe que es un puente, su clasificación, fallas en puentes, colapso, evaluación y criterios de evaluación.

En el tercer capítulo vamos armando nuestra hipótesis en estudio así como sus variables.

En el cuarto capítulo hablamos de la metodología a utilizar; desde el tipo de investigación a utilizar hasta el Análisis e interpretación de datos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS:

Internacionales.

En el mundo se vienen realizando una serie de trabajos de evaluación de puentes con objetivos de reparación y con la finalidad expresa de evitar daños materiales y pérdidas de vidas humanas; y mitigar gasto publico innecesario. A continuación mencionare algunos trabajos:

- Metodología de evaluación estructural de puente metálico por técnicas de fiabilidad estructural. El método empleado mediante técnicas de fiabilidad estructural presenta la posibilidad de proyectar seguridad del puente; lo que implica ser un método preventivo con una gran ventaja sobre el código colombiano de diseño sísmico de puentes (Muñoz 2002).
- El mantenimiento de puentes es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de una red de carreteras. Su objetivo final, como la de toda labor de conservación, es la del mantenimiento de todas las condiciones de servicio de la carretera en el mejor nivel posible (Flórez 2004).

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

En esto podemos encontrar la gran importancia de la función de los puentes no sólo en nuestro país sino en todo el mundo, ya que nos permite

acortar distancias y facilitar el tránsito de las personas y vehículos, ofreciendo así soluciones de desarrollo para cada región o ciudad.

En el documento también podemos encontrar algunos conceptos básicos de puentes, definiciones, tipos de puentes, sus componentes, las solicitaciones de carga, etc., incluso nos habla de algunos programas de conservación de puentes carreteros los cuales podemos tomar en cuenta para la aplicación en nuestro país y especialmente en el puente en estudio.

Su tesis es un aporte ingenieril muy significativo para los estudiantes, profesionales o instituciones involucradas en el mantenimiento de puentes ya que sirve como referencia al momento de realizar una evaluación de estas estructuras para determinar sus posibles fallas estructurales, en ella evalúa diferentes puentes de México los cuales no recibían mantenimiento adecuado y propone soluciones de reparación y reforzamiento para cada una de las partes comprometidas de los puentes, con fines de prevenir su deterioro y futuro colapso.

- La propuesta del Ministerio de Transportes Instituto Nacional de Vías, da un Manual para la inspección visual de puentes y pontones proporciona una guía la cual contiene herramientas prácticas para ser aplicadas por los ingenieros civiles con el fin de obtener un informe detallado de los daños encontrados en las diferentes partes del puente y que permitan identificar el tipo de daño, la severidad de las fallas, entre otros, y de esta manera poner en alerta a las autoridades responsables para su rápida acción en la reparación de las estructuras deterioradas (INVIAS 2006).

En esta guía podemos encontrar los procedimientos que se deben seguir para realizar un análisis estructurado y detallado, también hace recomendaciones de los materiales con los que debemos contar al momento de realizar la inspección de cada uno de los elementos de los puentes, identificando primero el tipo de puente a evaluar, las partes de los mismos, si cuenta o no con señalización adecuada, de esta manera

podremos calificar los daños de la estructura, si fueron en el diseño, al momento de la construcción o durante su funcionamiento, a la vez proporciona formatos y código de registro y listado de cuantificación de daños con los cuales nos podemos apoyar para brindar una calificación más precisa del puente.

Metodología para la evaluación del estado de puentes existentes. Se desarrolló una metodología para la evaluación de puentes existentes identificando y relacionando variables que los afectan, priorizando su necesidad de intervención por medio del análisis de variables externas a la estructura, propias de cada región y relacionadas a su funcionalidad (Parra y Sedano 2011).

Nacionales.

- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones propone la Directiva No 01-2006-MTC/14, Guía para la Inspección de Puentes, aprobada mediante Resolución Directoral N° 012-2006-MTC de fecha 14 de Marzo del 2016, esta Guía es muy importante en la cual proporciona pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes. En ella también nos indica los características que deben tener los profesionales para realizar las inspecciones e incluye también el tipo de material conveniente para hacer una evaluación adecuada con el fin de evaluar y controlar los daños y/o fallas que estos vayan teniendo con el paso del tiempo, las cuales se irán contrastando con un formato que nos servirá para la toma de datos. La guía que nos ofrecen es un importante aporte para la evaluación de los puentes, explica punto por punto las partes a considerar, y los daños que pueden sufrir las diferentes componentes de la estructura, propone también una tabla de calificación por puntajes, para así considerar el estado crítico o no crítico del puente (MTC 2006).
- En su programa de conferencias PROVIAS NACIONAL presenta a su expositor Ing. Walter Zecenarro, quien elabora un documento llamado

balance de la gestión y administración de puentes en la red vial nacional, y hace referencia a las gestiones realizadas en las diferentes instituciones nacionales, y nos menciona:

Hasta antes del 2003 los trabajos de la ex - Dirección de Puentes del MTC se orientaban a la construcción de puentes nuevos, a la atención de emergencias, o de ser el caso a rehabilitaciones de manera reactiva.

La mínima implementación de una política sistematizada y permanente de atención de puentes. A fines del año 1998 se había elaborado el Estudio General de Puentes cuyas recomendaciones se aplicaron muy discretamente por la Dirección de Puentes, hasta su desaparición a fines del año 2001. El producto se desactualizó. Entre otros, nos hace ver la falta de dirección en las instituciones representativas de nuestro país, lo cual conlleva al abandono de los puentes una vez terminada su construcción, nos presenta unas gráficas en las cuales podemos observar las pérdidas estructurales de los diferentes puentes con respecto al tiempo.

Nos hace notar que en la actualidad se vienen implementando programas de gestión así como incremento en el presupuesto destinado para el mantenimiento de puentes, pero que aún es insuficiente, más aún el avance que se viene teniendo nos da expectativas positivas y se espera que con el transcurrir del tiempo poco a poco se dedique más interés a la conservación de estas estructuras tan importantes y necesarias (MTC 2011).

- Tesis Magistral Pontificia Universidad Católica del Perú, evalúa las obras de infraestructura vial dañados por el Fenómeno del Niño 1987-1998, teniendo un especial cuidado en los puentes de la Red Vial Norte y concluye diciendo que la mayoría de los puentes colapsados con apoyos intermedios se debieron a la socavación a los efectos del incremento de caudal, que ocasionaron el mecanismos locales de vortis de Estela y vortis de Herradura, ocasionando erosión y socavamiento de la cimentación,

produciendo en algunos casos el asentamiento del pilar y la inestabilidad ante la sobre presión del cauce de los ríos (Mosqueira 2011).

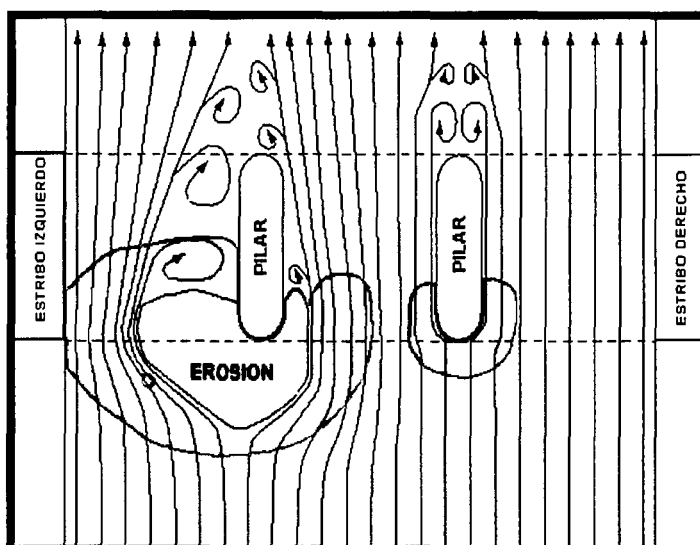


Figura 01. Mecanismo de erosión local de los pilares intermedio de los puentes colapsados, durante el Fenómeno “El Niño”

Locales.

- Evaluación de 40 puentes ubicados en la red vial Cajamarca – Jaen, elaborando así un informe sobre las fallas estructurales encontradas en cada uno de los puentes los cuales fueron analizados exhaustivamente para conocer su situación actual y determinar si su daño es crítico o leve, y a la vez propone soluciones de mantenimiento de los mismos que sirven de nexo entre estas ciudades (Mosqueira 2007).

Así mismo nos dice: Que estos puentes se llegaron a clasificar dentro de Cuadro de Condición Global del Puente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Su aporte a la región Cajamarca es primordial, ya que la evaluación permite a las autoridades pertinentes tener en cuenta el estado de los puentes y así priorizar su reparación según su deterioro y mitigar, aminorar o eliminar el riesgo que representa para las personas y transporte

incluyendo la pérdida económica que involucraría de no tomarse en cuenta este proyecto.

- En la tesis Puente Carrozable vía de Evitamiento Norte sobre el Río Chonta - Baños del Inca, plantea una vía de acceso alternativa y adecuada entre la Urb. Hurtado Miller y Tartar Chico – Baños del Inca (Pérez y Sáenz 2008).

Este estudio se dio con el fin de dar una solución para los pobladores de esta parte de la ciudad que tienen la dificultad de acceso al centro del distrito.

- En la tesis Puente Viejo sobre el Río Chotano, ubicado en la carretera Cochabamba – Sillangate; obra de gran importancia puesto que permite que la mencionada vía no se vea interrumpida por la crecida del río que en épocas de lluvia llega hasta la plataforma de madera existente (Alarcón2010).

Dicho estudio nace a solicitud de la población afectada con la interrupción de la carretera, quienes manifiestan necesaria la construcción de un nuevo puente por estar deteriorado el puente de madera existente.

El Costo total del Proyecto del nuevo puente asciende a S/. 422, 356.14 (Cuatrocientos Veintidós Mil Trescientos Cincuenta y Seis con 14/100 Nuevos Soles).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 PUENTE:

Un puente es una estructura la cual puede estar construida a base de concreto reforzado, madera, mampostería o una combinación de estos materiales, la

función principal de un puente es unir dos puntos inaccesibles entre sí, salvar un obstáculo o cruzar otra vía a un nivel superior al de la misma (Polanco 2010).

2.2.1.1 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN PUENTE:

A) ELEMENTOS DE PISO:

➤ Superficie de rodamiento:

La superficie de rodamiento proporciona el piso para el tránsito de los vehículos y se coloca sobre la cara superior de la losa estructural. Existen también superficies de rodamiento coladas íntegramente con la losa estructural. Cuando se utiliza esta técnica se le designa como piso monolítico (Alarcón 2010).

Las superficies de rodamiento pueden ser de concreto asfáltico o concreto de cemento portland y se considera que no proporciona capacidad de carga.

➤ Piso estructural:

El piso estructural o losa proporciona la capacidad portante de carga del sistema de cubierta, los sistemas estructurales típicos son:

- Concreto reforzado
- Placas de acero (pisos ortotrópicos) con capas de rodamientos delgadas superpuestas.
- Rejillas de acero (abiertas o rellenas con concreto).
- Tablones de madera.
- Trabes cajón de concreto presforzado.
- Losa aligerada.
- (Alarcón 2010).

➤ **Banquetas:**

Las banquetas se colocan en las estructuras donde el tránsito de peatones justifique su uso (Alarcón 2010).

De otra manera, se recomienda generalmente banquetas de seguridad. Las banquetas típicas son de:

- Concreto reforzado.
- Placas de acero.
- Tablones de madera.

➤ **Guarniciones:**

Las guarniciones se prevén en conjunto con las banquetas o las banquetas de seguridad. Las guarniciones pueden construirse de concreto reforzado, de granito pre labrado, madera o placas de acero (Alarcón 2010).

➤ **Parapetos:**

Los parapetos se colocan a todo lo largo de los bordes extremos del sistema de piso y proporcionan protección para el tránsito y los peatones (Alarcón 2010).

Existe una amplia variedad de materiales y formas de parapetos. Algunos de los más comunes son:

- Sistema de rieles metálicos múltiples.
- Trabes W.
- Concreto reforzado.
- Madera.

B) ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA:

Trabes:

Son elementos estructurales de concreto pre forzado; Ideales para soportar cargas para puentes en claros hasta de 30m. Su longitud es variable de acuerdo a las necesidades del proyecto (Alarcón 2010).

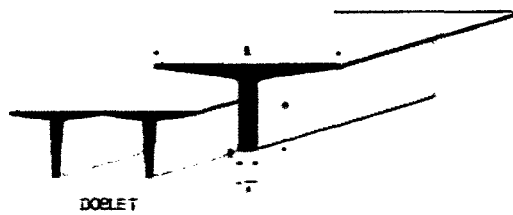


Figura 02. Trabe tipo T

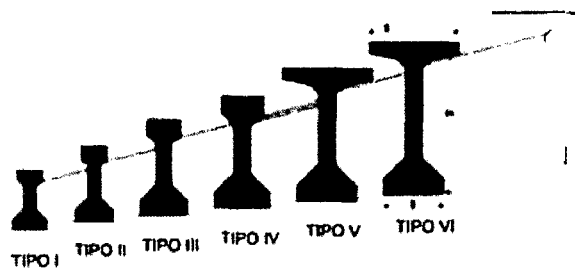


Figura 03. Trabe tipo AASHTO

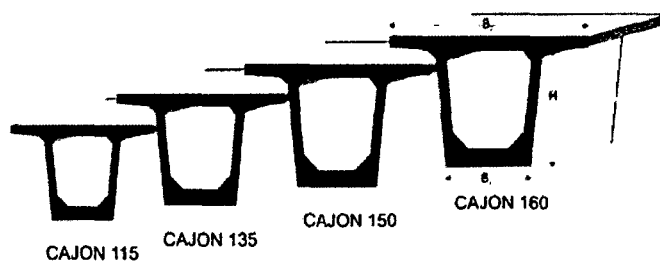


Figura 04. Trabe tipo Cajón

➤ **Trabes laminadas:**

Las trabes laminadas se utilizan para claros cortos. Las trabes se obtienen del taller de laminación como una unidad integral compuesta de dos patines y un alma. Los patines resisten el momento flexionante y el alma el cortante, los tipos más comunes de perfiles laminados para trabes son: viga estándar, patín ancho y sección canal (Alarcón 2010).

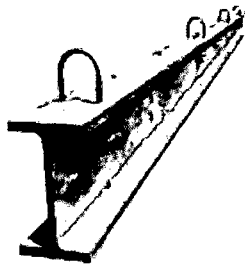


Figura 05. Trabe laminado de acero

➤ **Trabe compuesta armada:**

Este tipo de miembro estructural se utiliza para longitudes de claros intermedios que no requieran una armadura y si necesitan un miembro mayor que una trabe laminada. Los elementos básicos de una trabe compuesta son un alma a la cual los patines son remachados o soldados en los extremos superior o inferior. Las formas más comunes de sección transversal son: soldada y remachada con placas (Alarcón 2010).

Nota: la mitad superior de la trabe compuesta (trabe de placas) estará en compresión y mitad inferior en tensión para estructuras libremente apoyadas.

Las partes componentes de una trabe compuesta son:

- **Ángulos:** los ángulos se utilizan para trabes de placas remachadas y transmiten fuerzas de compresión o de tensión inducidas por la flexión.

- **Cubre placas:** las cubre placas están soldadas o remachadas a los patines y/o inferior de la trabe para incrementar la capacidad de carga.
- **Atiezos en el apoyo:** estos son placas o ángulos colocados verticalmente en las zonas de apoyo y conectados al alma. Su función principal es la de transmitir los esfuerzos cortantes en la placa del alma al dispositivo de apoyo, y para prevenir el desgarramiento y el pandeo del alma.
- **Atiezos intermedios:** los atiezos intermedios son utilizados en los puntos de carga concentradas o en las trabes peraltadas para prevenir el desgarramiento y el pandeo del alma.
- **Trabes de concreto:** las trabes de concreto están generalmente reforzadas en las zonas de esfuerzos de tensión, ya sean resultantes de flexión, cortante o una combinación de estos producidos por cargas transversales, son por proyecto tomadas por el acero de refuerzo. El concreto trabaja a compresión (y algo de cortante). Son generalmente de forma rectangular o de forma de "T", con sus dimensiones de peralte mayores que su ancho.

➤ **Trabes de concreto:**

Las trabes de concreto están generalmente reforzadas en las zonas de esfuerzos de tensión, ya sean resultantes de flexión, cortante o una combinación de estos producidos por cargas transversales, son por proyecto tomadas por el acero de refuerzo. El concreto trabaja a compresión (y algo cortante). Son generalmente de forma rectangular o de forma de "T", con sus dimensiones de peralte mayores que su ancho (Alarcón 2010).

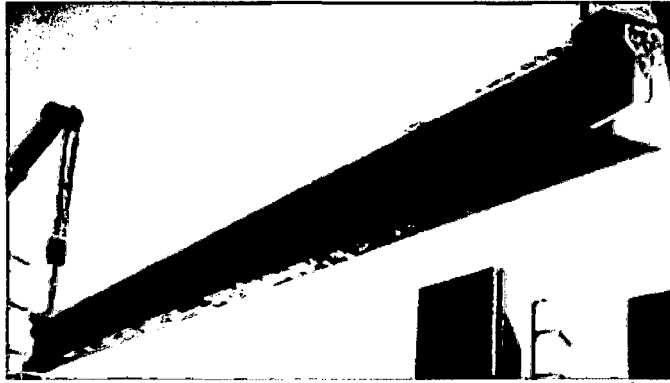


Figura 06: Trabe de Concreto

➤ **Tipos de claros:**

En términos de su condición de apoyo, hay tres tipos generales; libremente apoyados, continuos y en cantiliver (Alarcón 2010).

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

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

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

➤ **Apoyos:**

Los apoyos transmiten la carga de la superestructura a la subestructura, ellos también se diseñan para movimientos longitudinales debido a la dilatación, contracción y movimientos de rotación debido a la deflexión. Los apoyos del

puentes son de vital importancia para el funcionamiento de la estructura. Si ellos no conservan una buena disposición de trabajo pueden inducirse esfuerzos a la estructura que pueden acortar la vida útil del puente, algunos tipos de apoyos son los apoyos fijos, apoyo de dilatación (Alarcón 2010).

C) ELEMENTOS DE LA SUBESTRUCTURA:

➤ Estribos:

Una estructura individual la cual soporta el extremo de un tramo simple o el extremo final de una superestructura de varios claros, y generalmente retiene o soporta el terraplén de los accesos. (Polanco 2010).

Estribo recto: (estribo aislado, estribo al pie del terraplén)

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

Estribo de altura total (estribo de hombro):

Un estribo en catiliver que se prolonga de la rasante del camino bajo hasta aquella del camino de arriba. Usualmente se asienta fuera del hombro.

Esto puede ser sobre pilotes o en cimientos por ampliación de base de diseño abierto o cerrado.

2.2.1.2 CLASIFICACIONES DE PUENTES:

A los puentes los podemos clasificar según su función y utilización, materiales de construcción y tipo de estructura.

Según su función y utilización se les puede clasificar en:

- Puentes peatonales.
- Puentes, viaductos o pasos carreteros.
- Puentes, viaductos o pasos ferroviarios.

Según sus materiales de construcción, los puentes podrán ser de:

- Madera.
- Mampostería.
- Acero Estructural.
- Concreto Armado.
- Concreto Presforzado.

Dependiendo del tipo de estructura, los puentes podrán ser de:

- Librementemente Apoyados.
- Tramos continuos.
- Arcos.
- Atirantados.
- Colgantes.
- Doble Voladizos.

(Polanco, 2004)

2.2.2 ÁREA HIDRÁULICA DEL PUENTE:

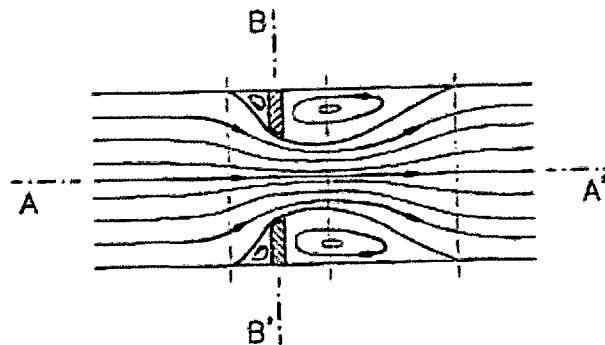


Figura 07. Vista en planta de las características hidráulicas de paso de un puente.

La determinación del área hidráulica del puente es un elemento esencial para lograr un proyecto económico y confiable. Para ello, es necesario realizar estudios en el sitio propuesto, los que deberán formar parte del anteproyecto del puente. Estos deberán contener. De ser aplicables los siguientes elementos:

➤ **Información sobre el sitio.**

- Mapas, secciones transversales de la corriente y fotografías aéreas.
- Información completa sobre los puentes ya existentes, incluyendo fechas de construcción y su comportamiento durante las avenidas registradas.
- Niveles de aguas máximas extraordinarias, así como las fechas en que ocurrieron.
- Datos sobre materiales flotantes y estabilidad de cauce.
- Factores que afecten el nivel de las aguas, como son las avenidas procedentes de otras corrientes, embalses, remansos y obras para el control de avenidas.

(Polanco 2010).

2.2.3 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

Antes de proceder con el diseño del proyecto de un puente, es indispensable realizar los estudios básicos que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que redunde en la generación de información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas primero en anteproyectos y luego en proyectos definitivos reales, y ejecutables.

El proyectista deberá informarse adecuadamente de las dificultades y bondades que le caracterizan a la zona antes de definir el emplazamiento del puente. Emplazamiento que deberá ser fruto de un estudio comparativo de varias alternativas, y que sea la mejor respuesta dentro las limitaciones (generación de información) y variaciones de comportamiento de los cambios naturales y provocados de la naturaleza.

Debe igualmente especificar el nivel de los estudios básicos y los datos específicos que deben ser obtenidos. Si bien es cierto que los datos naturales no se obtienen nunca de un modo perfecto, estos deben ser claros y útiles para la elaboración del proyecto.

Los estudios que pueden ser necesarios dependiendo de la magnitud y complejidad de la obra son:

- Estudios Topográficos
- Estudios Hidrológicos e Hidráulicos
- Estudios Geológicos y Geotécnicos
- Estudios de Riesgo Sísmico
- Estudios de Impacto Ambiental
- Estudios de Tráfico
- Estudios Complementarios
- Estudios de Trazos de la Vía

2.2.3.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

La instrumentación y el grado de precisión empleados para los trabajos de campo y el procesamiento de los datos deberán ser consistentes con la dimensión del puente y sus accesos y con la magnitud del área estudiada. En cualquier caso los instrumentos y los procedimientos empleados deberán corresponder a la mejor práctica de la ingeniería.

Debe contener como mínimo, un plano de ubicación, planimetría con curvas de nivel cada metro si la quebrada es profunda o más juntas si el terreno es llano o las barrancas son poco definidas. Secciones transversales en el eje propuesto enlazado con el eje de la vía, otras aguas arriba y abajo, situadas cada 10 ó 20 metros según la necesidad, y condiciones topográficas, un perfil longitudinal del eje del lecho del río en 500 metros (o más según la necesidad) aguas arriba y abajo (Polanco 2010).

Los estudios topográficos tendrán como objetivos:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de hidrología e hidráulica, geología, geotecnia, así como de ecología y sus efectos en el medio ambiente.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

2.2.3.2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

- Recopilación de datos sobre avenidas que permitan estimar el gasto máximo en el cauce, incluyendo tanto las avenidas máximas registradas como las conocidas históricamente.
- Determinación de la curva avenida – frecuencia correspondiente al sitio.
- Determinación de la distribución del gasto y de las avenidas en el cauce para considerar el gasto de las avenidas en el proyecto de la estructura.
- Curva tirante – gasto en el cauce
(Polanco 2010).

2.2.3.3 ESTUDIOS HIDRÁULICOS.

- Estimación de remansos y cálculo de las velocidades medias en el sitio para diferentes longitudes tentativas del puente y evaluación de gastos.
Estimación de la profundidad de socavación en los estribos de las estructuras propuestas. (Polanco 2010).

2.2.3.4 ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Los estudios geológicos deben establecer las características geológicas, tanto local como general de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran

identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

Los estudios geotécnicos deben establecer las características geotécnicas, es decir, la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para el diseño de cimentaciones estables.

El programa de estudios deberá considerar exploraciones de campo, cuya cantidad será determinada en base a la envergadura del proyecto.

(Polanco 2010).

2.2.3.5 ESTUDIOS DE RIESGO SÍSMICO

Se llama riesgo sísmico a la probabilidad de ocurrencia dentro de un plazo dado, de que un sismo cause, en un lugar determinado, cierto efecto definido como pérdidas o daños determinados. En el riesgo influyen el peligro potencial sísmico, los posibles efectos locales de amplificación, la vulnerabilidad de las construcciones (e instituciones) y las pérdidas posibles (en vidas y bienes). El riesgo sísmico depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos y de la cantidad e importancia de las obras que se encuentran localizados en el lugar (Polanco 2010).

Los estudios de riesgo sísmico tendrán como finalidad la determinación de espectros de diseño que definan las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de la cota de cimentación.

El alcance de los estudios de riesgo sísmico dependerá de:

- La zona sísmica donde se ubica el puente.
- El tipo de puente y su longitud.
- Las características del suelo.

2.2.3.6 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

La construcción de un puente modifica el medio y en consecuencia las condiciones socio – económicas, culturales y ecológicas del ámbito donde se ejecutan; y es allí

cuando surge la necesidad de una evaluación bajo un enfoque global ambiental. Muchas veces esta modificación es positiva para los objetivos sociales y económicos que se tratan de alcanzar, pero en muchas otras ocasiones la falta de un debido planeamiento en su ubicación, fase de construcción y etapa de operación puede conducir a serios desajustes debido a la alteración del medio.

La evaluación de Impacto Ambiental será establecida por la autoridad competente y es necesaria sobre todo en aquellos proyectos con mayor potencial para impactar negativamente en el ambiente como son las nuevas estructuras (Polanco 2012).

2.2.3.7 ESTUDIOS DE TRÁFICO

Cuando la magnitud o envergadura de la obra así lo requiera, será necesario efectuar los estudios de tráfico correspondiente al volumen y clasificación de tránsito en puntos establecidos, con el objetivo de determinar las características de la infraestructura vial y la superestructura del puente.

La metodología a seguir será la siguiente:

- **Conteo de tráfico:** Se definirán estaciones de conteo ubicadas en el área de influencia (indicando en un gráfico).
- **Clasificación y tabulación de la información:** Se deberán adjuntar cuadros indicando el volumen y clasificación vehicular por estación.
- **Análisis y consistencia de la información:** Esto se llevará a cabo controlando con estadísticas existentes, a fin de obtener los factores de corrección estacional por cada estación.

- Tráfico actual: Se deberá obtener el Índice Medio diario (IMD) de los conteos de volúmenes de tráfico y del factor de corrección determinado. (Polanco 2010).

2.2.3.8 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

También es necesario para el buen funcionamiento del puente el buen diseño de las obras complementarias tales como barandas, drenaje de la calzada y de los accesos, protección de las márgenes y si fueran necesarios el empedramiento de taludes, iluminación y rectificación del cauce.

Los estudios se refieren a aquellos trabajos que son complementarios a los estudios básicos, como son las Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Señalización, Coordinaciones con terceros y cualquier otro que sea necesario al proyecto.

Se deben realizar coordinaciones con Entidades Públicas, Entidades del Sector Privado y con terceros a fin de cumplir con todo lo estipulado en los términos de referencia.

(Culqui 2013).

2.2.3.9 ESTUDIOS DE TRAZOS DE LA VÍA

Definición de las características geométricas y técnicas del tramo de carretera que enlaza el puente en su nueva ubicación con la carretera existente.

Los estudios comprenden:

- Diseño Geométrico.
- Trabajos Topográficos.
- Diseño de Pavimentos.
- Diseño de Señalización.

Antes de proceder con el diseño del proyecto de un puente, es indispensable realizar los estudios básicos que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que redunde en la generación de información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas primero en anteproyectos y luego en proyectos definitivos reales, y ejecutables. (Culqui 2013)

2.2.4 CARGAS Y FACTORES DE CARGA

2.2.4.1 CARGAS PERMANENTES

Son aquellas que actúan durante toda la vida útil de la estructura sin variar significativamente, o que varían en un solo sentido hasta alcanzar un valor límite.

Corresponden a este grupo el peso propio de los elementos estructurales y las cargas muertas adicionales tales como las debidas al peso de la superficie de rodadura o al balasto, los rieles y durmientes de ferrocarriles. También se consideran cargas permanentes al empuje de tierra, los efectos debidos a la contracción de fragua y el flujo plástico, las deformaciones permanentes originadas por los procedimientos de construcción y los efectos de asentamientos de apoyo. (Culqui 2013).

a. Peso propio y cargas muertas

El peso propio se determinará considerando todos los elementos que sean indispensables para que la estructura funcione como tal. Las cargas muertas incluirán el peso de todos los elementos no estructurales, tales como veredas, superficies de rodadura, balasto, rieles, durmientes, barandas, postes, tuberías, ductos y cables.

El peso propio y las cargas muertas serán estimados sobre la base de las dimensiones indicadas en planos y en cada caso considerando los valores medios de los correspondientes pesos específicos.

b. Empuje de tierra

Los estribos y otras partes de la estructura que retienen tierra deberán diseñarse para resistir las correspondientes presiones, las mismas que serán calculadas de acuerdo con los principios de la mecánica de suelos y utilizando los valores medios de las propiedades del material de relleno.

El empuje no será en ningún caso menor que el equivalente a la presión de un fluido con un peso específico de 5 KN/m³ (510 kgf/m³)

c. Deformaciones impuestas

Las deformaciones y esfuerzos originados por contracción de fragua o por flujo plástico en elementos de concreto o de madera, los esfuerzos residuales originados por el proceso de laminado o por la soldadura de elementos de acero, los posibles defectos de fabricación o de construcción, los desplazamientos de apoyo de diverso origen y otras fuentes de deformación serán considerados como cargas permanentes.

2.2.4.2 CARGAS VARIABLES

Son aquellas para las que se observan variaciones frecuentes y significativas en términos relativos a su valor medio. Las cargas variables incluyen los pesos de los vehículos y personas, así como los correspondientes efectos dinámicos, las fuerzas de frenado y de aceleración, las fuerzas centrífugas, las fuerzas laterales sobre rieles.

También corresponden a este grupo las fuerzas aplicadas durante la construcción, las fuerzas debidas a empuje de agua y subpresiones, los efectos de variaciones de temperatura, las acciones de sismo y las acciones de viento.

a. Cargas durante la construcción

Son todas las cargas debidas a pesos de materiales y equipos requeridos durante la construcción, así como las cargas de peso propio u otras de carácter permanente que se apliquen en cada etapa del proceso constructivo.

b. Cargas vivas de Vehículos

La carga viva correspondiente a cada vía será la suma de:

- Camión de diseño o tándem de diseño, tomándose aquello que produzca en cada caso los efectos más desfavorables.
- Sobrecarga distribuida.

Camión de Diseño

Las cargas por eje y los espaciamientos entre ejes serán los indicados en la Figura 2.9, la distancia entre los dos ejes de 145 kn (14.78 t) será tomada como aquella que, estando entre los límites de 4.30 m y 9.00 m, resulta en los mayores efectos. Las cargas del camión de diseño deberán incrementarse por efectos dinámicos.

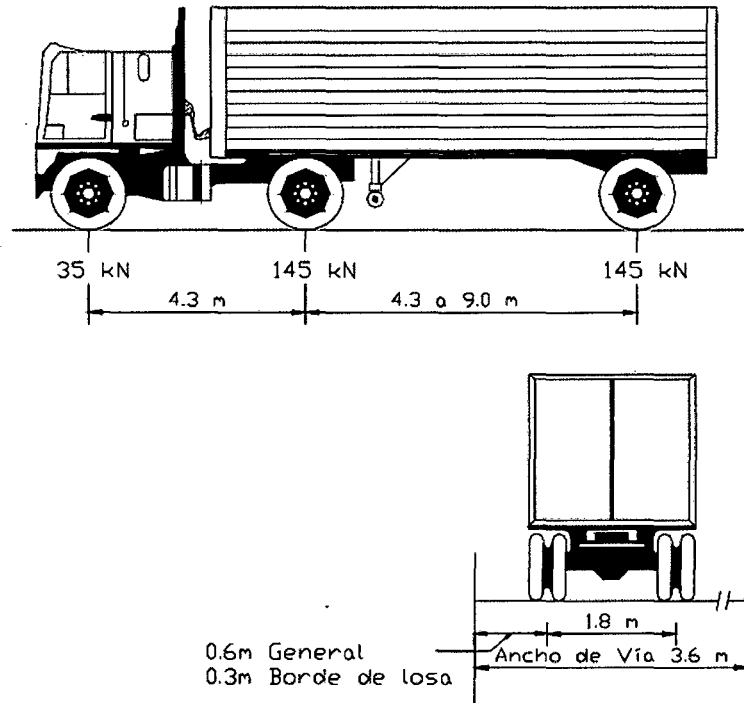


Figura 08. Características del camión de diseño

Tándem de Diseño

El tándem de diseño consistirá en un conjunto de dos ejes, cada uno con una carga de 110 kN (11.2 t), espaciados a 1.20 m. La distancia entre las ruedas de cada eje, en dirección transversal será de 1.80 m. Estas cargas deberán incrementarse por efectos dinámicos.

Sobrecarga Distribuida

Se considerará una sobrecarga de 9.3 kN/m (970kgf/m), uniformemente distribuida en dirección longitudinal sobre aquellas porciones del puente en las que se produzca un efecto desfavorable. Se supondrá que esta sobrecarga se distribuye uniformemente sobre un ancho de 3.00 m en dirección transversal. Esta sobrecarga se aplicará también sobre aquellas zonas donde se ubique el camión o el tándem de diseño. No se considerarán efectos dinámicos para esta sobrecarga.

2.2.4.3 CARGAS EXCEPCIONALES

Son aquellas acciones cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja, pero que en determinadas condiciones deben ser consideradas por el proyectista, como por ejemplo las debidas a colisiones, explosiones o incendio. (Culqui 2013).

2.2.4.4 FALLAS

Las fallas en puentes se presentan por diferentes eventos y la gravedad de la falla depende de la tipología estructural que presente, según el obstáculo a sortear por el mismo, de los materiales, el destino (vial, ferroviario, peatonal o canal), etc.

Las fallas aparecen en el concreto como consecuencia de tensiones superiores a la capacidad resistente, debidas a contracciones del concreto o por cargas. La aparición de una falla visible no significa necesariamente que algo ande mal, sin embargo, es importante conocer la causa que la produce para que se pueda reparar. (Culqui 2013).

Las fallas atendiendo a su espesor, se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tabla N° 01. Clasificación de Fallas

NIVEL DE SEVERIDAD	ANCHO (mm)
Fisura	ancho < 0.4
Grieta	$0.4 \leq \text{ancho} < 1.0$
Fractura	$1.0 \leq \text{ancho} < 5.0$
Dislocamiento	ancho > 5.0

El deterioro causado por los agentes naturales es común en todas las obras de la ingeniería civil, los fenómenos como lluvias torrenciales, huaycos, sismos, así como también las colisiones o impactos provocados, producen sin duda

situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

Los defectos que ocurren con más frecuencia en puentes construidos con estructura de madera o de concreto se clasifican según dos aspectos básicos: (a) funcionales y (b) estructurales, tipificados de la siguiente manera:

a. DEFECTOS FUNCIONALES

Son aquellos que comprometen la finalidad principal de la obra, que es la de permitir el paso del caudal del curso de agua y proporcionar un paso seguro a los usuarios. Existen los siguientes tipos de problemas: materiales depositados en el cauce del río que ponen en riesgo la estabilidad de la estructura, desniveles ubicados junto a las superficies de las cabeceras de los puentes, barandas y guarda-ruedas dañados que ponen en riesgo la seguridad del usuario y por último, plataformas que presentan depresiones. Todos los antes mencionados se encuadran en esta categoría de defectos.

Por otro lado, problemas tales como: la obstrucción de los elementos del drenaje superficial del tablero, y la necesidad de reposición, reparación, o pintura de las piezas dañadas de las barandas, deben considerarse trabajos que hacen parte del mantenimiento rutinario.

Los equipos de mantenimiento pueden identificar fácilmente tales defectos rápidamente repararlos para evitar mayores daños a la estructura del puente, restableciendo las condiciones de seguridad tanto de la obra como para el usuario.

b. DEFECTOS ESTRUCTURALES

Son aquellos que comprometen la estructura propiamente dicha del puente, por ejemplo las piezas agrietadas o podridas en el caso de los puentes de madera. Con respecto a los puentes constituidos por estructuras de concreto, existen defectos clasificados como grietas en piezas estructurales importantes como

pilares y vigas, armaduras expuestas, daños en los elementos de apoyo; todos estos se caracterizan como defectos estructurales.

Estos defectos pueden prevenirse haciendo observaciones periódicas de las piezas que componen la estructura en su conjunto.

Cuando se detectan, deben solucionarse inmediatamente, ya que pueden comprometer la estabilidad del puente en el caso de que no sean reparados.

La función estructural de un puente se puede dividir de 3 maneras:

- Fallas a la compresión: En las vigas simplemente armadas son peligrosas, debido a que actúan repentinamente, dando poca advertencia visible. Generalmente los puentes en arco resisten a compresión.
- Fallas a tracción: Están precedidas de grandes grietas del concreto y tienen carácter dúctil. Generalmente los puentes colgantes resisten a tracción.
- Fallas a flexión: Generalmente los puentes en vigas resisten a flexión.

La función estructural de cada puente presenta diferentes particularidades las cuales resultan ser puntos vulnerables que pueden transformarse en fallas en puentes. Por ejemplo, un puente en arco que trabaja a compresión, los puntos vulnerables son los estribos, los puntos de apoyos de la estructura de arco.

c. FALLAS PROBABLES DE LOS ESTRIBOS

➤ Por volteo

Un estribo se puede voltear por acción de las fuerzas horizontales, sobre la arista exterior de la zapata. Para que no se produzca este volteo, es necesario que el momento estabilizador sea mayor al momento del volteo.

La relación del momento estabilizador al momento del volteo, es llamado “factor o coeficiente de seguridad al volteo”, el cual debe ser suficientemente grande para que garantice que el volteo no se produzca.

(Polanco 2010).

➤ **Por deslizamiento**

Un estribo puede deslizarse sobre su base, en el mismo sentido que la acción de la resultante de las fuerzas horizontales. Para evitar esto es necesario que el producto de las fuerzas verticales por el coeficiente de rozamiento (f), más el empuje pasivo, sea superior a la suma de las fuerzas horizontales, esta relación se llama “factor o coeficiente de seguridad al deslizamiento”. (Polanco 2010).

➤ **Por falla del terreno**

Al producirse una compresión mayor a la que la capacidad portante del terreno, se produce un hundimiento de la estructura. Esta falla también puede presentarse por socavamiento del material adyacente a los estribos por acción de la corriente del agua. Para prevenir esta falla se debe garantizar que las presiones transmitidas por el estribo sean inferiores a las admisibles del terreno, así como la profundidad de cimentación sea mayor que la profundidad de socavación del río. (Polanco 2010)

2.2.5 SOCAVACIÓN

Se denomina socavación a la excavación profunda causada por el agua, uno de los tipos de erosión hídrica . Puede deberse al embate de las olas contra un acantilado, a los remolinos del agua, especialmente allí donde encuentra algún obstáculo la corriente, y al roce con las márgenes de las corrientes que han sido desviadas por los lechos sinuosos. En este último caso es más rápida en la primera fase de las avenidas. La socavación provoca el retroceso de las cascadas y de los acantilados que, al ser privados de apoyo en su base, se van

desplomando progresivamente. También representa un papel esencial en la formación y migración de los meandros (Polanco 2010).



Figura 09. Socavación en puente

2.2.5.1 Tipos de socavación:

➤ Socavación general

Es un fenómeno de largo plazo, que podríamos llamar natural, se da en la parte alta de las cuencas hidrográficas, donde la pendiente del thalweg es elevada. Como consecuencia, la velocidad del agua y la capacidad de arrastre de la corriente es elevada. En la medida que el flujo arrastra más material, el flujo alcanza rápidamente su capacidad potencial de arrastre, el mismo que es función de la velocidad. En ese punto ya no produce socavación, la sección, márgenes y fondo son estables. A medida que se avanza en el curso del río o arroyo, la pendiente disminuye, consecuentemente disminuye la velocidad, y la corriente deposita el material que transportaba. (Culqui 2013)

➤ Socavación en estrechamientos:

Se entiende por socavación en estrechamientos la que se produce por el aumento en la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción de área hidráulica en su cauce. El efecto es muy importante en puentes, donde por lo común y por

razones de economía suelen ocurrir las mencionadas reducciones, si bien puede presentarse en otros lugares del curso del río, en que un estrechamiento más o menos brusco tenga lugar. (Culqui 2013)

Los cambios que la presencia de un puente impone a la corriente son principalmente los siguientes:

- Cambio de la velocidad del flujo del agua en el cauce principal.
- Cambio en la pendiente de la superficie libre del agua, hacia arriba y hacia abajo del puente. Esto origina un mayor arrastre del material del fondo en la sección del cauce y, cuando ello es posible, un ensanchamiento del cauce.

➤ **Socavación en curvas:**

Cuando un río describe una curva existe una tendencia en los filetes líquidos situados más lejos del centro de curvatura a caminar más aprisa que los situados más hacia el interior; como consecuencia, la capacidad de arrastre de sólidos de los primeros es mayor que la de los segundos y la profundidad de erosión es mayor en la parte del cauce exterior a la curva que en la interior. El efecto es importante y ha de ser tenido en cuenta en la construcción de puentes en curvas de río o en el diseño de enrocamientos de protección en los mismos lugares pues al disminuir la velocidad la curva aumenta el depósito en esta zona y, por ello, disminuye la zona útil para el flujo del agua y al aumentar la profundidad y el área hidráulica, aumenta el gasto. (Culqui 2013)

➤ **Socavación local en estribos:**

Desde el punto de vista de definición, la socavación local en estribos es análoga a la que se presenta en las pilas de los puentes, sin embargo, se le distingue por existir algunas diferencias en los métodos teóricos y aun experimentales para su evaluación. (Culqui 2013)

Los casos más típicos de socavación localizada son:

- Al pie de un talud, lo que podrá provocar su derrumbe, si no se toman medidas.
- Alrededor de los pilares, o debajo de la cimentación de la cabecera de un puente, pudiendo provocar la caída del mismo.
- Inmediatamente aguas abajo de un embalse. En efecto, el embalse retiene casi la totalidad del transporte sólido del río, así, el agua que es descargada aguas abajo de la represa está casi totalmente libre de sedimentos, teniendo por lo tanto una capacidad de socavación considerable.

➤ **Socavación local en pilas**

Cuando se coloca una pila de puente en la corriente de un río se produce un cambio en las condiciones hidráulicas de ésta, y, por lo tanto, en su capacidad para producir arrastre sólido. Si la capacidad de arrastre supera localmente el aporte del gasto sólido del río, ocurrirá en la pila una socavación local.

Es evidente que el conocimiento de la profundidad a que puede llegar este efecto erosivo es de fundamental importancia en el diseño de cimentaciones poco profundas para puentes, pues una falla seria de juicio en esta cuestión conlleva la destrucción total de la estructura o la adopción de profundidades antieconómicas y excesivas, que complican seriamente los procedimientos de construcción.

2.2.6 FALLAS

Grietas o aberturas largas y estrechas producto de la contracción diagonal o de la concentración de esfuerzos no previstos durante el diseño. (Culqui 2013)

2.2.7 EFLORESCENCIA

Se le denomina eflorescencia a la salida a la superficie de sales que están presentes en el interior de morteros, mamposterías, baldosas, etc., pero que al evaporarse el agua en que están diluidos su presencia es más obvia o visible (Culqui 2013).

Para que ocurra la eflorescencia deben darse 3 fenómenos:

- Presencia de sales en disolución en materiales porosos.
- Presencia de humedad infiltrada. Sin embargo, otros tipos de humedades pueden ocasionarla en menor cuantía (Capilar, intersticial, etc.).
- Dependiendo de la naturaleza de las sales, la porosidad del material la cristalización y las condiciones de evaporación puede ocurrir afuera o adentro. Cuando ocurre en bolsones internos se le denomina criptoflorescencia. Podemos considerar la eflorescencia como un “trastorno químico” de la fachada.

➤ **Orígenes Y Causas De La Eflorescencia:**

- Sales presentes en las materias primas y que luego afloran al exterior.
- Producto del secado y cocción por reacción química con los gases del medio.
- Originado durante la cocción por interacción con otros productos de las materias primas.
- Como componente fundamental está el sulfato soluble (Azufre con oxígeno que puede diluirse en agua) producto del azufre presente en las materias primas. Esos sulfatos contenidos en las materias primas que además pueden aparecer durante el secado y la cocción producto de la interacción con los gases también pueden aparecer principalmente:
- Como anhídrido sulfuroso en la atmosfera durante el secado y cocción de ladrillos originados por sulfatos alcalinos que dan origen a la eflorescencia.

- Existen materiales que de manera natural no provocan eflorescencia pero en cocción ante gases sulfurosos pueden hacerlo. Si además se secan en esa atmosfera la eflorescencia se incrementa. Si las arcillas contienen impurezas de $\text{Ca} \cdot \text{CO}_3$ o magnesio y se cuecen en ese media la presencia de sulfatos se incrementara.
- Si en el proceso de secado y cocción se usa Fuel y Carbón se reforzara la presencia de gases sulfurosos.

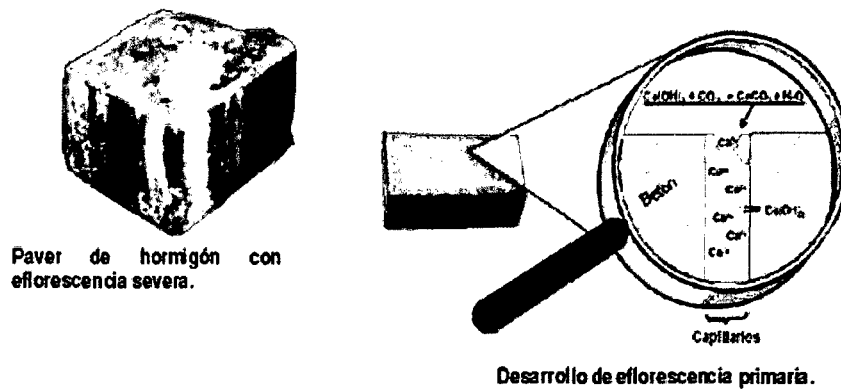


Figura 10. Desarrollo de la eflorescencia primaria

Luego, si el hormigón continúa su endurecimiento y aparece humedad resurge una eflorescencia secundaria. La diferencia entre las dos es que la primaria es causada por el agua intersticial (dentro de los poros) que sale hacia afuera y la secundaria por la lluvia u otra agua exterior que penetra desde afuera.

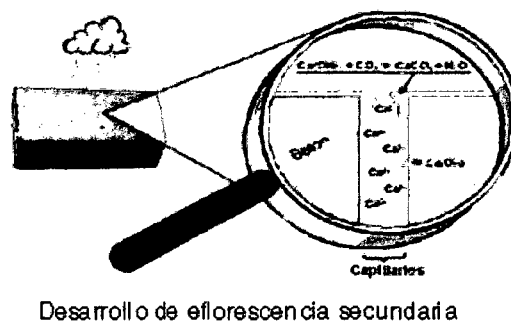


Figura 11. Desarrollo de la eflorescencia secundaria

Posteriormente el agua penetra en los poros y disuelve el hidróxido de calcio en la pasta de cemento y vuelve a ocurrir el proceso antes explicado.

Viendo que la segunda eflorescencia ocurre con la penetración del agua de afuera hacia adentro podríamos precavernos de no dejar mojar los componentes y el hormigón mismo ya elaborado y colocado. No obstante la eflorescencia de calcio siempre ocurrirá como un fenómeno químico de la hidratación del cemento pero desaparecerá con el tiempo si es lavada por el agua (al cabo de 2 años). Esto es así porque se forma un carbonato hidrogenado de calcio que ante la presencia de agua (Lluvia también) se lava y evita la posterior reacción con el agua.

En realidad este fenómeno no es predecible y sigue un patrón aleatorio. Incluso puede aparecer en partes de un muro y en otras no.

Al cemento debemos disculparlo de este fenómeno pues aunque tiene los componentes químicos que en parte la producen no hay diferencia entre los tipos que pueda decirse que lo causa en mayor o menor cuantía (Culqui 2013).

2.2.8 CONTEO DE TRÁFICO

El conteo de tráfico para tener una estadística real del volumen de tránsito vehicular diario que pasan por un punto predeterminado de acuerdo a la clasificación según su capacidad de carga.

➤ Vehículos ligeros

Son vehículos libres con propulsión destinados al transporte, tienen 10 asientos como máximo, este tipo de vehículos comprende: automóviles, jeeps, camionetas rurales y microbuses.

➤ Vehículos pesados

Son vehículos destinados para transporte de personas y de carga que sobrepasan los 4000 Kg. Entre ellos tenemos omnibuses, camiones, semitraylers y traylers.

Se colocará personal clasificado y calificado, provisto de formatos de campo, donde anotarán la información acumulada por cada rango horario. Se deberán adjuntar cuadros indicando el volumen y clasificación vehicular por estación.

2.2.9 INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA

Para los casos en que no se dispone de la información existente de la variación diaria y estacional (mensual) de la demanda que en general es información que debe proveer la autoridad competente, referencialmente para los tramos viales, se requerirá realizar estudios que permitan localmente establecer los volúmenes y características del tránsito diario en, por lo menos, siete (7) días típicos, es decir, normales, de la actividad local.

Para este efecto, debe evitarse contar el tránsito en días feriados, nacionales o patronales, o en días en que la carretera estuviera dañada y, en consecuencia, cortada. Es conocido que los conteos volumétricos realizados de forma consecutiva mejoran sustancialmente la calidad de los datos, los indicadores estadísticos, factores de expansión, otros, son más representativos y confiables.

De conformidad a la experiencia anual de las personas de la localidad, los conteos e inventarios de tránsito en general pueden realizarse prescindiéndose de las horas en que se tiene nulo o poco tránsito. El estudio debe tomar días que en opinión general reflejen razonablemente el volumen de la demanda diaria y la composición o clasificación del tránsito.

2.2.10 ÍNDICE MEDIO DIARIO:

El Índice Medio Diario (IMD) se obtiene de la razón existente entre el volumen de tráfico total, obtenido en el conteo, y el número de días durante los cuales se realizó éste. (Manual de diseño de carreteras y pavimentos MTC, 2008).

➤ **Cálculo del Índice Medio Diario:**

El índice Medio Diario (IMD) se obtiene de la razón existente entre el volumen de tráfico, obtenido del conteo, y el número de días durante los que se realizó éste.

$$IMD = V/n$$

Dónde:

V = volumen de tráfico total.

n = número de días de conteo.

(Manual de diseño de carreteras y pavimentos MTC, 2008).

➤ **Proyección del Tráfico:**

La proyección de tráfico de vehículos se calcula a partir de la tasa de crecimiento de tráfico, basada a su vez, en la tasa de crecimiento de la población, de la actividad económica y turística según la siguiente fórmula:

$$TP = TA (1 + r)^t$$

Dónde:

TP = tráfico proyectado

TA = tráfico actual

r = 5% asumido de acuerdo a la funcionabilidad que va a tener la vía.

t = 5 años de vida útil del pavimento proyectado.

(Manual de diseño de carreteras y pavimentos MTC, 2008).

2.3 TÉRMINOS BÁSICOS:

➤ **Puente viga:**

Es un puente cuyos vanos son soportados por vigas. Este tipo de puentes deriva directamente del puente tronco. Se construyen con madera, acero u hormigón

(armado, pretensado o postensado). Se emplean vigas en forma de I, en forma de caja hueca, etcétera. Como su antecesor, este puente es estructuralmente el más simple de todos los puentes.

➤ **Parapeto:**

Barrera hecha con piedras, sacos de arena, otros. Para protegerse detrás de ella en un combate.

➤ **Colapso:**

Cambio significativo de la geometría del puente que hace que éste ya no sea apto para su uso.

➤ **Evaluación:**

Determinación de la capacidad de carga de un puente existente.

➤ **Conservación de estructuras:**

El conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que una obra se mantenga con las características funcionales, resistentes e incluso estéticas con las que fue proyectada y construida. Y se puede dividir este conjunto de operaciones y trabajos en tres fases. Inspección, Evaluación y Mantenimiento.

➤ **Banqueta:**

Las banquetas son las zonas destinadas al uso y circulación de los peatones en puentes y vialidades urbanas. La banqueta es una franja comprendida entre la guarnición que limita la superficie de rodamiento y el límite de los lotes.

➤ **Cuantía (P):**

Es la relación que existe entre el área de acero y el área efectiva de concreto, es decir $P=As/(bd)$, donde As es el área de acero, b la dimensión de la base y del peralte efectivo que es la altura del elemento menos el recubrimiento ($d=H-r$).

➤ **Eflorescencia:**

Conversión espontánea de ciertas sales en polvo al perder el agua de la cristalización.

➤ **Pisos ortotrópicos:**

Sistema estructural semi-prefabricado pretensado que permite un trabajo bidireccional.

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN POLÍTICA

- País : Perú.
- Departamento : Cajamarca
- Ciudad : Cajamarca
- Distrito : Celendín.

3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- Altura : 2634 m.s.n.m.
- Coordenadas UTM WGS-84 :
Norte: 9239471, Este: 815769

3.3 TIEMPO O ÉPOCA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló durante los meses de septiembre y octubre del 2014.

3.4 PROCEDIMIENTO

3.4.1 SELECCIÓN DE MUESTRA.

La muestra fue seleccionada del Universo que son los principales puentes que existen en la Red Vial Cajamarca-Celendín, tomando en cuenta los criterios de significancia, relevancia y representatividad para investigaciones cualitativas que no usan métodos probabilísticos, siendo nuestro principal método de muestreo el de juicio y conveniencia.

3.4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y FUENTES PARA OBTENER DATOS.

Generalmente las estructuras de los puentes están a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin los medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma. Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación y seguridad del personal de la inspección a las distintas partes de la estructura se incluyen desde los medios básicos (casco, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) hasta los sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, entre otros.

3.4.2.1 TÉCNICA

La técnica utilizada para la recolección de datos del estado actual del Puente sobre el Río Chacarume fue la Observación Directa, basada en una fuente primaria; obteniendo la información in situ para así determinar las fallas estructurales del puente en estudio.

Las características de la técnica utilizada son las siguientes:

➤ **Estructurada:**

La toma de datos se realizó de acuerdo al cronograma de actividades del Plan de Tesis, y considerando principalmente los parámetros establecidos en la Guía para Inspección de Puentes del MTC.

➤ **Participante:**

Ya que los datos han sido tomados de forma personal y directa.

➤ **Individual:**

Debido a que la recolección de datos fue tomada sin la colaboración de terceros.

➤ **Objetiva:**

Los datos son obtenidos al ser observados de la misma manera en que se presentan, sin preparación, es decir sin crear una situación especial. Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas.

➤ **Vida real:**

Los datos son obtenidos al ser observados de la misma manera en que se presentan, sin preparación, es decir sin crear una situación especial.

➤ **Preventiva:**

Se tuvieron en cuenta las mínimas condiciones de seguridad para realizar la inspección y evaluación del puente en estudio.

3.4.2.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos de recolección de datos son:

- formatos y fichas de inspección de puentes del Ministerio de Transportes.
- Cuadro de Condición Global del Puentes tomando como referencia el Manual de Diseño de Puentes de MTC.
- Criterio de evaluación según Norma Mexicana.
- Registros fotográficos.
- Medición in situ del Índice Medio Diario.
- Herramientas básicas para inspección.

También usaremos el cuadro de condición global del puente de la Guía para la Inspección de Puentes, prevista de acuerdo a la Directiva No 01-2006-MTC/14.

Cuadro 01: Cuadro de Condición Global del Puente – MTC.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA CONDICIÓN
0	MUY BUENO : no se observa problemas
1	Bueno: Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	Regular: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	Malo: La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	Muy malo: Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. - Grietas de fatiga en el acero o grietas de corte en el concreto. -La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. -Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado.
5	Pésimo: Gran deterioro o pérdida de sección presente en los elementos estructurales críticos. - Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura. -El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

3.4.3 MATERIALES O HERRAMIENTAS.

Los materiales utilizados para hacer la recolección y procesamiento de datos son:

➤ **Materiales o herramientas de campo.**

- Cepillo de alambre. Herramienta para limpieza.
- Wincha. Herramienta para inspección.
- Cámara fotográfica. Herramienta para documentación.
- Vara de madera. Herramienta para inspección.
- Libreta de campo. Material para documentación.
- Lapicero. Material para documentación.
- Escalera. Herramienta para inspección.
- GPS. Herramienta para ubicación.
- Estación total TopCon (GTS 240 –NW). Herramienta para la verificación de los niveles del puente.
- Bastones y Prismas. Herramientas para la verificación de los niveles del puente.
- Equipo Personal de Seguridad:

Casco.

Guantes.

Lentes.

Chaleco reflectante.

Zapatos de seguridad.

➤ **Materiales de gabinete.**

- | | |
|----------------|--------|
| • Computadora. | • USB. |
| • Impresora. | • CD. |
| • Papel bond. | |

TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

➤ **Tratamiento de los datos.**

El tratamiento que se utilizó para cada variable fue el siguiente:

- i. Recopilación de información in-situ.
- ii. Ordenamiento de la información.
- iii. Análisis de la información.

➤ **Tipo de análisis.**

Descriptivo.

➤ **Presentación de resultados**

Los resultados se presentarán a través de tablas, ver anexos.

CAPÍTULO IV

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

Luego de realizar la inspección visual del Puente sobre el Río Chacarume de acuerdo a la Guía para Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, logramos determinar asentamientos; en cimiento y estribo de la margen derecha del puente aguas abajo, agrietamientos, corrosión, desplazamiento horizontal y vertical entre losas, pequeños socavamientos en los estribos y otros. Así como; acumulaciones de tierra y vegetación, los cuales detallaremos a continuación.

4.4.1 INSPECCIÓN DEL CAUCE

Tomando adecuadas medidas de protección, se inspeccionó el cauce del río, encontrando las siguientes condiciones:

- Existe acumulación de sedimentos así como abundante vegetación en el los taludes del río, aguas arriba y aguas abajo que reduce el ancho del río.
- Existe sedimentos debajo del puente.
- Existe sedimentación y acumulación de elementos extraños ubicadas en las aletas del puente.

4.4.2 SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE

4.4.2.1 VIGAS

Las vigas que soportan las losas del puente, presentan lo siguiente:

- En la parte inferior de las vigas se puede observar acero expuesto y corrosión del mismo.
- En la parte inferior de las vigas se pudo observar fisuras, eflorescencia, descascaramiento.

4.4.2.2 LOSA

El Puente sobre el Río Chacarume presenta 2 losas de concreto armado, en donde pudimos determinar lo siguiente:

- Presenta desplazamiento entre losas tanto horizontal como vertical de 8cm y 4.65 cm respectivamente.
- No se observa sistema de drenaje.
- En la parte inferior del tablero se observa acero expuesto.
- En la parte inferior del tablero se lograron detectar fisuras, eflorescencia, descascaramiento.

4.4.2.3 APARATOS DE APOYO

Los aparatos de apoyo del puente, presentan lo siguiente:

- Los aparatos de apoyo no se pudieron inspeccionar ya que se encuentran colmatados de tierra y sedimentos.

4.4.2.4 BARANDAS

Las barandas ubicadas a ambos lados del puente, presentan lo siguiente:

- Las barandas son de fierro galvanizado, se encuentran en regular estado.

4.4.2.5 DRENES

No presenta sistema de drenaje.

4.4.2.6 ACERAS

En la evaluación de las aceras del puente, se pudo observar lo siguiente:

- En el puente en estudio, la acera está ubicada a ambos lados, las aceras del puente se han construido adherida a la losa. Estas aceras se encuentran en regular estado.

4.4.2.7 ACCESO AL PUENTE

En la evaluación de los accesos al puente se observó lo siguiente:

- La sección del puente no mantiene una sección uniforme, ya que la parte derecha mide 9.93 m y el acceso izquierdo la vía mide 9.85 m, mientras que en ancho de calzada del puente mide 7.50 m.

4.4.3 SUBESTRUCTURA DEL PUENTE

4.4.3.1 CIMENTACION

En la evaluación a la cimentación del puente se observó lo siguiente:

- Existe socavación local de regular magnitud en el estribo derecho (tomando como referencia aguas abajo del puente).

- Se observa asentamiento en la cimentación derecha (tomando como referencia aguas abajo del puente).

4.4.3.2 ESTRIBOS Y ALETAS

El material de los estribos y aletas del puente en estudio es piedra asentada con concreto, en estos componentes se observan los siguientes defecto, tales como:

- Asentamiento del estribo derecho del puente (tomando como referencia aguas abajo del puente).
- No se observaron grietas en el encuentro entre el cuerpo de los estribos y las alas.
- En las aletas no se observa falla alguna.

4.4.4 ÍNDICE MEDIO DIARIO

Para calcular el Índice Medio Diario que circula por el Puente sobre el Río Chacarume ubicado sobre la Red Vial Cajamarca - Celendín; se realizó la recopilación de información respectiva utilizando la Ficha N° 01 "Censo de Tráfico" del MTC.

El vehículo público más usado en la ciudad es la mototaxi. Es un medio de transporte económico y muchas unidades dan servicio a toda la ciudad e incluso hasta algunas localidades cercanas. Por tal motivo, se ha incluido este tipo de movilidad dentro del formato del MTC para el censo de tráfico.

Con el propósito de contar con información básica para la elaboración del estudio, nos ubicamos sobre el Km 98+200 del Tramo Cajamarca – Celendín durante una semana continua desde el 27 de setiembre al 03 de octubre del 2014, y realizamos el censo de tráfico.

Presentamos a continuación la tabla 02, en el que se resume la cantidad de vehículos promedio por hora que transitan por el puente, en ambos sentidos. Los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas (%) respectivamente.

Tabla 02. Flujo vehicular horario

TIPOS DE VEHÍCULOS	CANTIDAD PROMEDIO POR HORA	PORCENTAJE (%)
TRANSPORTE LIGERO		
Mototaxis y Motos	328	62.96
Autos	95	18.23
Camionetas Pick Up	41	7.87
TRANSPORTE URBANO		
Combis o Vans	37	7.10
Couster o Micros	8	1.54
TRANSPORTE DE CARGA		
Buses	2	0.38
Camiones Ligeros	8	1.54
Camiones y Volquetes	2	0.38
TOTAL DE VEHÍCULOS	521	100.00

En la tabla 03, mostramos el resumen del conteo vehicular diario, en ambos sentidos. Los resultados están expresados en cifras absolutas.

Tabla 03. Índice Medio diario

FECHA	IMD
27/09/2014	6423
28/09/2014	7901
29/09/2014	6376
30/09/2014	6377
01/10/2014	6532
02/10/2014	6172
03/10/2014	6608
IMD promedio	6627

Fuente: (Datos tomados del 27 de septiembre al 03 de octubre del 2014).

De acuerdo a la tabulación de la recolección de datos, el IMD actual calculado para al mes de octubre del 2014 es:

$$\text{IMD} = 6627 \text{ veh/día}$$

Cabe resaltar que el 62.96% del IMD calculado corresponde al tránsito de mototaxis y motos lineales, como se indica en la tabla 02.

4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.5.1 EN LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE:

4.5.1.1 CIMENTACIÓN

- La cimentación del lado derecho (aguas abajo) del puente se encuentra expuesta a un socavamiento permanente de regularidad magnitud, producto de los efectos del agua.
- Así mismo presenta un asentamiento el cual puede ser producto de; socavamiento presente, las cargas externas, las propiedades del suelo de fundación o la suma de estas.

4.5.1.2 ESTRIBOS Y ALETAS

- El estribo derecho (aguas abajo) del puente presenta un asentamiento, pero sin notarse fisuras o grieta alguna; este asentamiento puede ser producto del asentamiento existente en la cimentación, ya que funcionan en bloque.
- En las aletas no se observa falla alguna. Sólo presenta un deterioro por parte de las inclemencias del tiempo, las cuales no son de consideración.

4.5.2 EN LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE:

4.5.2.1 VIGAS

- En la parte inferior de las vigas se puede observar acero expuesto, lo cual implica la corrosión de estas y un posible colapso a futuro.

- En la parte inferior de las vigas se pudo observar fisuras, eflorescencia, descascaramiento, los cuales son signos del deterioro progresivo de las vigas y de la falta de mantenimiento hacia estas.

4.5.2.2 LOSA

- Presenta deslizamientos entre losas tanto horizontal como vertical de 8 cm y 4.65 cm respectivamente. Una razón principal puede ser el incremento de cargas para el que fue diseñado y el incremento del volumen de tráfico.
- Se observó almacenamiento de agua debido a la falta de drenajes.
- En la parte inferior del tablero se observa acero expuesto, esto implica la corrosión en el refuerzo de la losa y su futuro resquebramiento.
- En la parte inferior del tablero se lograron detectar fisuras, eflorescencia, descascaramiento; los cuales son signos de deterioro progresivo de la losa del puente y la falta de mantenimiento del mismo.

4.5.2.3 APARATOS DE APOYO

- Es importante examinar los apoyos, sean fijos o móviles. Para el caso específico del estudio realizado, estos se encuentran colmatados de tierra. Es posible que estos elementos se encuentren dañados por causa del tráfico pesado que circula sobre ellos y por la suciedad acumulada desde su construcción.

4.5.2.4 BARANDAS

- Las barandas son de fierro galvanizado, se encuentran en regular estado. En el puente en estudio; las barandas son del tipo vehicular, ubicadas a ambos costados del puente, su función es la de canalizar el tránsito y eventualmente evitan el desvío o caída de vehículos y peatones.

4.5.2.5 DRENES

- No presenta sistema de drenaje, aumentando el deterioro del mismo.

4.5.2.6 ACCESO AL PUENTE

- El puente cuenta con longitud de aproximación entre la carretera y este. Por lo que la transición entre ambos accesos y el tablero es suave.
- La sección del puente no mantiene una sección uniforme, ya que la parte derecha mide 9.93 m y el acceso izquierdo la vía mide 9.85 m, mientras que el ancho de calzada del puente mide 7.30 m.
- En estos accesos no se cuenta con guardavías, bermas ó taludes.

4.5.2.7 ACERAS

- En el puente en estudio, la acera está ubicada a ambos lados, las aceras del puente se han construido adherida a la losa. Estas aceras se encuentran en regular estado.

4.5.3 CONDICIÓN GLOBAL DEL PUENTE - MTC:

Luego de haber realizado la inspección del estado actual del puente, procederemos a su clasificación según el Cuadro 01. Cuadro de condición global del puente – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Cuadro de Condición Global del Puente – MTC

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
0	Muy Bueno: No se observan problemas.
1	Bueno: Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	Regular: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	Malo: La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	Muy Malo: Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. - Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto. - La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. - Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado el puente.
5	Pésimo: gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. - Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura - El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Del cuadro anterior se obtiene la siguiente clasificación.

CALIFICACIÓN N° 3: Puente en mal estado.

Esta clasificación se da debido a la pérdida de sección que está presentando en la parte inferior de la losa, deterioro o socavación en la parte del cimiento las cuales podrían afectar seriamente a los elementos estructurales primarios, pudiendo observarse ya desplazamientos horizontales y verticales entre losas. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.

Luego decimos que; el puente Chacarume, cumple con la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ya que se llega a clasificar dentro del Cuadro de Condición Global del Puente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Según la clasificación obtenida, podemos mencionar además, que este puente coincide con las bases teóricas tomadas como referencias. Como es la evaluación de 40 puentes ubicados en la red vial Cajamarca – Jaen, en donde estos puentes llegan a tener una clasificación dentro del Cuadro de Condición Global del Puente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Luego de la inspección al Puente sobre el Río Chacarume, y de la evaluación realizada podemos concluir que:

- Se consiguió evaluar las fallas estructurales del puente Chacarume–Celendín, según las directivas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Al evaluar la superestructura del puente, encontramos fallas funcionales en la losa del tablero, así como deterioro de la misma.
 - En la losa del puente observamos leves fisuras en algunas zonas, este tipo de fallas son del tipo funcional no estructural, por lo que la solución consiste básicamente en un resarcimiento superficial del concreto, previa limpieza general del puente.
 - En la parte inferior de la losa se observa corrosión del acero, eflorescencia y descascaramiento del concreto ubicada en la parte central y lateral de la losa, por lo que la solución consiste en una reparación del concreto y del acero de las zonas afectadas.
 - El tablero no presenta deformaciones, pero el desnivel entre la rasante de la vía y la losa del puente, hace que este falle funcionalmente, debido a que la transición entre la vía y el puente no es suave.
 - Las barandas del puente se encuentran en regular estado, sólo les falta un repintado para evitar la corrosión.

- Las aceras del puente se encuentran en regular estado, en las cuales por el momento no hay reparaciones por hacer.
- Al evaluar la subestructura del puente, encontramos fallas estructurales en la cimentación y estribos.
 - En la cimentación del lado derecho (aguas abajo) del puente, la principal falla es el asentamiento diferencial, el cual ha generado un desplazamiento horizontal de 8cm, así como la diferencia de niveles entre losas igual a 4.65cm.
 - En los estribos no se observan desperfectos de consideración, sólo un breve asentamiento en el estribo derecho.
- Debido a las fallas encontradas en el Puente Chacarume, podemos deducir la importancia de la aplicación de esta Directiva, para el estudio del estado actual de un puente.

5.2 RECOMENDACIONES

Finalmente, podemos sugerir las siguientes recomendaciones:

- Tomar este estudio como base, para futuras inspecciones del puente Chacarume.
- Realizar una inspección radiográfica en la losa del puente, para poder ubicar fisuras, vacíos internos y estado del acero de refuerzo.
- Realizar un estudio de contenido de cloruros, y verificar si sobrepasa el umbral de contaminación en puentes igual a 16kg/m³.
- Evaluar las fallas causadas en la cimentación del puente, ya que por la inaccesibilidad que se tiene a la inspección de dicha cimentación, las posibles fallas encontradas fueron detectadas indirectamente, a través de signos en la superestructura y subestructura del puente.
- Realizar una limpieza de los taludes del río, aguas arriba y aguas abajo; así como también la limpieza del cauce debajo el puente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Culqui Huamán Jairo Alexander., (2013) “Estudio del Puente San Juan”. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Cajamarca – Perú.
- ✓ Parra P, S. y Sedano A, G. A., (2011). Tesis de Grado para maestría, desarrollo de una metodología para la evaluación del estado de puentes existentes.
- ✓ Alarcón Rojas, Wesley Iván., (2010) “Puente Viejo Sobre el Río Chotano”. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Cajamarca – Perú.
- ✓ Polanco Roque Karina Liliana., (2010). “Evaluación de las Fallas del Puente Chonta de la Red Vial Cajamarca – Baños del Inca”. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Cajamarca – Perú.
- ✓ Rocha Felices Arturo., (2008). Erosión en Pilares y Estribos de Puentes. IV Congreso Internacional de la Construcción. ICG. Lima.
- ✓ Pérez G, R. E., y Sáenz S, J.C., (2008). Tesis proyecto profesional, puente carrozable vía de Evitamiento norte sobre el río Chonta – Baños del Inca, Cajamarca, Perú.
- ✓ Mosqueira Ramírez Hermes Roberto y Mosqueira Ramírez Jorge Edison., (2007). Informe de la Evaluación de Puentes de la Red Vial Cajamarca – Jaén. Cajamarca, Perú.
- ✓ Flórez Sánchez Jesús., (2004). Conservación de Puentes Carreteros. México.

- ✓ Muñoz Edgar y Valbuena Edgar., (2004) "Estado y daños típicos de los puentes de la red vial nacional de Colombia, basados en inspecciones visuales". España, Septiembre- Octubre.
- ✓ Muñoz S, E, F., (2002). Metodología de evaluación estructural de puente metálico por técnicas de fiabilidad estructural.
- ✓ Instituto Nacional de Vías – Sistema De Puentes De Colombia (SIPUCOL). Manual de Inspección. Colombia, Setiembre 2006.
- ✓ Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas debajo Volumen de Tránsito. Resolución Ministerial N° 303-2008-MTC/02, 04 de Abril 2008.
- ✓ Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Especificaciones Técnicas Generales Para la Conservación de Carreteras. Resolución Directoral N° 051-2007-MTC/14, 27 de Agosto 2007.
- ✓ Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Guía para Inspección de Puentes. Directiva N° 01-2006-MTC/14. Resolución Directoral N° 012-2006-MTC/14, 14 de Marzo 2006.
- ✓ Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Manual de Diseño de Puentes. Lima, Julio, 2003.

ANEXOS:

ANEXO (A):

GUIA PARA INSPECCIÓN

DE PUENTES



**Ministerio de Transportes y Comunicaciones
República del Perú**

**DIRECCIÓN GENERAL DE
CAMINOS Y FERROCARRILES**

Directiva N° 01-2006-MTC/14

**“GUÍA PARA INSPECCIÓN DE
PUENTES”**

**Aprobado por la Resolución Directoral
N° 012-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006**

DIRECTIVA N° 01- 2006 - MTC/14
“GUIA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES”

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 FINALIDAD
- 1.3 OBJETIVOS
- 1.4 ALCANCES
- 1.5 BASE LEGAL

2.0 INSPECCIÓN

- 2.1 GENERALIDADES
- 2.2 FRECUENCIA
- 2.3 REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCIÓN
- 2.4 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LAS INSPECCIONES
- 2.5 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN
- 2.6 EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN

3.0 INFORMES DE INSPECCIÓN

- 3.1 INTRODUCCIÓN
- 3.2 DEL INFORME DE INSPECCIÓN
- 3.3 INSPECCIÓN EFECTUADA POR EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
- 3.4 ESTIMACIÓN DE RECURSOS
- 3.5 IDENTIFICACIÓN DE PUENTES EN SITUACIÓN CRÍTICA

4.0 ANEXOS:

- ANEXO N° 01: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PUENTES
- ANEXO N° 02: GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES
- ANEXO N° 03: TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN
- ANEXO N° 04: DETALLES GRÁFICOS DE ELEMENTOS A INSPECCIONAR
- ANEXO N° 05: DEFECTOS Y PROBLEMAS DE LOS PUENTES
- ANEXO N° 06: PRUEBAS EN LOS COMPONENTES DE UN PUENTE

1.1 ANTECEDENTES

1.2 FINALIDAD

1.3 OBJETIVOS

1.4 ALCANCES

1.5 BASE LEGAL

1.0 INTRODUCCIÓN

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo socio económico del país.

En un contexto geográfico como el peruano, con una parte de su población ubicada en áreas rurales, las carreteras toman importancia para la integración e interconexión del país. Por esta razón, entre otras, es muy importante que el sistema nacional de carreteras permanezca en buenas condiciones de transitabilidad, a fin de que el transporte se efectúe en forma eficiente y seguro.

En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera y, aplicando una metáfora, una cadena no está más fuerte que su eslabón más débil; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país.

La condición de los puentes de la Red Vial del Perú varía considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes.

Los puentes además, se ven afectados, entre otros aspectos, por las sobre cargas, influencia del ambiente, fenómenos naturales como terremotos e inundaciones, lo que origina su deterioro.

El fenómeno periódico climático conocido como “El Niño” es el factor de la naturaleza que más afecta la condición de la Red Vial del Perú, causando fuertes precipitaciones e inundaciones que, frecuentemente, ocasionan grandes pérdidas económicas y sociales, que se reflejan en pérdidas en la infraestructura, en la producción y en la actividad económica general del Perú.

Dicho fenómeno se repite periódicamente en forma intensa. El más reciente y con consecuencias funestas ocurrió el año 1998; en dicha ocasión muchas estructuras de puentes fueron afectadas.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones tiene plena conciencia de los problemas aquí indicados, y ha considerado necesario, a través de las Políticas de Gestión de la Infraestructura Vial, tomar medidas para mejorar la condición de los niveles de seguridad y de servicio de la red vial, incluyendo los puentes.

De allí la importancia que reviste la necesidad de contar con un instrumento que nos oriente y que nos sirva como "GUÍA PARA INSPECCION DE PUENTES", permitiéndonos conocer el estado actual de dichas estructuras.

1.2 FINALIDAD

Establecer una guía para inspección de puentes a fin de constatar el estado de los componentes de los mismos que permita la toma de decisiones orientados a mantener la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo de la Guía es proporcionar pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados.

1.4 ALCANCES

La presente Directiva será de cumplimiento y aplicación obligatoria por los entes ejecutores y/o gestores de la red vial correspondiente, a través de los Ingenieros responsables de las Inspecciones de los Puentes.

1.5 BASE LEGAL

Ley N° 27779, Ley Orgánica que modifica la Organización y Funciones de los Ministerios.

Ley N° 27791, Ley de Organizaciones y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y su modificatoria, Decreto Supremo N° 017-2003-MTC.

Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre y su modificatoria Ley N° 28172.

Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y su modificatoria Ley N° 27902.

Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria Ley N° 28268.

Manual de Diseño de Puentes aprobado mediante R. M. N° 589-2003-MTC/02 del 31.07.03

2.1 GENERALIDADES

2.2 FRECUENCIA

**2.3 REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL
PERSONAL DE INSPECCION**

**2.4 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS
PARA LAS INSPECCIONES**

**2.5 PROCEDIMIENTOS DE LA
INSPECCION**

2.6 EJECUCION DE LA INSPECCION

2.0 INSPECCIÓN

2.0 INSPECCIÓN

2.1 GENERALIDADES

Se entiende por inspección al conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado.

La inspección de un puente tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas. Una es inspección de seguridad y la otra para mantenimiento del puente.

Los tipos de inspección son:

- a) Inspección inicial (de inventario)
- b) Inspección rutinaria (periódica)
- c) Inspección de daños
- d) Inspección especial

El rol del Ingeniero Inspector es el de proveer información amplia y detallada sobre el estado del puente, como resultado de la inspección, documentando sus condiciones y deficiencias, alertando sobre los riesgos que sus hallazgos tengan en la seguridad del usuario y la integridad de las estructuras, debiendo estar constantemente alerta para que los pequeños problemas no se conviertan en costosas reparaciones.

Debido a las fuerzas destructivas de la naturaleza, el incremento del tráfico y la presencia de vehículos sobrecargados, las estructuras de los puentes presentan deficiencias o defectos. Los inspectores deben examinar e informar acerca de esos cambios de condición.

Para conocer la condición real existente y evaluar cada uno de los elementos del puente, es necesario un programa de inspecciones, el cual debe realizarse en forma organizada.

Los antecedentes del puente estarán en un archivo, conteniendo su historial, información estructural, datos estructurales, descripción de la infraestructura y superestructura, información de tránsito, evaluación de cargas e inspecciones anteriores, entre otros aspectos.

Dado el avance tecnológico, los procesos constructivos empleados, así como los diferentes materiales, han dado origen a diversos tipos de puentes a lo largo de la historia. El Anexo N° 01 describe las

características principales de los diferentes tipos de puentes; y en el Anexo N° 02, se presenta los gráficos de las diferentes tipos de estructuras de puentes.

2.2 FRECUENCIA

Los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños.

Los componentes sumergidos del puente deben ser inspeccionados cada tres (3) años con personal especializado. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilite el acceso bajo las obras y se observa los indicios de socavación, que es causa principal del colapso del puente.

En casos extraordinarios se deberá disponer de Inspecciones Especiales.

La Inspección será visual y física, existiendo otras técnicas avanzadas (destructivas y no destructivas), para inspección específicas de concreto, acero y madera.

2.3 REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCION

2.3.1 Requisitos mínimos del Ingeniero Inspector:

Ingeniero Inspector: Ingeniero civil colegiado y habilitado para el ejercicio de la profesión, con 5 años de experiencia en vialidad y 3 años como mínimo en diseño, evaluación y/o inspección de puentes, tener conocimiento de los materiales y el comportamiento estructural de sus elementos.

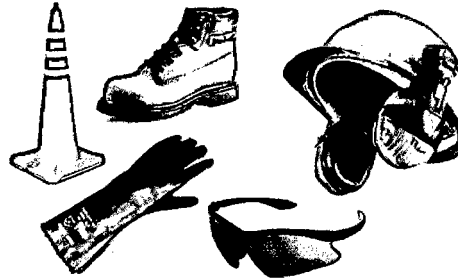
2.3.2 Obligaciones del Ingeniero Inspector:

- a) Organizar la Inspección.
- b) Ejecutar la Inspección.
- c) Preparar el informe pertinente con las recomendaciones debidamente sustentadas y/o justificadas.

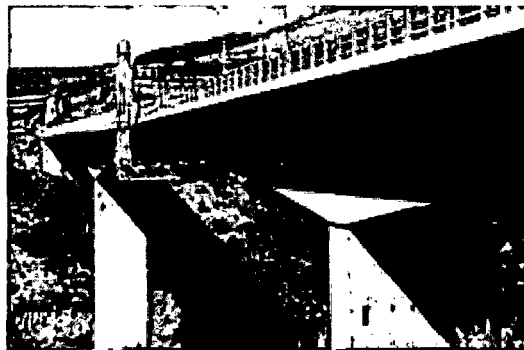
2.3.3 Seguridad del Personal Durante la Inspección

Generalmente las estructuras de los puentes están a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin los medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma. Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación y seguridad del personal de la inspección a las distintas partes de la

estructura se incluyen desde los medios básicos (casco, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) hasta los sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, pasando por sistemas integrados en la propia estructura (agujeros de acceso a pilares huecos, escaleras de acceso y vigas cajón en puentes).



La cara inferior del tablero, es la zona donde suelen concentrarse la mayoría de los problemas y para salvar la dificultad del acceso es necesario contar con medios auxiliares que permitan realizar la auscultación en las máximas condiciones de seguridad para el equipo humano que realiza el trabajo y con la mínima interrupción de la funcionalidad de la vía en la que se encuentra la estructura.



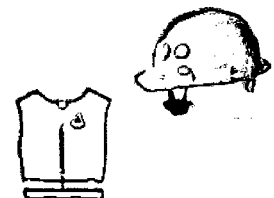
Compete al ingeniero Inspector verificar que el personal a su cargo realice su trabajo con las medidas de seguridad y salubridad mínimas exigibles conforme a la normativa vigente.

2.4 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LAS INSPECCIONES

Para efectuar las inspecciones, se requiere como mínimo, sin ser limitativo, los siguientes equipos y/o herramientas :

a) Herramientas para Limpieza

- Cepillo de alambre.
- Cinturón de herramientas.
- Pala plana.



- Chalecos reflectantes.
- Casco.
- Botas.
- Gafas.



b) Herramientas para ayuda visual

- Binoculares.
- Flexómetro de 5 m.
- Wincha de 30 m.
- Plomadas.
- Nivel de carpintero de 1 m.
- Lupas micrométricas.
- Vernier.
- Medidor de grietas óptico.
- Medidor de espesor de pintura.
- Termómetro.
- Crayola o tiza.
- Espejos de inspección.
- Tinte penetrante.
- Endoscopios.



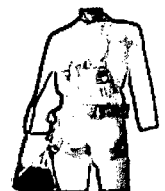
c) Herramientas para documentación

- Cámaras fotográficas.
- Libreta de campo.
- Video cámara.



d) Herramientas para acceso

- Escaleras.
- Pasarelas.
- Canastillas.
- Arneses.
- Tilfor.
- Poleas.
- Chalecos salvavidas.
- Correa de seguridad.



e) Herramientas para miscelaneas

- Caja de herramientas (llaves)
- Botiquín de primeros auxilios.
- Radios (walkie-talkies)
- Linterna.
- Martillo, pala plana, destornillador, navaja.



f) Equipo de señalamiento para inspección de calzadas:

- Conos de plástico.
- Triángulos.



- y demás señales de seguridad.

g) Equipo para la verificación de los niveles del puente:

- Teodolito.
- Nivel.
- Mira.
- Winchas.
- Jalones y estacas.
- Libreta de campo.



2.5 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN

Generalmente es ventajoso emplear un procedimiento sistemático, es decir seguir una rutina de inspección en todos los puentes.

Las cuadrillas de personal de mantenimiento y el cuerpo de inspectores de puentes deben trabajar en coordinación. Los inspectores son la fuente principal para identificar las necesidades de mantenimiento.

Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas, sugiriendo acciones para corregir las deficiencias o impedir el incremento de estos defectos. Inspecciones regulares deben considerarse como una responsabilidad primordial en el mantenimiento.

Además de los defectos que pueda haber, las inspecciones deben buscar las condiciones que puedan indicar posibles problemas futuros.

Para la recopilación de la información se utilizará los formatos que se adjuntan como Anexo N° 03; que servirán para la toma de datos en la inspección, así como en los procedimientos de calificación de componentes del puente.

El Anexo N° 04 muestra los detalles gráficos de elementos a inspeccionarse.

Cuando se lleve a cabo una inspección en el campo se debe seguir los siguientes pasos:

2.5.1 Acciones previas a los trabajos de campo:

Se debe revisar el inventario y los informes de inspección anteriores, a fin de tomar conocimiento si existen circunstancias especiales, como daños observados anteriormente, o elementos estructurales que necesiten una inspección mas detallada.

2.5.2 Acciones en el campo propiamente dichas:

- a) Se debe verificar la ubicación y nombre del puente programado para su inspección.
- b) Se debe tomar las medidas de seguridad necesarias.
- c) Se debe iniciar la inspección tomando una foto de identificación del puente.
- d) Se debe tomar una fotografía del acceso al Puente.
- e) Se debe inspeccionar y calificar la condición de cada uno de los componentes del puente (estribos, pilares, alas, tablero, losas, vigas, diafragma, elementos de arco, reticulados, elementos de puente colgante, aparatos de apoyo, junta de expansión, superficie de rodadura, aceras, barandas, señalización, accesos, taludes, defensas, cauce, etc).
- f) Se debe inspeccionar y calificar taludes y obras de protección en los extremos del puente.
- g) Se debe tomar fotografías en los diferentes tipos de estribos y pilares.
- h) Se debe revisar y calificar los pilares, apoyos, el cauce, y la parte de la superestructura.
- i) Se debe tomar una foto de la elevación del puente, en la que se pueda apreciar la subestructura y la superestructura
- j) Al final se debe calificar la condición del puente en general.

Finalmente debe asegurarse que todas las partes visibles del puente fueron inspeccionadas y que la documentación del levantamiento de información se encuentra completa y correctamente formulada.

Se adjunta, como Anexo N° 05, Defectos y Problemas de los Puentes y, como Anexo N° 06, los Diferentes Tipos de Pruebas en los Componentes de un Puente.

2.5.3 Acciones para detectar daños más comunes.

Se debe inspeccionar:

a) Componentes de Madera

Daños comunes en los componentes de madera son causados por hongos, humedad, parásitos y ataque químico.

Deterioros de la madera pueden ser causados por fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste mecánico, sobreesfuerzos, intemperie y flexiones (combaduras o pandeos).

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos:

- El examen visual puede detectar pudrición por hongos o humedad, daños por parásitos, excesiva deflexión, grietas, vibraciones y pérdida de conexiones. El inspector investigará visualmente la extensión de los daños y los documentará apropiadamente en los reportes de inspección.
- Con respecto a los exámenes físicos se utilizarán técnicas destructivas y no destructivas, tal como se detalla en el Anexo N° 06.

b) Componentes de Concreto

Daños comunes en los componentes de concreto incluyen agrietamiento, escamas, delaminación, spalling (descascaramiento), afloramientos, desgaste o abrasión, daños de colisión, pulido, y sobrecarga.

Los agrietamientos en concreto son usualmente finos para ser detectado a simple vista. Se califican como grietas finas, medias o anchas. Las primeras son usualmente insignificantes para la capacidad de la estructura, pero deben ser reportadas como una advertencia. Las grietas medias y anchas son significativas para la capacidad estructural y deben ser registradas y monitoreadas en los reportes de inspección.

Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales:

- Las grietas estructurales requieren de atención inmediata, toda vez que ellas afectan la capacidad del puente.
- Las grietas no estructurales son causadas por expansión térmica y contracción de fragua; en losas debe tenerse especial cuidado, puesto que el agua de infiltración de lluvia puede conllevar a la corrosión de la armadura.

El desgaste de la superficie de rodadura es la pérdida gradual y continua de superficie de mortero y agregado sobre un área. La peladura es clasificada en cuatro categorías: ligera, media, dura y severa.

La delaminación ocurre cuando capas de concreto se desprenden cerca del nivel superior o exterior del refuerzo de acero. La mayor

causa de delaminación es la expansión por la corrosión del refuerzo del acero debido a la intrusión de cloruros o sales.

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos:

- La inspección visual permite observar los deterioros primarios, como son las grietas y las manchas de oxido. Un inspector debe reconocer el hecho que no todas las grietas son de igual importancia. Manchas de oxido son una de las señales de corrosión de refuerzo de acero en miembros de concreto. La longitud, dirección, localización y extensión de las grietas y manchas de oxido deben ser medidas y reportadas en las notas de inspección.
- Los exámenes físicos más comunes son el sondeo con martillo (martilleo) y la cadena arrastrada. El primero es usado para detectar áreas de concreto hueco y usualmente para detectar delaminación. Para áreas de superficie grandes, el arrastre de cadenas puede ser usado para evaluar la integridad del concreto con razonable seguridad, aunque en losas no son métodos totalmente seguros; pero son rápidos y baratos.

c) Componentes de Acero

Daños comunes en los componentes de acero incluyen la corrosión, el agrietamiento, daños por colisión y sobreesfuerzos.

Los agrietamientos usualmente se inician en la conexión, el extremo final de la soldadura o sobre un punto corroído de un miembro y, luego, se propaga a través de su sección transversal hasta la fractura del miembro.

Los inspectores deben observar cuidadosamente en cada uno de las potenciales ubicaciones de fisuras.

La forma mas reconocida de deterioro del acero es la corrosión.

En componentes de acero, uno de los tipos de daños más comunes es el agrietamiento por fatiga; estos se desarrollan en estructuras de puentes debido a la repetición de cargas.

El inspector identificará detalles constructivos susceptibles a la fatiga y llevará una inspección completa de dichos detalles.

Para estructuras pintadas, una rotura en la pintura acompañada por manchas de oxidación indica la posible existencia de una grieta de fatiga.

Si se sospecha de una grieta, el área será limpiada y se dispondrá una inspección visual de primer plano. Adicionalmente, se pueden prever más pruebas, tales como tintes penetrantes, para identificar la grieta y determinar su extensión. Si existieran o se descubren grietas de fatiga, se deberá efectuar inspecciones más profundas.

Los sobreesfuerzos de un componente pueden ser el resultado de muchos factores tales como pérdidas de sección compuesta, pérdidas de arriostre y falla o asentamiento de los elementos de apoyo.

Son síntomas de daño debido a sobreesfuerzos las elongaciones inelásticas o decremento del área de acero de la sección transversal en miembros en tensión y el pandeo en miembros en compresión.

Los daños debido a colisión vehicular, incluidas pérdidas de sección, agrietamiento y distorsión de formas serán cuidadosamente documentados, debiendo iniciarse inmediatamente las reparaciones. Hasta que las reparaciones hayan culminado, se recomienda restricción vehicular de tráfico basados en resultados de análisis de evaluación.

d) Componentes Sumergidos

Corresponde a componentes de la subestructura.

Se necesitan equipos especiales para inspeccionar los componentes sumergidos; asimismo para la visibilidad debe utilizarse equipos adecuados de iluminación.

Los componentes de las estructuras de acero son susceptibles a corrosión, especialmente en las zonas afectadas por la humedad.

e) Tableros

Los defectos más comunes en tableros de acero son fisuras en soldaduras, seguros rotos, corrosión y conexiones sueltas o rotas. En un sistema de piso de acero corrugado, la pérdida de sección debido a la corrosión puede afectar la capacidad de carga de la cubierta.

Los defectos comunes en tableros de madera son el aplastamiento de la cubierta en los apoyos de los sistemas de piso, daños por flexión tales como fracturas, pandeo y grietas en áreas en tensión y pudrición de la cubierta por organismos biológicos, especialmente en aquellas áreas expuestas al drenaje.

Los defectos comunes en tableros de concreto son desgaste, escama, delaminación, spalling (descascamiento), grietas de flexión longitudinal, grietas de flexión transversal en las regiones de momento negativo, corrosión de la armadura de refuerzo, grietas debido a agregados reactivos y daño debido a contaminación química.

f) Juntas

Los daños en las juntas son causados por impacto vehicular, temperaturas extremas y acumulación de tierra y escombros.

Los daños por escombros y tránsito de vehículos pueden causar que la junta sea rasgada, que los anclajes sean arrancados, o sean removidos totalmente.

Las temperaturas extremas pueden romper la adherencia entre la junta y el tablero y, consecuentemente, repercutir en la remoción total de la junta.

La función primaria de la junta es acomodar la expansión y contracción de la superestructura del puente.

g) Apoyos

Pueden ser categorizados en dos grupos: metálicos y elastoméricos.

Los apoyos metálicos pueden volverse inoperativos debido a corrosión, acumulación de escombros, u otras interferencias. Apoyos congelados pueden generar flexiones, ondulamientos y alineamiento inapropiado de miembros. Otro tipos de daños son pérdidas de seguros, rotura de soldadura, corrosión en la superficie deslizante.

Los daños en placas de apoyos elastoméricos son: excesivo abultamiento, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento.

2.6 EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN

La inspección visual nos permite determinar el agrietamiento, corrosión, las deformaciones y las flechas en la estructura del puente. La cual debe complementarse con una auscultación mediante métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

Los diferentes elementos a ser inspeccionados serán agrupados en tres grandes divisiones:

- a) Cimentaciones.
- b) Superestructura.
- c) Dispositivos básicos de protección.

a) Cimentaciones

Normalmente la inaccesibilidad a la cimentación hace que las posibles fallas tengan que ser detectadas indirectamente, a través de signos en la superestructura o en forma de movimientos excesivos, fisuración, etc.

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades: la nivelación del tablero y las inspecciones subacuáticas.

En los estribos, pilares y sistemas de apoyo generalmente se encuentra una amplia variedad de defectos y deterioros observables, los cuales puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, estabilidad, infiltración y el mal funcionamiento de apoyos, etc.

b) Superestructura

La inspección de los elementos de la superestructura y los daños que estos presentan varían notablemente en función al tipo de puente.

c) Dispositivos básicos de protección

Los dispositivos básicos de protección también necesitan una constante inspección, que comprenden a los siguientes: barreras de concreto, barandas, dispositivos básicos de transición y contención, losas de transición, estribos, cortinas, alas, juntas de dilatación, drenaje, pavimentación, aparatos de apoyo y señalización.

En general se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas para la inspección de un puente:

2.6.1 Inspección del cauce

Con la anticipación a los problemas y tomando adecuadas medidas de protección, se pueden minimizar serias dificultades posteriores. Con ese motivo, es conveniente investigar las siguientes condiciones:

- Si existe adecuado espacio bajo el puente para permitir el paso de las aguas. Los depósitos de arena y/o grava, pueden reducir este espacio.
- Si hay estabilidad y buen comportamiento de los bordes y protección de orillas.
- Posible obstrucción del cauce con maleza, palizadas o crecimiento de plantas que puedan contribuir a la socavación o riesgo posible de incendio.

Un registro del perfil del cauce da información valiosa sobre la tendencia del río a erosionar, cambiar de curso, de gradiente, etc.

El registro debe mantenerse actualizado, particularmente cuando existan variaciones de importancia. Estas indicaciones ayudan a proyectar protecciones a los pilares o estribos, sobre todo a sus cimentaciones.

2.6.2 Estribos y pilares

Cuando se inspeccionan estribos o pilares de concreto, debe observarse defectos de cualquier tipo. Los más frecuentes son los siguientes:

- Deterioro del concreto en la línea de agua.
- Deterioro del concreto en la zona de los apoyos.
- Grietas en los estribos, especialmente en el encuentro entre el cuerpo y las alas. Estas grietas deben observarse a través del tiempo para ver si aumentan. Cuando estas grietas se pronuncian, indican que hay movimiento estructural que puede ser causado por problemas de cimentación.

2.6.3 Aparatos de apoyo

Los aparatos de apoyo, sean fijos o móviles, deben ser examinados para asegurar que funcionen debidamente. El mal comportamiento de los apoyos puede ser causa de movimiento de pilares o estribos.

Si existe este tipo de problema debe efectuarse la siguiente inspección:

- Observar si los pernos de anclaje están dañados o si las tuercas necesitan ajuste.
- Verificar si los elementos de expansión permiten el movimiento de acuerdo a su diseño.
- Verificar si hay suciedad o escombros alrededor de los aparatos de apoyo.
- Observar si hay exceso de deformación o rotura en las placas de neopreno.
- Observar los rodillos y su condición de apoyo móvil.
- Los aparatos de apoyo pueden sufrir daños por causa del tráfico pesado, por suciedad acumulada. Si se advierte un mal funcionamiento, debe notificarse de inmediato.

2.6.4 Vigas y largueros

Estos elementos pueden ser fabricados en madera, acero o concreto. Cada material presenta problemas específicos para su mantenimiento, los cuales deben ser investigados.

- Vigas de madera.- Los defectos más comunes en las vigas de madera son los siguientes:
 - ✓ Rajaduras, deterioro, roturas, ataque de insectos y hongos.
 - ✓ Falta de tratamiento superficial que permite que se desarrollen grietas longitudinales y se extiendan a todo lo largo de la viga.
 - ✓ Aplastamiento en la zona de apoyo que normalmente indica debilitamiento o reducción de capacidad del material.
 - ✓ Pérdida de conexiones o de diafragmas entre largueros
- Vigas de acero.- Los siguientes son los defectos más comunes que se presentan en las vigas de acero:
 - ✓ Oxidación bajo la zona de las juntas de dilatación.
 - ✓ Oxidación de la viga debido a humedad que pasa por grietas del tablero.
 - ✓ Deterioro de la pintura.
 - ✓ Conexiones flojas.
 - ✓ Corrosión y rajaduras alrededor de remaches y pernos en la unión de elementos de una viga.
 - ✓ Fisuras en la soldadura y el metal de base.

- Vigas de concreto.- Los defectos más comunes en estas vigas son:
 - ✓ Desintegración de la losa de una viga de sección T.
 - ✓ Inoperancia de los aparatos de apoyo.
 - ✓ Exposición del acero de refuerzo por corrosión.
 - ✓ Grietas en los extremos de las vigas.

Cualesquiera de los defectos mencionados con respecto a vigas de concreto, son muy significativos en vigas de concreto pretensado. Si se encuentra una grieta abierta en un elemento pretensado esto debe ser advertido y notificado de inmediato.

2.6.5 Reticulados

Los reticulados pueden ser clasificados en tres categorías, según su posición respecto al tablero de rodadura: de tablero superior, intermedio o de tablero inferior.

La inspección debe iniciarse observando la línea del sardinel o de la baranda para ver si hay desalineamiento en los elementos tanto en el plano vertical como en el plano horizontal. Cada miembro del reticulado debe ser inspeccionado, incluyendo lo siguiente:

- Observar el alineamiento del reticulado y su gradiente.
- Verificar en los aparatos de los apoyos extremos y en las placas de expansión, que se asegure el libre movimiento.
- Comprobar que los elementos en compresión no estén torcidos.
- Observar si los arriostramientos han sido dañados por el tráfico, o tienen mal comportamiento.
- Examinar la pintura y la extensión de la corrosión, principalmente alrededor de pernos y cabezas de remaches.
- Comprobar si los pines de las conexiones están en su sitio.
- Verificar la existencia de pernos o remaches sueltos faltantes u oxidados.
- Examinar los cordones en tensión, para detectar fisuras, especialmente en las conexiones.
- Observar si hay pérdida de sección por corrosión en el acero.

2.6.6 Tableros

Los tableros deben examinarse para determinar si hay riesgo de deslizamiento de los vehículos sobre su superficie debido a falta de rugosidad en el piso. Debe observarse que no haya empozamiento de agua por la obstrucción de los drenes. Verificar que estos

funcionen sin afectar partes estructurales o al tráfico que pasa en un nivel inferior.

- Tablero de madera. - Deben ser examinados para detectar si hay deterioro en la zona de contacto con los largueros o entre capas de madera laminada. Hay necesidad de mantenimiento cuando hay clavos sueltos, piezas rotas o deterioradas, aberturas que dejan pasar suciedad hacia los pilares o estribos.
- Tableros de acero.- Deben examinarse para ver si hay corrosión o soldaduras en malas condiciones, si hay suciedad acumulada en los pisos de parrilla en las zonas de apoyo sobre largueros o si hay planchas sueltas o si la pintura esta deteriorada.
- Tableros de concreto.- Deben examinarse para detectar grietas, descascamientos u otros signos de deterioro. Debe observarse con cuidado el acero de refuerzo para determinar su estado. Las grietas en el concreto permiten que la humedad afecte al acero de refuerzo el cual al oxidarse se expande y causa desprendimiento del concreto

2.6.7 Superficie de rodadura

El deterioro en la losa del puente, puede ser causado tanto por agentes naturales como por el incremento de cargas rodantes, así como también por daños producidos por impactos de vehículos y por el tiempo de servicio o período de diseño de vida útil.

Cualquier tipo de superficie de rodadura puede ocultar los defectos del tablero. Esta superficie debe observarse con mucho cuidado para buscar evidencia del deterioro del tablero. En algunos casos se debe remover pequeñas secciones para facilitar una mejor investigación.

Las acciones del tráfico vehicular inciden directamente en la superficie de rodadura, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes. El deterioro por desgaste o abrasión son causados generalmente por el exceso de cargas, descarrilamiento de autos, colisiones del tráfico con las estructuras, etc. Cuando se producen estos daños, aunque no constituyan un peligro inmediato para el buen funcionamiento de la estructura, el Inspector debe registrar en el formato de evaluación, el grado de desgaste que presenta, describiendo los daños, complementando la información con fotografías, de tal manera que se pueda monitorear en caso no hayan sido reparados oportunamente los daños.

2.6.8 Acceso al puente

Son importantes por su conexión al puente y deben estar a nivel con el tablero. Si la transición no es suave, los efectos del impacto pueden aumentar la energía de las cargas que ingresan al puente, causando daño estructural.

El pavimento de los accesos debe observarse para detectar la presencia de baches, asentamientos o excesiva rugosidad. La junta entre las losas de aproximación y los estribos, diseñada para el movimiento causado por las variaciones de temperatura, debe ser examinada para comprobar su debida abertura y sello apropiado. En la evaluación de los accesos al puente se considerará también el estado de los guardavías, las bermas, taludes y drenaje.

3.1 INTRODUCCIÓN

3.2 DEL INFORME DE INSPECCIÓN

**3.3 INSPECCIÓN EFECTUADA POR EL
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO**

3.4 ESTIMACIÓN DE RECURSOS

**3.5 IDENTIFICACIÓN DE PUENTES
EN SITUACIÓN CRÍTICA**

3.0 INFORMES DE INSPECCIÓN

3.0 INFORMES DE INSPECCIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se abordará el tema relacionado con los informes a presentar como resultado de la inspección, incluyendo una calificación numérica del estado en que se encuentra el puente.

El archivo de datos de cada puente debe estar conformado por dos módulos: Una información sobre el puente que permanece invariable (inventario) y otra información que es constantemente modificada con el transcurso del tiempo (datos de inspección).

Los datos fundamentales que comprenden un informe de inspección son:

- Identificación.
- Características geométricas.
- Características estructurales.
- Calzada y elementos auxiliares.
- Estado de conservación.
- Observaciones y recomendaciones.

También se tratará acerca de la estimación de recursos e identificación de puentes en estado crítico.

Se adjunta en el Anexo N° 03 los formatos a utilizar para la toma de datos de la inspección.

3.2 DEL INFORME DE INSPECCIÓN

El informe de Inspección incluirá los datos de inventario del sistema estandarizado, adaptado a procesos de computadora y un factor numérico que represente la calificación de la condición en que se encuentra el puente con un valor entre 1 a 5, de acuerdo con los criterios señalados en el cuadro adjunto.

Los Informes de Inspección son de gran ayuda para ilustrar el estado del puente, particularmente para mostrar los detalles de los daños encontrados durante la inspección; los mismos que incluirán descripciones, diagramas y fotografías que detallen los defectos hallados; así mismo deberán precisar la ubicación del problema y su extensión.

Al elaborar el Informe hay que tener presente que en base a esta información, podrán proyectarse acciones de mantenimiento y posibles asignaciones de recursos económicos. Además es un registro técnico que puede constituir un elemento importante en algún litigio futuro.

El lenguaje utilizado en el informe será claro y conciso y, en beneficio de la uniformidad, se utilizará la misma terminología hasta donde sea posible, para evitar ambigüedad en el significado.

La información contenida en los informes será la obtenida en las inspecciones de campo y complementada con la referencia de los planos de construcción y verificación en el campo.

Aun cuando sólo se trate de una inspección rápida, para verificar algún detalle específico, donde se anticipe un cambio o problema, y no se detecten cambios evidentes en la inspección y aun cuando las condiciones existentes parezcan no ser importantes, se elaborará un Informe por cada puente inspeccionado.

Como parte del Informe del puente, se incluirán dos fotografías, una mostrando una vista panorámica de la carretera y otra que muestre la elevación principal; también podrán incluir otras fotografías que considere significativas, que muestren las fallas importantes u otras características especiales.

Las fotografías deberán expresar lo mas detallado posible, los daños encontrados en la estructura, también se debe ilustrar mediante croquis o planos necesarios, la localización exacta de las fallas encontradas en el campo, para apreciar su magnitud real.

Es conveniente adjuntar una fotografía que muestre las instalaciones complementarias de la estructura, así como las señales de peligro, falla o defecto, que ameriten ser mencionados, al igual que la descripción de las condiciones y la de evaluación correspondiente.

La elaboración de planos de fallas, al igual que el reporte fotográfico, vienen a ser un complemento importante para el informe global de la inspección, haciendo más tangible el trabajo que se ha realizado durante la inspección y posibilita la evaluación y realización del proyecto de rehabilitación.

El Inspector debe hacer una comparación de la condición o grado de deterioro. Los diagramas bien elaborados son muy útiles para determinar, en investigaciones futuras, el desarrollo de las fallas y para ayudar a determinar los cambios y su magnitud. Se incluirán todas las recomendaciones e instrucciones para la reparación o el mantenimiento correspondiente.

Cuadro de condición global del puente:

Calificación	Descripción de la Condición
0	Muy bueno : No se observa problemas
1	Bueno : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	Regular : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascamiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	Malo : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	Muy Malo : Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. <ul style="list-style-type: none"> - Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto - La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. - Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .
5	Pésimo : Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. <ul style="list-style-type: none"> - Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura - El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

3.3 INSPECCIÓN EFECTUADA POR EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

El personal de mantenimiento por sus labores permanentes en el campo, puede observar defectos o exponer problemas que no observó el Ingeniero Inspector de Puentes, que pueden convertirse en una situación de riesgo o ser causa de un problema futuro en los puentes de su jurisdicción, debiendo informar a fin de que se disponga de una Inspección Específica de dicho Puente.

Mejores resultados se obtienen cuando el personal de mantenimiento y el Inspector trabajan en forma conjunta y coordinada.

3.4 ESTIMACIÓN DE RECURSOS

El sistema de información de las Inspecciones debe proporcionar datos que puedan ser usados para la posterior evaluación y estimación de los recursos necesarios para mantener o rehabilitar el puente. La exactitud de la información permitirá una mejor estimación de los metrados y, por ende, de los recursos requeridos, que puede usarse preliminarmente para su posterior análisis en la oficina.

Trabajando juntos, el Ingeniero Inspector y el Supervisor de Mantenimiento, pueden anticipar procedimientos para mejorar la exactitud de la estimación.

La correcta y oportuna evaluación de cada puente, permitirá a la organización central definir la acción que debe tomarse, pudiendo ser de los siguientes tipos:

- **Acciones normativas.**- Colocación de señales. Limitación de uso (imposición de peso máximo, reducción de velocidad, restricción de un solo carril, etc.)
- **Acciones preventivas.**- Monitoreo de grietas, deformaciones y asentamientos, colocación de apuntalamientos, así como también la realización de inspecciones más frecuentes.
- **Acciones ejecutivas.**- Se refiere a la realización de obras en el puente, considerándose los siguientes niveles de atención: mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento.

3.5 IDENTIFICACIÓN DE PUENTES EN SITUACIÓN CRÍTICA

Cuando el Ingeniero Inspector identifique que un Puente se encuentra en Situación Crítica deberá solicitar una Inspección Especial. Esta será efectuada por un conjunto de especialistas, de los cuales por lo menos uno de ellos será Ingeniero Civil especialista en estructuras.

La Inspección Especial se realizará por personal altamente calificado y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la toma de las acciones correctivas. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños.

ANEXO N° 01

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES
TIPOS DE PUENTES**

ANEXO Nº 01: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PUENTES

TIPO DE PUENTE	CARACTERÍSTICAS					
	MATERIAL	CONDICIONES BORDE	SECCION TRANSVERSAL	PERALTE h	UBICACIÓN TABLERO	GEOMETRÍA A PLANO
LOSA	CONCRETO ARMADO, CONCRETO PRETENSADO	SIMP. APOYADO CONTINUO	LOSA SÓLIDA LOSA NERVADA LOSA CELULAR	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
LOSA CON VIGAS	VIGA CONC. ARMADO, VIGA CONC. PRETENSADO, VIGA ACERO	SIMP. APOYADO CONTINUO GERBER	VIGA RECTA VIGA I VIGA CAJON	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
PORTICO	CONCRETO ARMADO, CONCRETO PRETENSADO, ACERO	ARTICULADO EMPOTRADO CON VOLADOS ATIRANTADOS	VIGA RECTA VIGA I VIGA CAJON	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
ARCO	CONCRETO ARMADO ACERO	ARTICULADOS EMPOTRADO	LOSA VIGAS	CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INTERMEDIO TAB. INFERIOR	RECTO
RETICULADO	ACERO	SIMP. APOYO CONTINUO GERBER	VARIOS	CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INFERIOR	RECTO
COLGANTE	CABLES DE ACERO + ACERO	EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
ATIRANTADO	CABLES DE ACERO + ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ SIMP. APOYADO	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
MODULAR	ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ SIMP. APOYADO	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
ALCANTARILLA	CONCRETO ACERO	SOBRE TERRENO	CELULAR (1 o MAS) SUPERSPAN (1 o MAS)	CONSTANTE	TAB. SUPERIOR	RECTO ESVIADO

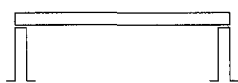
ANEXO N° 02

GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES

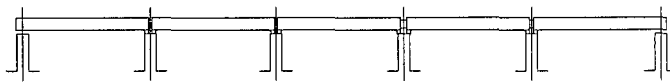
ANEXO Nº 02 : GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES

I) CLASIFICACION POR ESTRUCTURA LONGITUDINAL

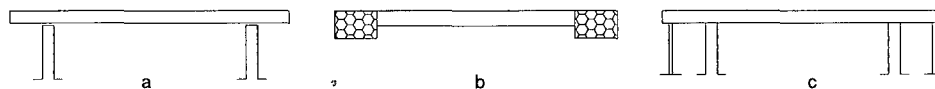
1. TRAMO SIMPLE



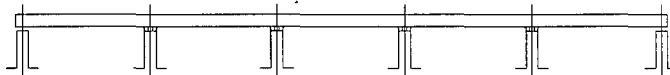
2. TRAMOS MULTIPLES



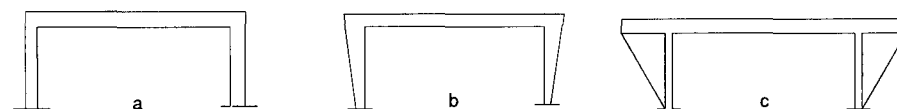
3. TRAMO COMPENSADO



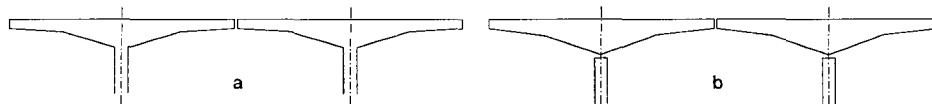
4. TRAMO CONTINUO



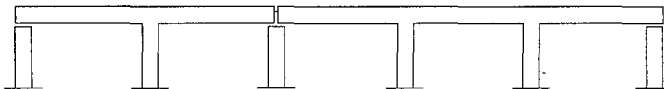
5. PORTICOS SENCILLOS



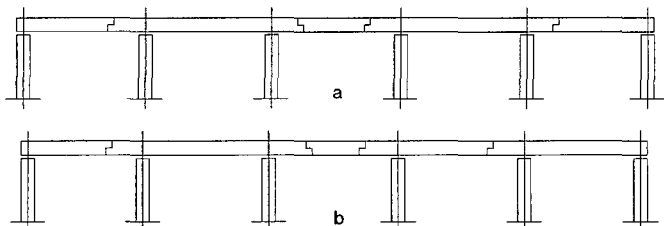
6. MENSULAS COMPENSADAS



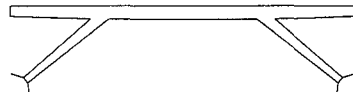
7. PORTICO MULTIPLE



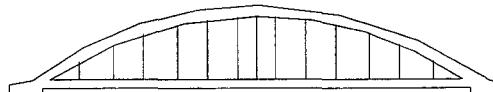
8. TRAMOS MENSULAS



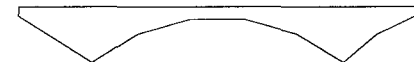
9. PORTICOS EN TT



10. ARCO ATIRANTADO



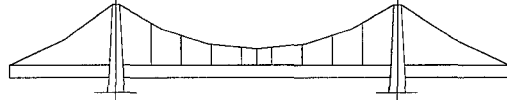
11. ARCO TIMPANO



12. ARCO CON BIELAS



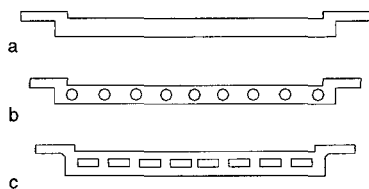
13. TRAMO COLGADO



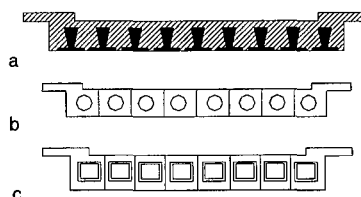
II) CLASIFICACION POR ESTRUCTURA TRANSVERSAL

1. TABLERO DE LOSA

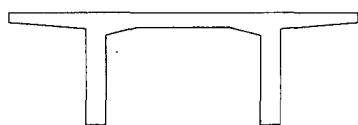
CONSTRUCCION IN SITU



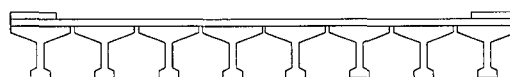
2. PREFABRICADOS



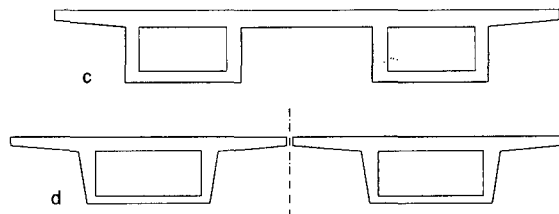
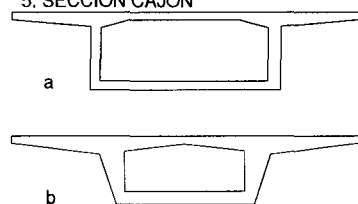
3. TABLERO SUPERIOR IN SITU



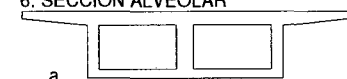
4. TABLERO SUPERIOR PREFABRICADO



5. SECCION CAJON



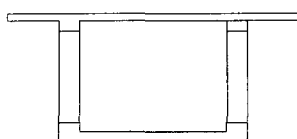
6. SECCION ALVEOLAR



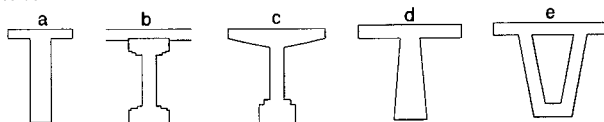
7. TABLERO INFERIOR



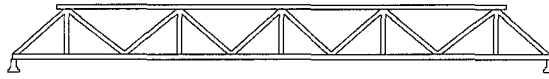
8. DOBLE TABLERO



9. VIGAS



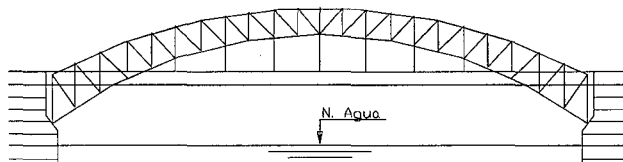
III) CLASIFICACION POR TIPO DE MATERIAL
 A) PUENTES METALICOS



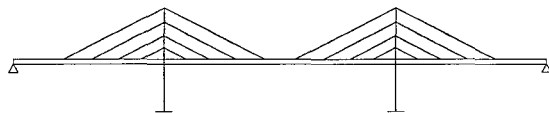
a) Simplemente Apoyado



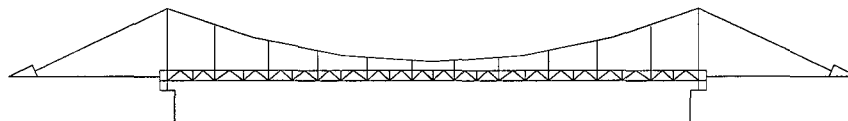
b) Continuo



c) Arco

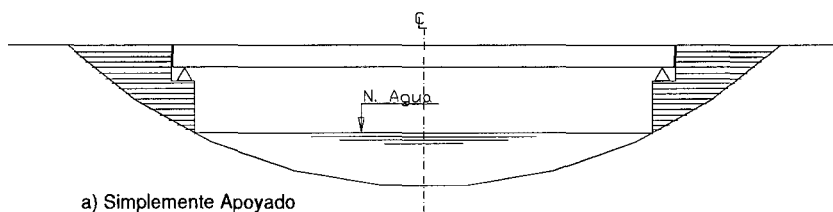


d) Atirantado

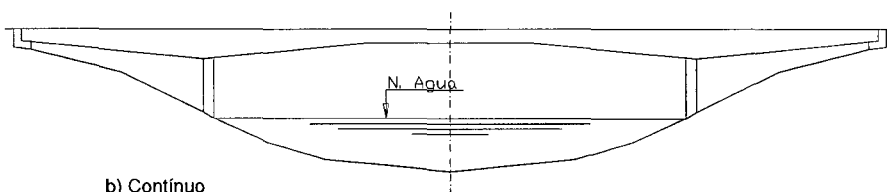


e) Colgante

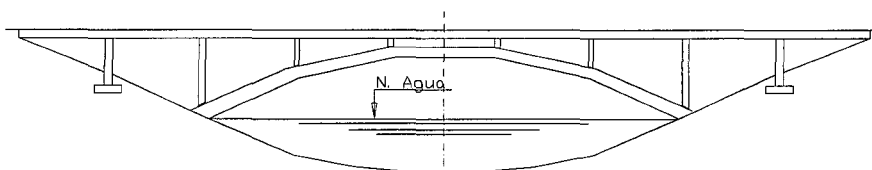
B) PUENTES DE CONCRETO



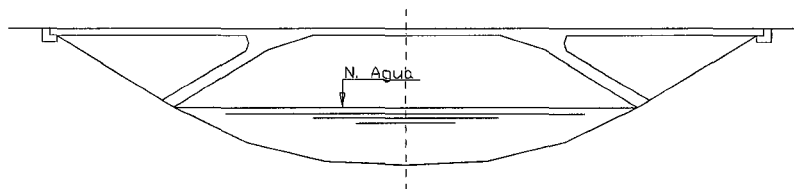
a) Simplemente Apoyado



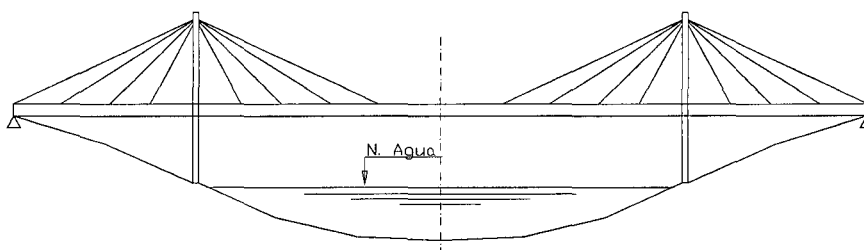
b) Continuo



c) Arco



d) Pórtico



e) Atirantado

ANEXO N° 03

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

ANEXO N° 03 - 01

1) IDENTIFICACION Y UBICACIÓN		
Nombre Puente :	Tramo :	
Tipo Puente :	Dpto. Político :	
Sobre (*) :	Dpto. Vial :	
Altitud (msnm) :	Provincia :	
Latitud (grad, min) :	Distrito :	
Longitud (grad, min) :	Poblado más Cercano :	
Ruta :	Kilometraje :	
2) DATOS GENERALES		
Puente Sobre :	Nombre :	
Longitud Total (m) :	Numero Vías Tránsito :	
Ancho Calzada (m) :	Sobrecarga Diseño :	
Ancho Vereda (m) :	Numero Proyecto :	
Altura Libre Superior (m) :	Año Construcción :	
Altura Libre Inferior (m) :	Ultima Inspección (dd/mm/aa) :	
Tipo Servicio :	Ultimo Trabajo :	
Tráfico (veh/día) :	% Camiones y Buses :	
Año :	Alineamiento :	
Condiciones Ambientales :		
3) TRAMOS		
Numero Tramos :	Longitud Total :	Longitudes Restantes :
Tramos :	Longitud Segundo Tramo (m) :	
Luz Principal (m) :	Longitud Tercer Tramo (m) :	
TRAMO 1 (Principal)		TRAMO 2
Categoría/Tipo :	Categoría/Tipo :	
Características Secundarias :	Características Secundarias :	
Condición Borde :	Condición Borde :	
Material Predominante :	Material Predominante :	
4) TABLERO DE RODADURA		
LOSA		VIGAS
Material :	Tipo :	
Espesor (m) :	N° Vigas :	
Superficie de Desgaste :	Material :	
	Forma :	
	Peralte (m) :	
	Separación entre Ejes :	
5) SUBESTRUCTURA		
ESTRIBO IZQUIERDO		ESTRIBO DERECHO
Elevación / Tipo :		Elevación / Tipo :
Elevación / Material :		Elevación / Material :
Cimentación / Tipo :		Cimentación / Tipo :
Cimentación / Material :		Cimentación / Material :
6) PILARES		
PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :
Elevación / Material :	Elevación / Material :	Elevación / Material :
Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :
Cimentación / Material :	Cimentación / Material :	Cimentación / Material :

(*) Sobre río quebrada carretera línea férrea etc

7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE						
	<u>IZQUIERDO</u>			<u>DERECHO</u>		
	Elevación / Tipo :			Elevación / Tipo :		
	Elevación / Material :			Elevación / Material :		
	Cimentación / Tipo :			Cimentación / Tipo :		
	Cimentación / Material :			Cimentación / Material :		
8) DETALLES						
	<u>BARANDAS</u>			<u>VEREDAS Y SARDINELES</u>		
	Tipo :			Ancho Vereda (m) :		
	Material :			Altura Sardinela (m) :		
	Material :			Material :		
	<u>APOYO 1</u>		<u>APOYO 2</u>		<u>APOYO 3</u>	
	Tipo :		Tipo :		Tipo :	
	Material :		Material :		Material :	
	Ubicación :		Ubicación :		Ubicación :	
	Número :		Número :		Número :	
	<u>JUNTAS DE EXPANSION</u>			<u>DRENAJE DE CALZADA</u>		
	Tipo :			Tipo :		
	Material :			Material :		
9) ACCESOS						
	<u>ACCESO IZQUIERDO</u>			<u>ACCESO DERECHO</u>		
	Longitud Transición (m) :			Longitud Transición (m) :		
	Alineamiento :			Alineamiento :		
	Ancho de Calzada (m) :			Ancho de Calzada (m) :		
	Ancho Total Bermas (m) :			Ancho Total Bermas (m) :		
	Pendiente Alta :			Pendiente Alta :		
	Visibilidad :			Visibilidad :		
10) SEGURIDAD VIAL						
	<u>ACCESO IZQUIERDO</u>			<u>ACCESO DERECHO</u>		
	Señal Informativa :			Señal Informativa :		
	Señal Preventiva :			Señal Preventiva :		
	Señal Reglamentaria :			Señal Reglamentaria :		
	Señal Horizontal :			Señal Horizontal :		
11) SOBRECARGA						
	Carga de Diseño :			Cara Máxima Actual :		
	Sobreesfuerzo :			Señalización de Carga :		
12) RUTA ALTERNA						
	Tipo Otras Rutas :					
	<u>VADO</u>			<u>PUENTE PARALELO</u>		
	Distancia de Puente (Km) :			Posibilidad de Construir :		
	Período de Funcionamiento (meses) :			Longitud Total (m) :		
	Profundidad de Aguas Mínimas (m) :			Subestructura :		
	Naturaleza del Suelo :			Tipo :		
	Variante Existe :					
	Necesidad de Construirlo :					
13) CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA						
	Condición de la Carretera :					
14) SUELO DE CIMENTACION						
		ESTRIBO IZQ.	ESTRIBO DER.	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
	Material :					
	Comentarios :					

ANEXO (B):

DATOS DE CAMPO

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

ANEXO 03 - 01

1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN		
Nombre Puente: PUENTE CHACARUME	Tramo: CAJAMARCA-CELENDIN	
Tipo Puente: PUENTE LOSA	Dpto. Político: CAJAMARCA	
Sobre (*): RIO CHACARUME	Dpto. Vial: CAJAMARCA	
Altitud (msnm): 2634	Provincia: CELENDIN	
Coordenada Este WGS-84: 815769	Distrito: CELENDIN	
Coordenada Norte WGS-84: 9239471	Poblado más cercano: CELENDIN	
Ruta: CAJAMARCA-CELENDIN	Kilometraje: 98+200	
2) DATOS GENERALES		
Puente Sobre: RIO CHACARUME	Nombre: PUENTE CHACARUME	
Longitud Total (m): 9.90	Número Vías Tránsito: 02	
Ancho Calzada (m): 7.30	Sobrecarga Diseño: ---	
Ancho Vereda (m): 1.00	Número Proyecto: ---	
Altura Libre Superior (m): ---	Año construcción: ---	
Altura Libre Inferior (m): ---	Última Inspección: ---	
Tipo Servicio: CARROZABLE	Último trabajo: ---	
Tráfico (veh/día): 7713	% Camiones y Buses: 6.00	
Año: 2014	Alineamiento: ---	
Condiciones Ambientales: Contaminado por Camal Municipal del Distrito		
3) TRAMOS		
Número Tramos: 01	Longitud Total: 9.90	Longitudes Restantes: ---
Tramos: 01	Longitud Segundo Tramo (m): ---	
Luz Principal (m): 9.00	Longitud Tercer Tramo (m): ---	
TRAMO 1 (Principal)		TRAMO 2
Categoría/Tipo: Puente tipo losa		Categoría/Tipo: ---
Características Secundarias: Sin pilares intermedios		Características Secundarias: ---
Condición de Borde: Simplemente apoyado		Condición de Borde: ---
Material Predominante: Concreto Armado		Material Predominante: ---
4) TABLERO DE RODADURA		
LOSA		VIGAS
Material: CONCRETO ARMADO	Tipo: ---	
Espesor (m): 0.35	N° Vigas: ---	
Superficie de desgaste: CONCRETO	Material: ---	
	Forma: ---	
	Peralte(m): ---	
	Separación entre ejes: ---	
5) SUBESTRUCTURA		
ESTRIBO IZQUIERDO		ESTRIBO DERECHO
Elevación/Tipo: GRAVEDAD		Elevación/Tipo: GRAVEDAD
Elevación/ Material: MAMPOSTERÍA DE PIEDRA		Elevación/ Material: MAMPOSTERÍA DE PIEDRA
Cimentación/Tipo: ZAPATA		Cimentación/Tipo: ZAPATA
Cimentación/Material: CONCRETO SIMPLE		Cimentación/Material: CONCRETO SIMPLE
6) PILARES		
PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
Elevación/Tipo: ---	Elevación/Tipo: ---	Elevación/Tipo: ---
Elevación/ Material: ---	Elevación/ Material: ---	Elevación/ Material: ---
Cimentación/Tipo: ---	Cimentación/Tipo: ---	Cimentación/Tipo: ---
Cimentación/Material: ---	Cimentación/Material: ---	Cimentación/Material: ---
7) MACIZOS/ CÁMARAS DE ANCLAJE		
IZQUIERDO	DERECHO	
Elevación/Tipo: ---	Elevación/Tipo: ---	
Elevación/ Material: ---	Elevación/ Material: ---	
Cimentación/Tipo: ---	Cimentación/Tipo: ---	
Cimentación/Material: ---	Cimentación/Material: ---	

8) DETALLES						
BARANDAS			VEREDAS Y SARDINELES			
Tipo: VEHICULAR			Ancho vereda (m): 1.00			
Material: FIERRO GALVANIZADO			Ancho sardinel (m): ---			
			Material: CONCRETO			
APOYO 1		APOYO 2		APOYO 3		
Tipo: ---		Tipo: ---		Tipo: ---		
Material: ---		Material: ---		Material: ---		
Ubicación: ---		Ubicación: ---		Ubicación: ---		
Número: ---		Número: ---		Número: ---		
JUNTAS DE EXPANSIÓN			DRENAJE DE CALZADA			
Tipo: Están obstruidas			Tipo: ---			
Material: ---			Material: ---			
9) ACCESOS						
ACCESO IZQUIERDO			ACCESO DERECHO			
Longitud transición (m): ---			Longitud transición (m): ---			
Alineamiento: ---			Alineamiento: ---			
Ancho de calzada (m): 9.93			Ancho de calzada (m): 9.85			
Ancho total bermas (m): ---			Ancho total bermas (m): ---			
Pendiente alta: NO			Pendiente alta: NO			
Visibilidad: ---			Visibilidad: ---			
10) SEGURIDAD VIAL						
ACCESO IZQUIERDO			ACCESO DERECHO			
Señal informativa: ---			Señal informativa: ---			
Señal preventiva: ---			Señal preventiva: ---			
Señal reglamentaria: ---			Señal reglamentaria: ---			
Señal horizontal: ---			Señal horizontal: ---			
11) SOBRECARGA						
Carga de diseño: ---			Carga máxima actual: 30-40 TON			
Sobreesfuerzo: ---			Señalización de carga: ---			
12) RUTA ALTERNA						
Tipo otras rutas: VIAS AFIRMADAS						
VADO			PUENTE PARALELO			
Distancia de puente (km): 0.30			Posibilidad de construir: NO			
Periodo de funcionamiento (meses): ---			Longitud total (m): ---			
Profundidad de aguas mínimas (m): ---			Subestructura: ---			
Naturaleza del suelo: ---			Tipo: ---			
Variante existe: ---						
Necesidad de construirlo: ---						
13) CONDICIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA						
Condición de la carretera: ESTADO REGULAR						
14) SUELO DE CIMENTACIÓN						
	ESTRIBO IZQ	ESTRIBO DER	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3	
Material:	---	---	---	---	---	
Comentarios:	---	---	---	---	---	
FECHA INSPECCION: 11/10/2014						
INSPECTOR: YERSON BAZAN LUDENA						

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

ANEXO 03 - 02

CONDICIÓN GLOBAL DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE:	PUENTE CHACARUME	PROGRESIVA:	KM 98+200
TIPO PUENTE:	PUENTE LOSA	AÑO CONSTRUCCIÓN:	---
PROVINCIA:	CELENDIN	SOBRECARGA:	---
DISTRITO:	CELENDIN	LONGITUD TOTAL:	9.90
TRAMO:	CAJAMARCA-CELENDIN	ANCHO DE CALZADA:	7.50

CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS

NRO	DESCRIPCIÓN	METRADO	UND	CALIFICACIÓN					OBSERVACIONES
				1	2	3	4	5	
101	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal)	9.90	m			x			Se observa acero expuesto en la zona inferior de la losa del puente.
207	Elevación cuerpo del estribo de mampostería de piedra	3.25	m		x				No se observa desperfectos de consideración en ambos estribos.
208	Elevación alas del estribo de mampostería de piedra	2.70	m		x				No se observa desperfectos de consideración en ambas aletas.
215	Zapata de concreto simple	----							Ambas colmatadas
311	Vereda de concreto	19.60	m		x				No se observa deterioro de consideración en ambas veredas.
321	Apoyo fijo	----							Ambos colmatadas
322	Apoyo deslizante	----							Ambos colmatadas
352	Barandas de Fierro Galvanizado	40.00	m		x				No se observa corrosión alguna.
355	Guardavías	----							No tiene
402	Lecho del río	----							Obstruido
501	Señalización	----							No tiene

COMENTARIOS:	<p>Se observaron asentamiento diferencial en el estribo derecho. En el tablero la superficie de rodadura y elementos complementarios se observaron daños superficiales que muestras sólo daños funcionales en la estructura del puente, mencionando también que dicho tablero presenta corrosión, eflorescencia y descascaramiento de concreto en la zona inferior.</p> <p>Considerando los hallazgos encontrando, se determina que el Puente Colpamayo calificaría como PUENTE EN ESTADO REGULAR.</p>	<p>CALIFICACIÓN: MUY BUENO: 0 BUENO: 1 REGULAR: 2 MALO: 3 MUY MALO: 4 PESIMO: 5</p>
--------------	---	---

FECHA INSPECCIÓN: 11/10/2014

INSPECTOR: YERSON BAZAN LUDEÑA

**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones****FICHA N° 1****CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES**

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín**TRAMO:** Cajamarca - Celendín**SECTOR DE MANTENIMIENTO:** Cajamarca - Celendín**UBICACIÓN:** Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: Celendín**ESTACIÓN:** 98+200**SENTIDO:** Ida y vuelta

HORA	Transporte Ligero			Transporte Urbano			Transporte de Carga	
	MOTOTAXI	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	310	74	41	38	2	4	18	1
08 - 09	224	102	47	33	0	1	11	5
09 - 10	367	108	38	45	1	0	12	2
10 - 11	422	97	31	37	0	1	7	3
11 - 12	331	101	27	42	0	3	6	7
12 - 13								
13 - 14	383	85	18	21	3	2	7	4
14 - 15	207	123	36	36	0	4	8	3
15 - 16	388	77	33	41	0	3	7	1
16 - 17	376	92	26	56	1	0	5	2
17 - 18	403	93	43	63	1	1	9	0
18 - 19	425	57	37	34	0	0	5	2
19 - 20	291	52	14	16	2	1	3	4
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		5579		708		40	196	85

IMD = $(TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)$ **6608**El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 ($IMD_p = \sum IMD/7$), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMDFecha de conteo: 03/10/2014

**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones****FICHA N° 1****CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES**

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín**TRAMO:** Cajamarca - Celendín**SECTOR DE MANTENIMIENTO:** Cajamarca - Celendín**UBICACIÓN:** Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: Celendín**ESTACIÓN:** 98+200**SENTIDO:** Ida y vuelta

HORA	Transporte Ligero			Transporte Urbano			Transporte de Carga	
	MOTOTAXI	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	256	87	39	47	5	4	25	9
08 - 09	342	129	57	51	3	1	14	7
09 - 10	418	107	46	33	0	0	15	5
10 - 11	430	98	37	37	1	3	12	1
11 - 12	325	123	68	51	2	2	11	2
12 - 13								
13 - 14	387	87	41	43	6	3	10	2
14 - 15	304	105	52	41	2	5	7	5
15 - 16	321	103	59	49	3	1	9	3
16 - 17	402	136	41	52	1	1	10	4
17 - 18	407	129	66	58	2	2	8	2
18 - 19	411	93	473	32	1	0	9	1
19 - 20	387	68	33	25	1	1	3	0
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		6667		819		46	266	102.5

IMD = $(TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)$ **7900.5**El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 ($IMD_p = \sum IMD/7$), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMDFecha de conteo: 28/09/2014








**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones****FICHA N° 1****CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES**

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín

TRAMO: Cajamarca - Celendín

SECTOR DE MANTENIMIENTO: Cajamarca - CelendínUBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: CelendínESTACIÓN: 98+200SENTIDO: Ida y vuelta

HORA	MOTOTAXI	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte de Carga	
		AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
								
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	264	74	43	46	1	2	17	2
08 - 09	273	86	52	53	1	2	11	1
09 - 10	325	97	36	36	2	0	13	4
10 - 11	378	154	24	31	0	2	9	1
11 - 12	281	136	47	32	0	5	10	3
12 - 13								
13 - 14	297	96	33	29	2	0	6	0
14 - 15	301	98	38	25	1	4	5	0
15 - 16	272	103	41	37	1	2	9	3
16 - 17	326	86	47	46	1	1	3	2
17 - 18	365	91	29	61	2	3	2	1
18 - 19	387	78	19	43	1	0	7	0
19 - 20	291	57	37	37	0	0	4	2
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		5362		732		42	192	47.5

IMD = (TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)

6375.5El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 (IMDp= \sum IMD/7), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMDFecha de conteo: 29/09/2014



FICHA N° 1
CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín

TRAMO: Cajamarca - Celendín

SECTOR DE MANTENIMIENTO: Cajamarca - Celendín

UBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: Celendín

ESTACIÓN: 98+200

SENTIDO: Ida y vuelta

HORA	Transporte Ligero			Transporte Urbano			Transporte de Carga	
	MOTOTAXI	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	226	76	26	34	0	4	13	5
08 - 09	287	103	38	27	5	1	14	2
09 - 10	321	86	44	38	0	0	11	1
10 - 11	343	109	31	31	0	2	5	3
11 - 12	264	165	39	52	0	3	9	4
12 - 13								
13 - 14	392	93	35	24	6	2	13	3
14 - 15	303	87	27	17	1	6	7	3
15 - 16	241	91	31	54	0	3	3	2
16 - 17	388	84	50	39	2	1	9	1
17 - 18	343	124	62	72	0	2	2	0
18 - 19	306	74	27	36	4	1	6	0
19 - 20	396	53	14	17	1	0	2	4
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		5379		690		50	188	70

IMD = $(TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)$

6377

El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 ($IMDp = \sum IMD/7$), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMD

Fecha de conteo: 30/09/2014



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

FICHA N° 1

CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín








TRAMO: Cajamarca - Celendín

SECTOR DE MANTENIMIENTO: Cajamarca - Celendín

UBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: Celendín

ESTACIÓN: 98+200

SENTIDO: Ida y vuelta

HORA	Transporte Ligero			Transporte Urbano			Transporte de Carga	
	MOTOTAXI	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
								
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	301	77	47	46	1	4	28	1
08 - 09	275	104	56	32	2	1	15	1
09 - 10	293	109	27	58	1	0	12	6
10 - 11	408	134	33	37	0	0	6	4
11 - 12	387	117	49	62	0	5	7	3
12 - 13								
13 - 14	366	67	38	21	2	0	14	2
14 - 15	297	93	55	29	0	3	6	5
15 - 16	192	81	31	36	0	2	3	7
16 - 17	265	105	27	41	1	0	4	3
17 - 18	334	113	53	62	1	3	8	2
18 - 19	421	82	22	33	2	0	6	1
19 - 20	333	32	16	20	3	2	3	2
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		5440		735		40	224	92.5

IMD = (TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)

6531.5

El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 (IMDp= \sum IMD/7), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMD

Fecha de conteo: 01/10/2014



FICHA N° 1
CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín

TRAMO: Cajamarca - Celendín

SECTOR DE MANTENIMIENTO: Cajamarca - Celendín

UBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: Celendín

ESTACIÓN: 98+200

SENTIDO: Ida y vuelta

HORA	Transporte Ligero			Transporte Urbano			Transporte de Carga	
	MOTOTAXI	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	307	71	36	32	1	4	17	2
08 - 09	266	85	54	41	2	1	14	2
09 - 10	287	106	22	35	1	0	9	1
10 - 11	396	114	18	19	0	0	3	1
11 - 12	364	89	36	52	0	3	10	3
12 - 13								
13 - 14	351	87	41	42	2	2	7	1
14 - 15	263	93	36	27	0	3	3	4
15 - 16	201	103	29	36	0	1	4	3
16 - 17	265	121	47	45	1	2	8	6
17 - 18	395	86	19	52	0	3	3	2
18 - 19	352	75	33	27	1	0	2	1
19 - 20	286	102	14	11	0	1	6	2
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		5250		640.5		40	172	70

IMD = $(TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)$ **6172.5**








El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 ($IMD_p = \sum IMD/7$), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMD

Fecha de conteo: 02/10/2014

**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones****FICHA N° 1****CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES**

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana

RUTA: Cajamarca - Celendín**TRAMO:** Cajamarca - Celendín**SECTOR DE MANTENIMIENTO:** Cajamarca - Celendín**UBICACIÓN:** Departamento: Cajamarca Provincia: Celendín Distrito: Celendín**ESTACIÓN:** 98+200**SENTIDO:** Ida y vuelta

HORA	Transporte Ligero			Transporte Urbano			Transporte de Carga	
	MOTOTAXI	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes
								
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	310	74	41	38	2	4	18	1
08 - 09	224	102	47	33	0	1	11	5
09 - 10	367	108	38	45	1	0	12	2
10 - 11	422	97	31	37	0	1	7	3
11 - 12	331	101	27	42	0	3	6	7
12 - 13								
13 - 14	383	85	18	21	3	2	7	4
14 - 15	207	123	36	36	0	4	8	3
15 - 16	388	77	33	41	0	3	7	1
16 - 17	376	92	26	56	1	0	5	2
17 - 18	403	93	43	63	1	1	9	0
18 - 19	425	57	37	34	0	0	5	2
19 - 20	291	52	14	16	2	1	3	4
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL		5579		708		40	196	85

IMD = $(TOT1*1 + TOT2*1.5 + TOT3*2 + TOT4*2 + TOT5*2.5)$ **6608**El IMD de todos los formatos se suman y se divide entre 7 ($IMD_p = \sum IMD/7$), Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMDFecha de conteo: 03/10/2014

ANEXO (C):

PLANO DE UBICACIÓN



Foto 01. Acumulación de sedimentos, tierra, escombros y vegetación, en la parte derecha del talud del río aguas abajo.



Foto 02. Realizando las medidas respectivas, para calcular la cantidad de sedimentos en la parte derecha del talud, aguas abajo (sedimentos colmatados = 5.61 m³)



Foto 03. Acumulación de sedimentos, tierra, escombros y vegetación, en la parte izquierda del talud del río aguas abajo.



Foto 04. Realizando las medidas respectivas, para calcular la cantidad de sedimentos, en la parte izquierda del talud aguas abajo (sedimentos colmatados = 7.62 m³)

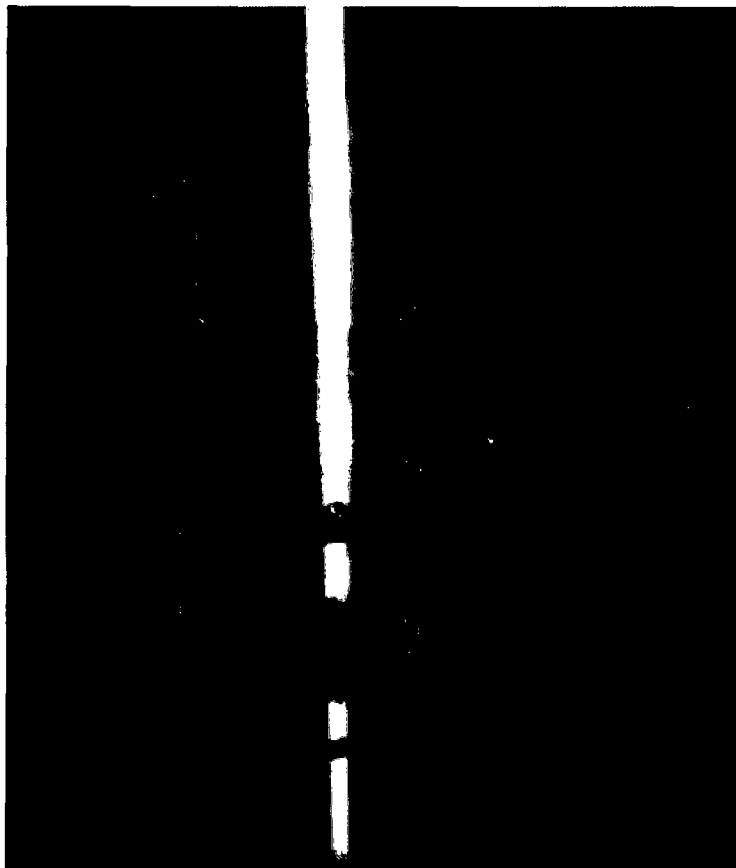


Foto 05. Se puede observar el desplazamiento horizontal entre losas, (vista inferior).

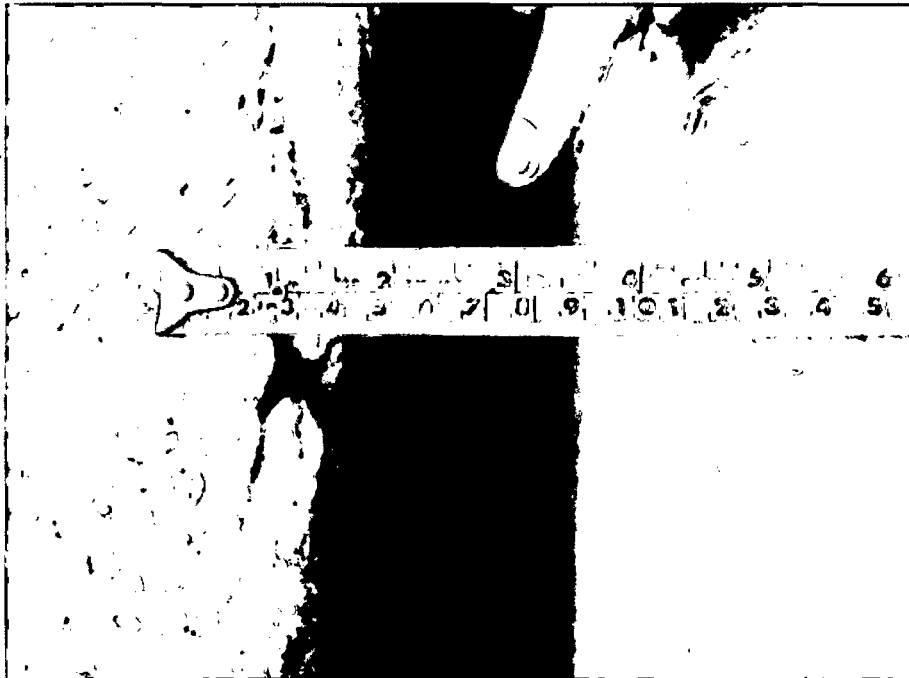


Foto 06. Se puede observar el desplazamiento horizontal de 8cm. entre losas, (vista superior).



Foto 07. Corrosión, descascaramiento y eflorescencia de la losa del puente, en la parte central.

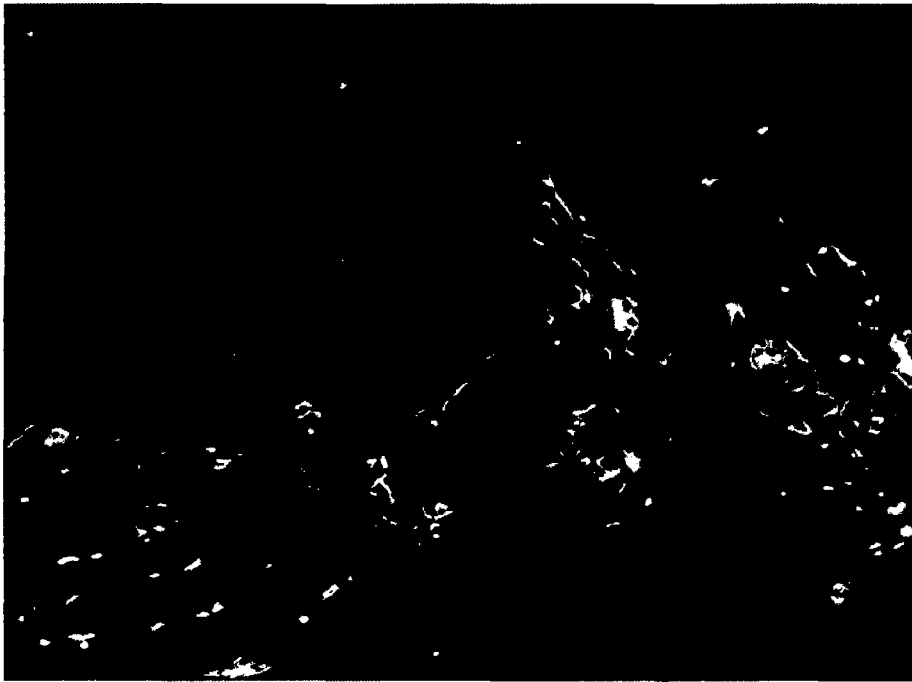


Foto 08. Corrosión, descascaramiento y eflorescencia de la losa del puente, en la parte lateral.

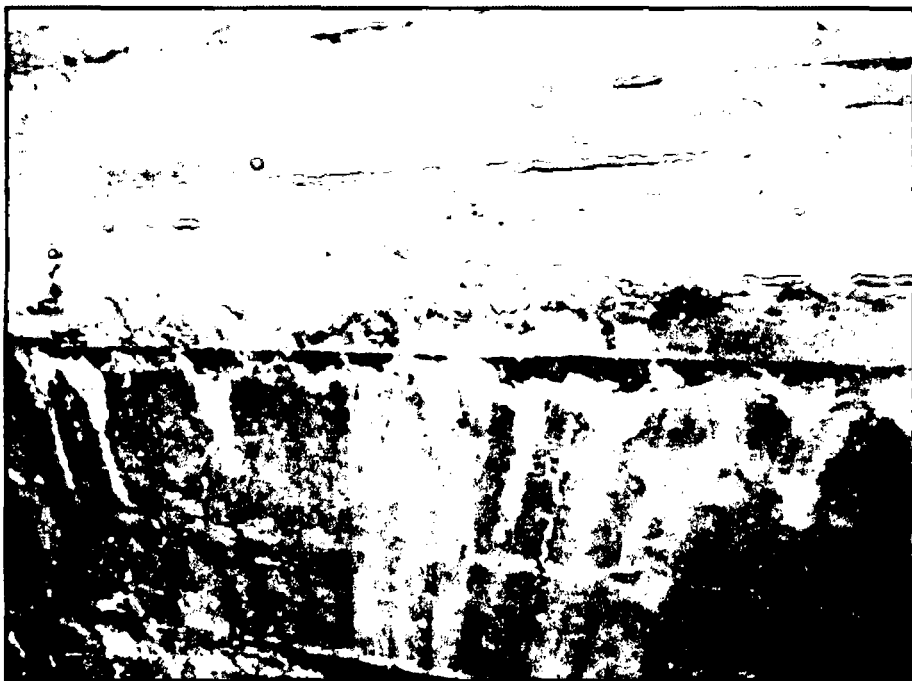


Foto 09. Eflorescencia en la parte inferior de la viga del puente.



Foto 10. Asentamiento diferencial del estribo derecho (aguas abajo).



Foto 11. Socavamiento presente en el estribo derecho, con una profundidad de 27 cm en la zona más crítica (aguas abajo).



Foto 12. Acumulación de tierra, escombros, basura en las aletas de los estribos, lo que imposibilita su verificación.

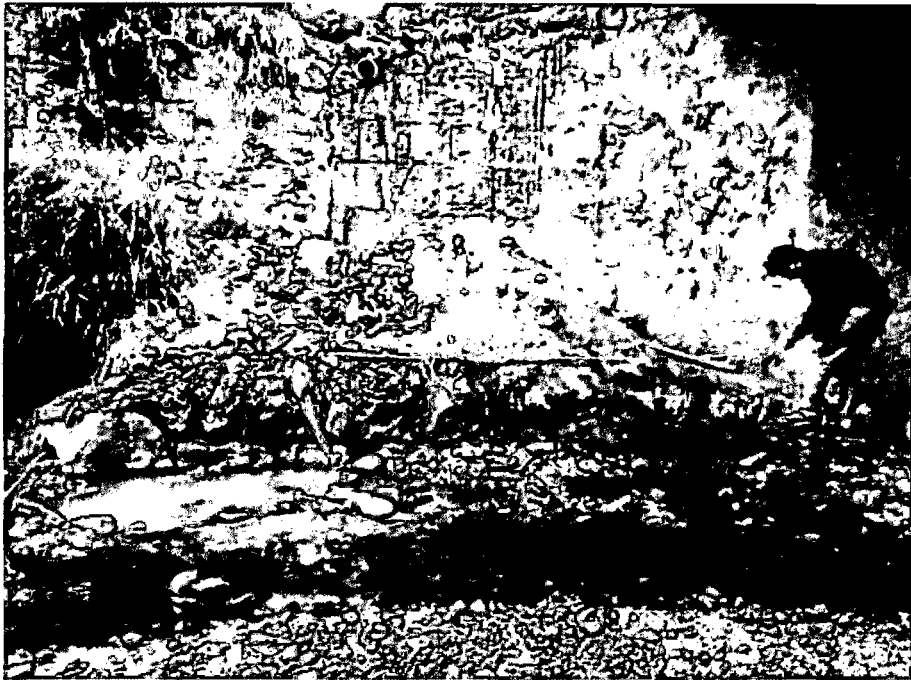


Foto 13. Realizando las medidas respectivas, para calcular la cantidad de material colmatado en el estribo izquierdo aguas abajo, (material colmatado = 4.87m³)



Foto 14. Calculo del desnivel entre losas (desnivel = 4.65cm), con equipo topográfico.



Foto 15. Verificación de desniveles entre losas, con equipo topográfico.