



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

*Evaluación Estructural y Funcional del Puente Socorro de Ica,
(mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de
Transportes y Comunicaciones), para su rehabilitación y conservación*

PRESENTADO POR BACHILLER:

ELVA DANIELA HUAMAN GARAY

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ICA - PERÚ

2018

AGRADECIMIENTO.

Mi más sincero y profundo agradecimientos a la Universidad Nacional de Alas Peruanas filial-Ica, A todos los docentes que contribuyeron en la formación académica y humana, por su valiosa asesoría y colaboración. Quienes me inculcaron, a la investigación y desarrollo profesional y a mi asesor de tesis que me guio y enseñó esa pasión a la Ingeniería Civil. A todos ellos gracias infinitas.

DEDICATORIA.

Lo dedico ante todo a Dios, por guiarme a lo largo de mi vida para tomar las decisiones correctas y levantarme en mis tropiezos, por todas las personas Valiosas que ha puesto en mi camino en mi vida y mi carrera, con ellos he aprendido a crecer.

A mis padres y hermanos, tíos, abuelos, primos y amigos que me han apoyado, dándome su aprecio y cariño, palabras de aliento mientras recorría esta experiencia y camino , así mismo a todas las personas que de alguna u otra manera me ayudaron y estuvieron conmigo a lo largo de mi formación profesional el cual Amo, MIL GRACIAS!!!

ÍNDICE

CONTENIDO	Página.
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	x
I. PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. PROBLEMA GENERAL.....	3
1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. OBJETIVO GENERAL	4
1.5. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	4
1.6. HIPÓTESIS GENERAL.....	4
1.7. HIPÓTESIS ESPECIFICAS	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	5
2.2 BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1 PUENTE.....	19
2.2.2 ÁREA HIDRÁULICA DEL PUENTE.....	31
2.2.3 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERIA.....	33
2.2.4 CARGAS Y FACTORES DE CARGA.....	40
2.2.5 SOCAVACIÓN.....	47
2.2.6 FALLAS.....	51
2.2.7 EFLORESCENCIA.....	52
2.2.8 CONTEO DE TRÁFICO.....	55
2.2.9 INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA.....	55
2.2.10 ÍNDICE MEDIO DIARIO.....	56
2.3 TÉRMINOS BÁSICOS.....	57

III.	MATERIALES Y METODOLOGIA.....	59
	UBICACIÓN POLÍTICA.....	59
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	59
3.2	TIEMPO O ÉPOCA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN.....	60
3.3	PROCEDIMIENTO.....	60
3.4.1.	SELECCIÓN DE MUESTRA.....	60
3.4.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y FUENTES PARA OBTENER DATOS.....	65
IV.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	70
4.1	RESULTADO DE LA INSPECCIÓN.....	70
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1	CONCLUSIONES.....	87
5.2	RECOMENDACIONES.....	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
	ANEXOS.....	92
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	93

RESUMEN

En toda infraestructura correspondiente a construcciones civiles, durante su ciclo de vida útil se generan daños por diferentes motivos, cuando están en operación de uso particularmente en este caso los puentes, vehiculares y peatonales todas las construcciones civiles, pontones, alcantarillas, obras de arte siendo la fatiga y los efectos acumulan daño gradualmente.

Así mismo como la incidencia de agentes erosivos son las principales causas de deterioro. el trabajo presente de investigación se realiza para la evaluación de fallas estructurales de los puentes usando la metodología de la Guía de Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, la cual permite realizar una evaluación producto del análisis de acuerdo con parámetros dados por MTC-Perú, *mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones*) lo que nos facilita al analizar los puentes construidos de concreto reforzado, con el objeto de optimizar y plantear, proyectivamente, dentro de las políticas de estado ,con programas de conservación para este tipo de estructuras

Para la tesis se evaluó el puente Socorro, en la Provincia de Ica en la costa central del Perú, con finalidad de evaluar fallas estructurales y otras en la estructura y superestructura, así como el deterioro por antigüedad y además de ello por la falta de mantenimiento, rutinario el cual no existe, y el correctivo, el cual se interviene, para mejorar su condición estructural y de funcional, acorde con el Índice Medio Diario, incremento en la carga de diseño contaminación del río Ica entre otros factores principales que inciden en la infraestructura del puente el cual servirá para evaluar las fallas estructurales, y así prevenir que la estructura falle por fatiga o en peor de los casos colapse y proyectar, la atención requerida .

Luego de haber realizada la evaluación función de la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, se obtiene la clasificación N° 3; debido al cambio y pérdida de sección que está notándose en la parte inferior de la losa del puente , deterioro o socavación en la parte del

cimiento las cuales podrían afectar considerablemente los elementos estructurales primarios del puente, pudiendo notarse visiblemente ya desplazamientos horizontales y verticales serios entre losas. Posibilitándose las fracturas locales, y por consecuencia presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.

Palabras Clave: puente, evaluación, estructural, funcional, reparación, mantenimiento.

ABSTRACT

In all infrastructure corresponding to civil constructions, during its life cycle damages are generated for different reasons, when they are in use, particularly in this case the bridges, vehicular and pedestrian all civil constructions, pontoons, sewers, works of art being fatigue and effects accumulate damage gradually. As well as the incidence of erosive agents are the main causes of deterioration.

This research work focuses on the evaluation of structural faults in bridges applying the methodology of the Bridge Inspection Guide of the Ministry of Transport and Communications of Peru, which allows an evaluation of the analysis product according to parameters given by MTC- Peru, through directive No. 01-2006-MTC / 14, of the Ministry of Transport and Communications) which allows the analysis of reinforced concrete bridges, with the aim of optimizing and proposing, protectively, within state policies, with conservation programs for this type of structures.

In the present work, the Socorro bridge was evaluated, located in the Province of Ica in the central coast of Peru, with the purpose of evaluating structural and other faults in the structure and superstructure, as well as the deterioration by seniority and in addition by the lack of maintenance, routine which does not exist, and the corrective, which is intervened, to improve its structural and functional condition, in accordance with the Daily Average Index, increase in the design burden, contamination of the Ica river, among other main factors they affect the infrastructure of the bridge which will serve to evaluate the structural failures, and thus prevent the structure from failing due to fatigue or in worse cases collapse and project, the required attention.

After having carried out the evaluation function of the directive N ° 01-2006-MTC / 14, of the Ministry of Transport and Communications of Peru, the classification N ° 3 is obtained; due to the loss of section that is presenting in the lower part of the slab, deterioration or undermining in the part of the

foundation which could seriously affect the primary structural elements, being able to observe already horizontal and vertical displacements between slabs. There is the possibility of local fractures, with cracks in the concrete or fatigue in the steel.

Keywords: bridge, evaluation, structural, functional, repair, maintenance.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura de los puentes en todo el mundo se ha venido innovando en cuanto a sus diseños, materiales, procesos constructivos, mecanización e instrumentación, monitoreo, mano de obra más calificada han ido evolucionando con el paso de los años, cumplimiento la exigencia de estos nuevos retos, y se acorten tiempos, costos, y puesta en operación cada vez más, rápidos y seguros, de no ser así se tendría costos de construcción más elevados, es por ello dentro la optimización de los recursos del estado, es vital la importancia de realizar una evaluación estructural y funcional para darle un mantenimiento continuo para evitar las fallas y su posterior deterioro (desgaste) y/o colapso (falla) por la falta de atención especial, en los tiempos que se requiere puntualmente.

En el mundo se tiene diversos tipos de puentes en su concepción y construcción, en los cuales de acuerdo al tipo de material y condición, a la exposición de agentes erosivos se establece al menos un mantenimiento anual, el cual en el Perú es incipiente

Los costos de post Inversión son muchas veces casi nulos, y resultan muy elevados, así mismo el presupuesto asignado, muchas veces a nivel nacional, el mantenimiento de puentes de concreto armado que se encuentran en las rutas más importantes, son tomados en cuenta.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

EL PROBLEMA DEL PUENTE SOCORRO EN EL RIO ICA la atención que le brindan es escasa, no se da con debida regularidad, por la falta de presupuesto y más aun por la falta de planes de mantenimiento del sector y también de la municipalidad, el puente socorro en Ica, el cual es materia de investigación, no hay una debido interés ni preocupación por la condición y estado de conservación se encuentra.

EL PROBLEMA ESPECIFICO es la falta de evaluación estructural y funcional y la ausencia de mantenimiento está causando muchas deficiencias de servicio, en el puente Socorro de Ica, dicho puente ha sufrido diversos cambios, el Índice Medio Diario, ha variado considerablemente debido al aumento del parque automotor en Ica, así mismo la capacidad de carga de diseño , estática y dinámica, ha cambiado, como es conocido debido a las grandes avenidas productos de huaycos, al no tener protección de los márgenes derecho e izquierdo en optimas condiciones, el cual de aumento el índice de socavación por lluvias y filtración , extraordinarias y fenómenos del niño costero, el cual viene afectando la estructura del puente muy considerablemente y de manera muy imperceptible, lo cual constituye un alto riesgo de producirse la falla por fatiga o por acciones sísmicas, en Ica, después del terremoto del año 2007, muchas de la infraestructura han sufrido,

en todas sus estructuras, mas importantes así como en los puentes, sumado a ello la falta de atención programada mediante las autoridades. Es por ello que se plantea la siguiente interrogante **¿Será posible una Evaluación Estructural y Funcional del Puente Socorro, ubicado sobre el rio Ica, Aplicando la Metodología mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones)?**

La infraestructura vial en interés beneficia a los Distritos de la tinguña, parcona los molinos y las zonas urbano marginal del margen izquierdo del rio Ica. Además, por su ubicación geográfica, se constituye en una ruta de integración interurbana, del distrito de Ica, con los distritos limitantes así mismo de carácter regional entre la Costa, Sierra puesto que la interconexión desde los Molinos se llega a zonas de, la laja, tambillos Ayavi, tambo capillas, vista alegre, distritos pertenecientes al departamento, de Huancavelica, así como de la conexión inter Departamental y regional con Huaytara que une hacia la carretera los libertadores Wari camino Ayacucho, de ahí que es de suma importancia contar con una adecuada gestión de conservación vial, debido a la falta de políticas de estado de carácter regional y peor aún en el país no se cuenta con verdaderos planes de rehabilitación, conservación y mantenimiento de estas estructuras, es por esto que en mucho de los casos se producido que, las redes viales ,tengan un ciclo de vida muy cortos, esta falta de planes inversión y estado abandono de los puentes ya construidos, ha llegado en algunos casos a sumar deterioros excesivos al punto de que estas deban ser reconstruidas o en ciertos casos la falla y colapso de los puentes. Los puentes son el elemento más vulnerable, de una red vial ,y depende fundamentalmente de los puentes como una infraestructura de integración de los circuitos y anillos viales de interconexión, lo cual lo dan los puentes, continuamente son los elementos que influyen, en la secuencia del servicio de transporte y comunicación, y además que se efectúe de forma permanente y segura, es por este motivo que es importante conocer la condición estructural y funcional de los puentes en el Perú, es por ello que es de vital importancia realizar evaluaciones a todos los elementos estructurales del puente con el objetivo principal de determinar sus patologías o el desgaste de cada uno de sus componentes, de igual manera se identificara no solo las deficiencias en

los procesos constructivos si no también se evaluara la etapa de operación y/o servicio con relación a las condiciones del lecho de río y factores que se muestran cuando esta, dando el servicio, para tomarlos en cuenta y se realice la aplicación de, métodos y materiales y procedimientos técnicos e innovación tecnológica, en la rehabilitación y conservación del puente lo cual son aplicados a estas estructuras, la evaluación mediante la guía del MTC, es de suma importancia para realizar las acciones que nos permitirán conocer el grado de afectación de cada uno de los elementos con el fin de conocer la condición general del puente y su calificación, determinado así acciones y sugerencias a seguir para su conservación.

Por lo anteriormente señalado, la presente tesis de investigación toma el nombre de **Evaluación Estructural y Funcional del Puente Socorro, ubicado sobre el río Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, del aporte a la metodología de conservación de puentes, con el propósito de prolongar la vida útil de estas estructuras asegurándonos de esta manera de estas soporten los esfuerzos y cargas para las que fueron diseñadas.

1.2. PROBLEMA GENERAL:

¿Cuáles son las causas del deterioro del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación *mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?*

1.3. PROBLEMAS ESPECIFICOS:

a) ¿De qué manera afecta la transitabilidad en la estructura del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación *mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?*

- b) ¿Cómo se efectuaría la conservación del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación *mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?*

1.4. OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar las causas del deterioro del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- a) Determinar la manera que afecta la transitabilidad en la estructura del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- b) Reconocer los métodos de conservación del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.6. HIPOTESIS PRINCIPAL

La evaluación estructural y funcional del Puente Socorro de Ica, es posible a través de la aplicación de la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.7. HIPOTESIS ESPECIFICA:

- a) La transitabilidad es afectada en gran cantidad en el Puente Socorro de Ica, al no aplicar la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- b) La aplicación de métodos ayudaría en la conservación del Puente Socorro de Ica, al Aplicar Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS:

Internacionales

Se vienen realizando en el mundo un conjunto de trabajos para evaluar los puentes con la finalidad de su reparación y para evitar daños materiales y afectar y peligrar la vida humana; y amenorar gasto publico innecesario. Mencionaremos 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 la ventaja comparativa, en relación del código colombiano de diseño sísmico en la estructura de puentes” (Muñoz 2002).

“En relación al mantenimiento de puentes las actividades importantes es un trabajo que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de una red de carreteras. Su objetivo final, como es la labor de conservación, es la del mantenimiento de todas las condiciones de servicio de la carretera en el mejor nivel posible” (Fiórez 2004).

También nos dice, que la infraestructura de un país y su desarrollo social y económico, constituyen la base más importante para su crecimiento económico; por esta razón el aspecto de la infraestructura que permite la comunicación por vía terrestre, se ha convertido en un elemento de gran trascendencia de integración nacional, para facilitar el traslado de su población dentro del país y al poner en contacto a productores, distribuidores y consumidores y otros para cristalizar el desarrollo correspondiente. es por ello que quiere referir la importancia de la función de los puentes no sólo en nuestro país sino en todo el mundo.

Acortando las 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 del Perú 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 Transporte y Comunicaciones así como La Unidad Gerencial de Puentes e Intervenciones Especiales , 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.

Con esta guía podremos tener los procedimientos a seguir en la realización de un análisis estructurado y minucioso, asimismo hace recomendaciones de los materiales que debemos contar en el momento que se ejecute la inspección de cada uno de los elementos de los puentes, primeramente identificando el tipo de puente a evaluar, las partes de los mismos, si cuenta o no con señal idónea.

De esta forma podremos calificar las averías de la estructura, si fueron en el diseño, en la ejecución 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 y exacta 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 Directora! No 012-2006-MTC de fecha 14 de Marzo del 2016, la presente Guía que es parte tesis es la que nos suministra pautas para realizar la inspección idónea de los elementos estructurales de los puentes. En ella también nos indica las 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, la anotación de los

datos se hará en un formato , 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 elementos estructurales del puente, 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:

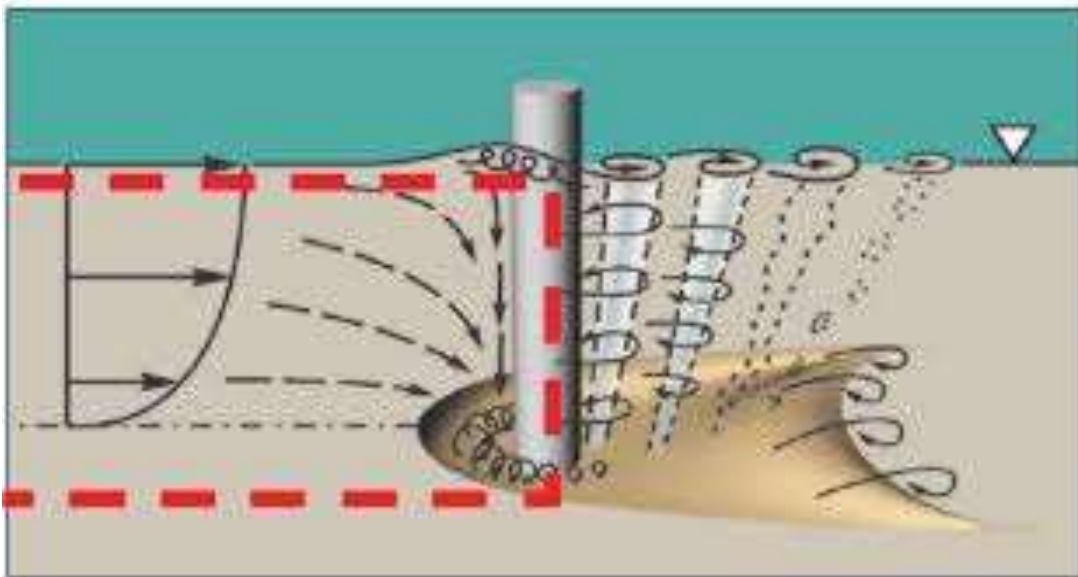
Antes del año 2003, los trabajos que realizaba la ex - Dirección de Puentes del MTC estaban destinados a realizar la construcción de puentes nuevos, a la atención de emergencias, o de ser el caso a rehabilitaciones de manera puntual y focalizada. La mínima implementación de una política sistematizada y permanente de atención de puentes. Al término del año 1998 se había realizado la elaboración del 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 gran parte de colapsos son los que presentaban apoyos intermedios, debiéndose a la socavación, a los efectos de crecida de caudal, ocasionando los 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).



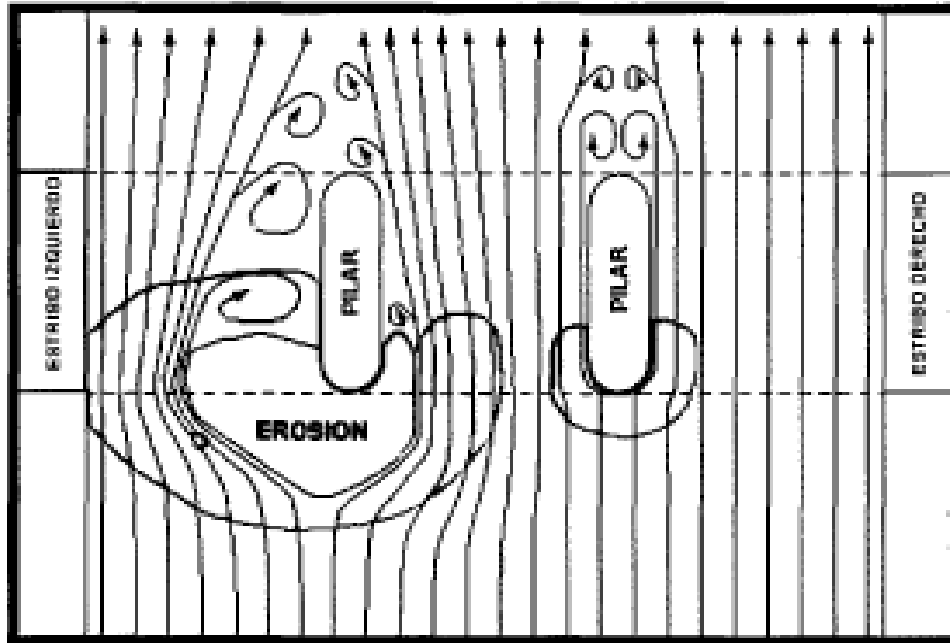


Figura 01. Mecanismo de erosión local de los pilares intermedio de los puentes Colapsados, durante el Fenómeno "El Niño 1998"

Locales.

Evaluación de 15 puentes ubicados en la red vial de la región Ica, 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 de Ica, Pisco, Chincha, Palpa, Nazca (fallas en puentes, Ángel Rosan Huanca Borda-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 Ica es primordial, y fundamental, ya que la evaluación permite a las autoridades y sectores correspondientes y pertinentes tener en cuenta el estado y condición 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 para su intervención y mantenimiento correctivo, en este proyecto.



FOTO 01 Puente Topara-Jahuay-Chincha- Fallo , Colapso



FOTO 02 Puente en el Rio Aja- Nazca-Inconcluso



FOTO 03 Reparación del Puente Socorro



FOTO 04 Puente los Molinos

¿Evaluación Estructural y Funcional del Puente Socorro, ubicado sobre el río Ica Aplicando la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para su rehabilitación y conservación.

Permitiéndonos saber la real condición del puente y de esta forma determinar qué elementos presenta fallas y para su posterior reparación,



FOTO 05 Puente los Pachacutec



FOTO 06 Puente los AV. Grau



FOTO 07 Puente Socorro

Con este estudio de la Evaluación estructural y funcional se dio con el fin de dar una solución para los pobladores de esta parte de la ciudad que tienen la dificultad de acceso a los distritos y el margen izquierdo.

2.2 BASE TEORICA

FUNDAMENTACION TEORICA:

La construcción de puentes emerge como una de las diligencias más antiguas del hombre, ya que tuvo su arranque en la prehistoria. Puede asegurarse que esta actividad empezó con el hombre se decidió a derribar un árbol para colocarlo sobre una zona de un accidente natural que obstaculizaba su libre movilización entre dos puntos de su interés. el cual le facilitaba el paso constituyéndose luego en los puentes que fueron evolucionando y aparecieron las pasarelas colgantes, luego los puentes en voladizo, y constituir el puente con elementos innovadores en su concepción , confiables y duraderas como

las que datan de la época del Imperio Romano. En ese sentido, es significativo que los puentes han mejorado de acuerdo a los requerimientos y a las necesidades que de ellos han sentido las diferentes civilizaciones (Cardoza y Villalobos, 2005,).

A pesar de los adelantos que en materia de puentes se había tenido, el cúmulo de conocimientos adquiridos fue, por mucho tiempo, en forma puramente empírica e experimental; al inicio del Renacimiento, se inicia la ciencia moderna, que poco a poco se fue eliminando el empirismo en la construcción de puentes. de acuerdo con la exigencia en la composición, fue necesario garantizar de alguna manera que éstos cumplieran satisfactoriamente con las funciones para las cuales fueron proyectados y que a la vez fueran seguros para los usuarios. la manera que los puentes (al inicio y/o después de puesta a servicio) fue con la ejecución de pruebas de carga. es notorio , en el siglo XIX, los métodos de cálculo eran todavía insipientes y rudimentarios, las pruebas se consideraban como una comprobación de seguridad. Una infraestructura vial adecuada acorde con desarrollo socio económico del país (Cardoza y Villalobos, 2005,).

“El de Perú, tiene su población ubicada en áreas rurales y serranía y la selva, las carreteras toman importancia para la unión e interconexión del país. por ello justifica, la importancia que el sistema nacional de carreteras permanezca en buenas condiciones de transitabilidad, a fin de que el transporte se realice de forma segura., los puentes son el componente de los caminos más vulnerable, sin puente no tendría funcionamiento es por ello que los puentes frecuentemente son los elementos estructurales que inciden en la articulación y continuidad del servicio de transporte, se efectúe de forma permanente y segura y regular, favoreciendo en general un funcionamiento de la sistema vial “(Castellanos,2009).

“Un puente es una estructura la cual puede estar construida a base de concreto Armado, madera, mampostería calicanto-piedra, Acero 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).



FOTO 07 Puente Puno-Sobre el Rio Ica

En muchos lugares de la sierra hay infinidad de ríos debiendo la carretera tener continuidad. La estructura del puente complementa la carretera para el progreso conectando a los pueblos, trayendo desarrollo, comunicación y reduciendo los tiempos para los productores, acercando más a las comunidades

Es un arduo trabajo que se realiza y se desarrolla en la totalidad de carreteras de penetración del país”, a pesar de la configuración accidentada de la topografía en la geografía de nuestro territorio nacional.

El programa Pro Puentes, que viene trabajando el gobierno nacional, viene realizando una diversidad de obras en la Costa, Sierra y Selva, apuntando a la integración, conectividad y accesibilidad del país, trabajo desarrollado por convenios por los Servicios Industriales de la Marina (SIMA-PERÚ).

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del peru (MTC) dispondrá la construcción de 86 puentes modulares para diversas regiones de Ancash,

Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Ica, Huancavelica, La Libertad, Lambayeque y Lima, que se otorgara en el Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2018 de S/ 74 millones, 846.774, (Dato ,M.E,F).

Mediante Decreto Supremo N° 157-2018-EF, (Diario Oficial El Peruano). Fondo para los desastres naturales (FONDES), es financiar las obras de infraestructura vial comprendidas en el Plan Integral en la Reconstrucción con Cambios.

FUNCIONES:

La Unidad Gerencial e Intervenciones Especiales de Puentes contemplan las siguientes funciones:

Elaborar y aprobar términos de referencia (TDR) realizar los estudios de Construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento 2periódico de puentes, así mismo los estudios y supervisión, para la atención de zonas críticas de la Red Vial Nacional.

Coordinar la ejecución y supervisar los proyectos de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento periódico de puentes, así como zonas críticas, hasta su liquidación técnica y financiera.

Articular proyectos de infraestructura vial y de Atención especial y le sean encargados por la Dirección Ejecutiva Nacional.

Coordinar con los Gobiernos Descentralizados de acuerdo con su competencia, así como con las dependencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y Organismos Sociales y Comunidad.

La Administración de los contratos y convenios concernidos con la infraestructura de transporte de la Red Vial Nacional, respectiva Culminación y liquidación.

Participar en el planteamiento de programas y proyectos a ser financiados a través de convenios de préstamo y cooperación técnica internacional sobre puentes, puntos (zonas) críticos y otros proyectos encargados.

Llevar las acciones de transitabilidad en Red, mediante actividades de mantenimiento periódico y atención de emergencias viales y de los puentes, y en estrecha coordinación entre Unidades Zonales de Conservación vial.

Realizar y conducir la instalación y/o reemplazo de puentes modulares y desmontaje de estructuras no usadas.

Trasladar a la Unidad Gerencial de Conservación, las estructuras modulares instaladas para su mantenimiento y operación.

Realizar el montaje de estructuras modulares de segundo uso en coordinación con la Unidad Gerencial de Conservación, así como de la Oficina de Administración, Unidades Zonales, autoridades y los instituciones en los diferentes niveles de de competencia de gobierno.

Inventario de Puentes, y Red Vial y coordinación con la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del (M.T.C.), y proyectos relacionados.

El control y Manejo del almacén de estructuras metálicas de puentes, nuevos y de segundo uso, el cual es su responsabilidad de la Oficina de Administración.

Apoyar la revisión y evaluación técnica de los expedientes que solicitan el consentimiento de autorizaciones especiales, para la infraestructura de puentes.

Monitoreo del programa de inversión de las diversas infraestructuras de transporte de la Red Vial Nacional, y monitoreo además del seguimiento de su ejecución.

Gestionar y administrar la información relativa de los proyectos, actividades y la base de datos de su competencia, así como atender las solicitudes de información requeridas

Realizar la información a la Dirección Ejecutiva respecto al progreso de los programas, proyectos y actividades que están a su cargo.

La realización, renovación y nuevas oferta de las directivas y normas técnicas en coordinación con la Normatividad Vial y de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (M.TC.).

La realización de investigación técnica y científica, con la participación de las universidades e Institutos Tecnológicos en la innovación y en coordinación con Estudios Especiales.

Realizar y expedir e emitir las resoluciones de Gerencia lo relacionado a su competencia.

Emitir Resoluciones Directorales, contratos ,Diversos, adendas y convenios,.

Realizar los informes que solicite la Procuraduría Pública del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en la administración, judiciales y arbitrales.

Otorgar la información respectiva y apoyo a la Gerencial de Supervisión y Calidad, para desarrollar la supervisión y calidad de los proyectos y actividades.

Coordinación respectiva con las zonales.

Además las funciones que le asigne el Director Ejecutivo, de su competencia Pro vías Descentralizado, proyecto especial del MTC, será el responsable de adquirir y construir (montar) los puentes modulares. el cual será exclusivamente para tal fin específico.

Se Incrementara el gasto en bienes y servicios de acuerdo con las políticas de estado de eficiencia en el gasto público, e incentivar la inversión, como es la (SUTRAN), Transporte Terrestre de Personas, y de Carga y Mercancías, entidad que está adscrita al MTC, se incrementara el presupuesto en S/ 7 millones 598,800.00

A) 2.2.1.1 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN PUENTE:

Pro vías Descentralizado, proyecto especial del MTC, inspecciona e inventaría los diversos tipos de estructuras que son: los puentes, los pasos inferiores y/o superiores, así como las alcantarillas y vados, torrenteras. tienen como función dar el paso fluido de los vehículos o peatones a través de un obstáculo, ya sea natural o artificial como un río, cañón o vías existentes. A continuación se describe cada una de estas estructuras:

Puente: estructura construida para salvar una depresión topográfica un cauce o río, laguna de agua como una quebrada, quebrada, río, acequia, canal, lago, bahía, etc.

Paso a desnivel: son estructuras proyectadas y construidas para cruzar una vía que ya existe. Si el planteamiento de la nueva vía, cruza sobre la vía existente se denomina paso superior, de lo contrario se denomina paso inferior.

Alcantarilla: estructura que está construida de 1 a 4 celdas o tramos, su forma es relativa a las condiciones del terreno, tipo de caudal, pendiente, suelo, etc. de que pueden ser de forma circular, rectangular u ovalada; la longitud libre de

cada celda propuesta es de menor dimensión a 6.00 metros. A diferencia del puente, la alcantarilla cuenta con el piso revestido y además requiere de alerones, cabezales y delantales para garantizar su funcionamiento de ingreso y salida para minimizar la erosión.

Vado o Vaden: es una estructura superficial, Parte de un río torrentera con fondo firme de concreto y /o piedra emboquillada y poco hondo, por donde se puede pasar montado en caballo o auto, permitiendo el paso continuo de vehículos, porque es diseñado para un determinado caudal inferior de máxima avenida de agua ,con pendientes que forman y dan paso al agua y para una capacidad hidráulica mínima.

B) ELEMENTOS DE PISO:

○ **Superficie de rodamiento:**

La rasante o superficie de rodamiento suministra 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 considerando que no suministra 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 ubican 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) SUPERESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS:

Trabes:

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

TRABE AASHTO



Figura 04. Trabe Concreto tipo AASHTO

Figura 04. Trabe tipo Cajón Figura 03. Trabe tipo AASHTO

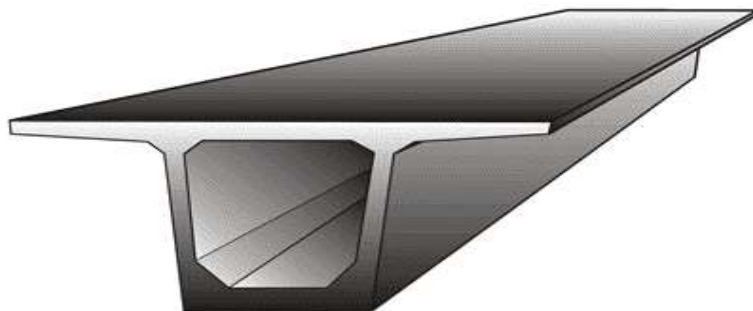


Figura 02. Trabe tipo T

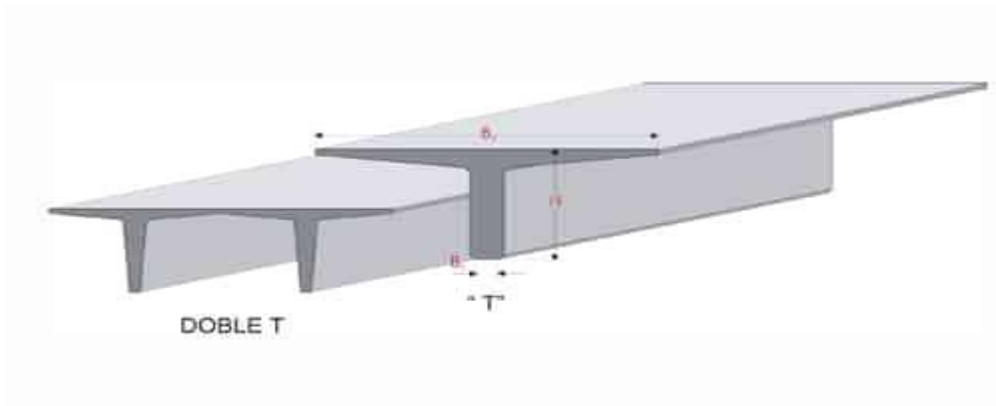
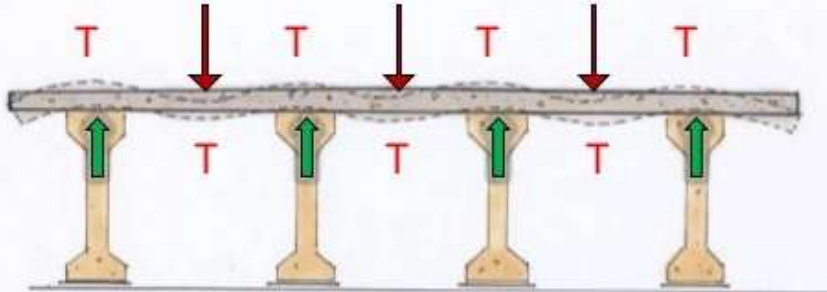


Figura 04. Trabe tipo AASHTO



ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSA



Momento por Carga Muerta

$$M_{cm} = \frac{\omega L^2}{12}$$

Cortante por Carga muerta

$$V_{cm} = \frac{\omega L}{2}$$

Momento por Carga Viva

$$M_{cv} = \left[\frac{S + 0.61}{9.74} \right] \times P$$

(Aashto)

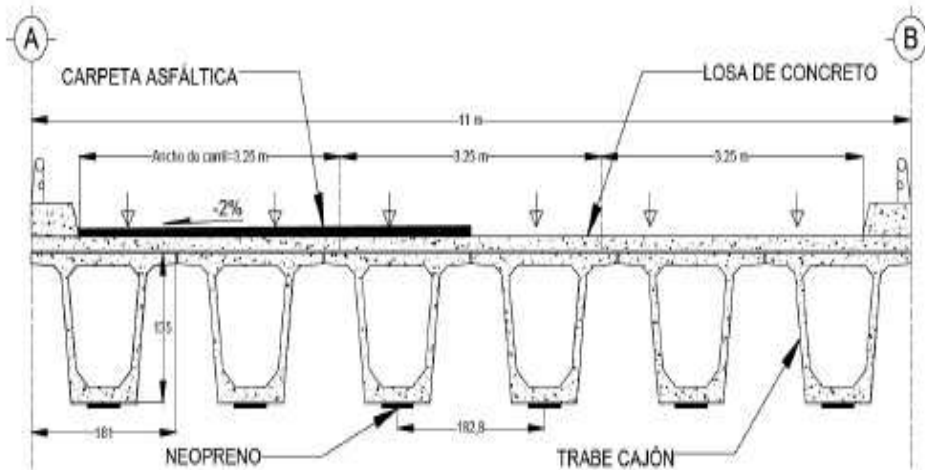


Fig. 3: Sección transversal del tablero de la superestructura (G.E.M., 1992).

COMPONENTES DEL PUENTE

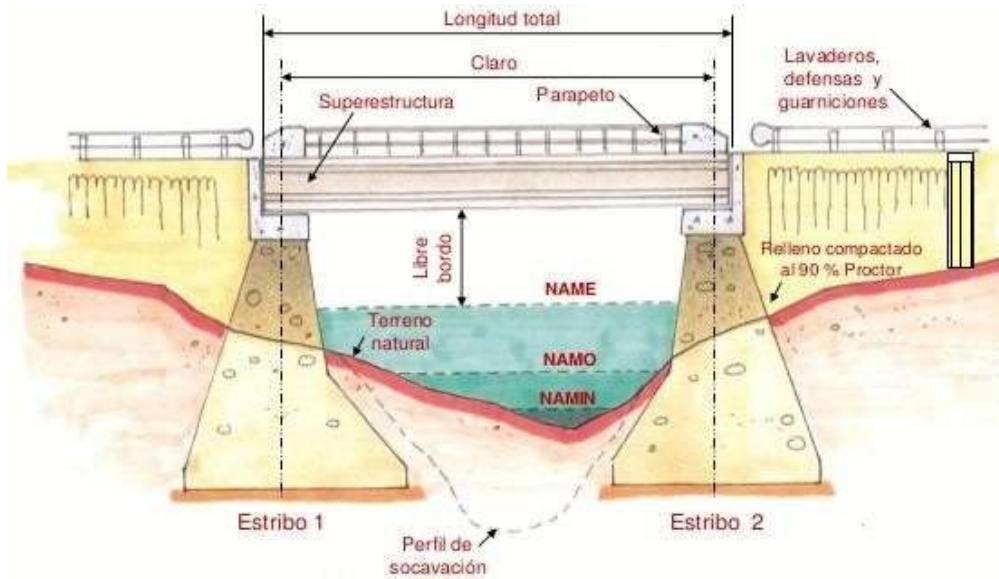


Figura No. 2: Esquema de un puente con sus componentes.

○ **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 (Aiarcón 201 0).

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 traveses 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.
- **Atiezadores 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 global ,lateral y local del alma.
- **Atiezadores intermedios:** los atiezadores intermedios son utilizados en los puntos de carga concentradas o en las traveses peraltadas para prevenir el desgarramiento y el pandeo global ,lateral y local del alma.



- Trabes de concreto: las trabes de concreto están generalmente reforzadas en las zonas de esfuerzos de tensión, las resultantes sean por flexión y 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 "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, sean las resultantes por flexión, y 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 201 0).

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 ,cilíndricos (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 puente son suma importancia para el funcionamiento de la estructura. Se deberá conservar una estratégica disposición de los apoyos para el trabajo eficiente porque pueden inducirse esfuerzos a la estructura que pueden reducir 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 al inicio y salida del puente. (Palanca 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 cantilever 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 LOS PUENTES Y SU CLASIFICACION:

Se clasifican según su función y uso, materiales de construcción y tipo de estructura.

Se clasifican según la función y utilización en:

- Puentes cruce de peatones o Ganado
- Puentes, viaductos o pasos carreteros
- Puentes para Canales y Acueducto
- Puentes, viaductos o pasos ferroviarios.
- Puentes para Tuberías de Agua,

Por los materiales de construcción, los puentes podrán ser de:

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

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

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

(Palanca, 2004)

2.2.2 ÁREA HIDRÁULICA DEL PUENTE:

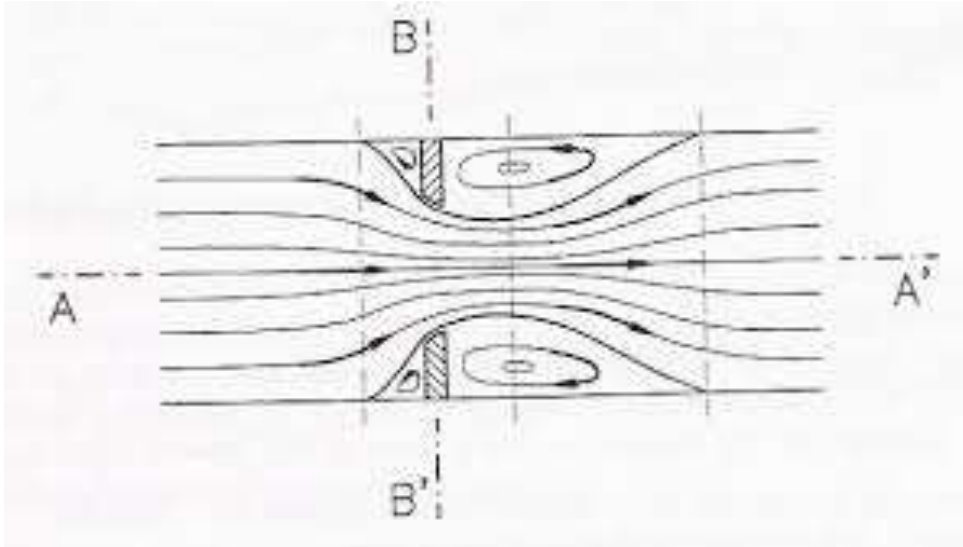


Figura 07. Vista en planta de las características hidráulicas de paso de un puente.



Figura 07. Vista de características hidráulicas de paso de un puente.

La determinación y ubicación del área hidráulica del puente es un componente de la forma en la zona del puente esencial para lograr un proyecto económico y confiable y seguro, es necesario realizar estudios insitu en el sitio del

proyecto, y sea parte del anteproyecto del puente. Estos deberán contener. De ser aplicables los siguientes elementos:

➤ **Información sobre el sitio.**

- Levantamientos topográficos Mapas ,secciones transversales y longitudinales de la corriente y fotografías aéreas.
- Información de taludes, incidencia de torrenteras, pendiente en lecho y tipo de carga de agua, tipos de suelo.
- Información de tallada de los puentes ya construidos , fechas de construcción y su comportamiento y evaluación durante las avenidas registradas por el ministerio de agricultura
- Niveles de aguas máximas extraordinarias, así como las fechas en que ocurrieron, información secundaria de ministerio de agricultura
- Datos sobre materiales flotantes y estabilidad de cauce, pendientes del lecho de rio agua arriba y aguas abajo.
- Tratamiento de encauzamiento del caudal y laderas, además de las riveras.
- Fajas de dominio, fajas de Marginales, caminos de inspección,
- Las causas que afecten los niveles del agua, como son las avenidas nacidos de otras corrientes, embalses, remansos y obras para el control de avenidas. Polanco (2010).

2.2.3 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

Al realizar un proyecto de un puente, es fundamental que se debe de realizar los estudios básicos el análisis completo de la zona, que obtenga la información suficiente o básica para usarla en los planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas al inicial el anteproyectos y luego en proyectos determinados y reales, ejecutables y viables. El ingeniero proyectista consultor deberá de obtener la información de las ventajas y desventajas que le caracterizan a la zona, antes de la proyección del puente. Ubicación que deberá ser el resultado de un estudio comparativo de varias alternativas, y que seala mejor propuesta el resultado dentro las limitaciones y parámetros (generación de información) dentro de lo relativo del comportamiento y condiciones de la zona y variación naturales y factores externos.

Debe detallar el grado de los estudios básicos y especiales y los datos específicos y detallados los cuales deberán ser obtenidos. los datos naturales no se obtienen nunca de manera exacta, estos datos deben ser claros y precisos y útiles para la elaboración del proyecto.

Los estudios que se realicen serán necesarios dependiendo las condiciones del lugar el alcance y Complejidad del diseño propuesto para la obra son:

- Estudios Topográficos de la zona
- Estudios Hidrológicos e Hidráulicos aguas arriba y abajo
- Estudios Geológicos y Geotécnicos de la zona insitu
- Estudios de Riesgo Sísmico insitu
- Estudios de Impacto Ambiental radio de influencia
- Estudios de Tráfico del puente y vía
- Estudios Complementarios, necesarios
- Estudios de Trazos de la Vía red vial categoría de via



2.2.3.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El uso de Equipos es elemental para conocer el grado de precisión de trabajo de campo y luego en gabinete y el procesamiento de los datos desde el traslado del campo a gabinete y se tendrá cuidado con las medidas del puente y sus accesos y del área estudiada. lo referido a equipos y los procedimientos de levantamiento y procesamiento técnicos que se usen deberán corresponder ,a un trabajo de primer nivel y como mínimo deberá de tener, un plano de ubicación, planimetría con curvas de nivel cada metro si la quebrada o torrentera es profunda o más juntas o más anchas si el terreno es plano o las zonas de depresiones topográficas, detalles del terreno . perfil y Secciones transversales en las progresivas de inicio y de salida, otras aguas arriba y abajo, situadas cada 10 ó 20 metros según la necesidad, y condiciones topográficas del terreno, un perfil longitudinal del eje del lecho del río en 500 metros (o más según la necesidad) aguas arriba y abajo (Polanco 2010).

Los objetivos son:

- Trabajo insitu en el Zona de tratamiento para elaborar los planos topográficos.
- Datos del la zona para los análisis de estudios de hidráulica del rio e hidrología, geología y geotecnia, como también de ecología y su influencia y incidencia en el medio ambiente.

- Definición de la ubicación y localización y definición de los componentes estructurales del puente.
- Determinar la velocidad directriz de diseño al ingreso del puente, pendiente de la carretera, IMD
- Establecer puntos de referencia definición para el replanteo durante la construcción.



Figura 07. Vista de Trabajo topográfico de un puente.

2.2.3.2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DEL CAUCE.

- Compilación de datos de las avenidas para estimar el gasto máximo en el cauce, teniendo en cuenta tanto las avenidas máximas registradas como las referidas históricamente.
- Obtención de la curva referida a la avenida --frecuencia de la ubicación de proyecto.
- Obtención de la Reparto del gasto de las avenidas en el cauce para tener el gasto de las avenidas para proyecto de la estructura.
- Se Obtendrá la Curva tirante - gasto en el cauce (Polanco 2010).

2.2.3.3 ESTUDIOS HIDRÁULICOS DEL CAUCE.

- Calculo y estimación de longitud de remansos y velocidades medias en el en el lugar del proyecto para diferentes longitudes y propuestas del puente y evaluación de gastos.
- Encontrar la estimación de la profundidad, altura y forma de socavación en los estribos de las estructuras del puente. (Polanco 2010).

2.2.3.4 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS DE LA ZONA

Los estudios geológicos deben definir las características geológicas, en forma específica en forma puntual y global de las variadas conformaciones geológicas que se realiza tanto en su distribución y las geotécnicas respectivamente.

Los estudios geotécnicos se tendrán la referencia de aspecto geotécnico, ver la estratigrafía, la verificación y las características propias físicas y mecánicas de los suelos para las cimentaciones.

Los estudios deberán considerar trabajo insitu en donde la cantidad será establecida según la envergadura del proyecto.

2.2.3.5 ESTUDIOS DE RIESGO SÍSMICO

Riesgo sísmico en una eventualidad que suceda dentro de un plazo dado, de que un sismo cause, en un lugar determinado, en parte el efecto en pérdidas y daño. lo que inciden en el peligro muy alto debido al sísmico, los posibles efectos locales de amplificación, la vulnerabilidad de infraestructura instalada y las pérdidas en vidas y bienes. El riesgo debido al sismo es de mayor impacto en ciudades distritos y anexos por la cantidad y tipos de obras que se encuentran en el lugar.

Los estudios de riesgo sísmico son para relacionar los espectros referidos al diseño que precisen los mecanismos horizontales y verticales del sismo a nivel de la cota de cimentación.

Los estudios de riesgo sísmico se realizaran de acuerdo con:

- La ubicación de la zona sísmica del puente.
- Características prototipo de puente y su longitud.
- El tipo de Composición detallada del suelo.

2.2.3.6 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

La construcción de un puente cambia el entorno de la zona y ende los aspectos socio - económicos, culturales y ecológicas; y es allí cuando es necesario de una evaluación integral del ambiental. en algunas ocasiones esta alteración afirmativa para los objetivos técnicos , sociales y económicos

que se quieren obtener pero el no hacer un planeamiento en su localización ubicación, y en la etapa de construcción y etapa de operación y puesta en marcha del proyecto ,alteraría en la zona debiendo realizar la evaluación de Impacto respectivo del ambiente es por las de las autoridades.

2.2.3.7 ESTUDIOS DE TRÁFICO

Cuando el impacto de la obra así lo requiera, se efectuara los estudios respectivos de tráfico que corresponde al volumen y clasificación de tránsito en puntos específicos determinados, con el objetivo de Obtener las características principales de la via, en cuanto a su infraestructura y la superestructura del puente.

La metodología a usar será:

- Conteo del tráfico: De acuerdo con las ubicaciones de conteo se determinara el área de influencia del proyecto
- Clasificación y tabulación de la información: Es imprescindible adjuntar el volumen y la clasificación vehicularen en tablas, por estación o ubicación.
- Análisis, Validación de los datos obtenidos: Se llevará un control con las estadísticas referidas, a fin de obtener los factores e indicadores de corrección estacional por cada estación.
- Tráfico actual: Del producto del conteo de los volúmenes registrados de tráfico y además del factor de corrección determinado Se obtendrá el índice medio diario (I.M.D.).

2.2.3.8 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Es necesario para el puente funcione en optimas condiciones, el buen diseño de del proyecto y especificaciones técnicas que sean complementarias tales

como drenaje de la calzada, barandas de los accesos, y protección de las márgenes y taludes y si fueran necesarios el tratamiento laderas y de taludes, iluminación, acondicionamiento y modificación y rectificación del cauce.

Los estudios a complementar son aquellos trabajos que son necesarios como complemento a los estudios básicos, en referencia a las Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas, Avisos y Señalización, Coordinaciones con terceros y que sea necesario al para el proyecto.

Se realizaran las coordinaciones respectivas con Entes Públicos y Sector Privado y a si mismo con terceros involucrados a fin de cumplir con todo lo estipulado en los (T.D.R.)

2.2.3.9 ESTUDIOS DE TRAZOS DE LA VÍA

Determinación de la conformación geométrica como técnica del tramo de carretera que es parte del ingreso e salida del puente de acuerdo con la ubicación con la carretera ya existente.

Los estudios comprenden:

- Diseño Geométrico de la vía.
- Trabajos Topográficos de la vía y su entorno.
- Diseño de Pavimentos del tipo de vía.
- Diseño de Señalización integral.

El diseño de un puente se realizara los estudios básicos y obtener datos de la zona, de información básica para el planteamiento de alternativas y se plasmen primeramente en anteproyectos para después sean proyectos definitivos realizables.

2.2.4 CARGAS Y FACTORES DE CARGA

2.2.4.1 CARGAS PERMANENTES.

Son las que actúan durante toda su vida útil de la estructura sin variación alguna, o que cambian en un solo sentido hasta alcanzar un valor límite. La carga debida al peso de la capa de rodadura o el material granular, los rieles. Además de las Cargas por (peso propio), También se estiman cargas constantes y que permanecen debido al empuje de tierra, los efectos debidos a la contracción de fragua (secado del concreto) y el flujo plástico (deformaciones, en tiempo prolongado bajo un esfuerzo constante) muy, las deformaciones permanentes originadas por los efectos de construcción y de asentamientos de apoyo.

a.-Peso propio y cargas muertas

Se obtendrá el peso propio teniendo presente a todos los elementos que sean necesarios en la estructuración del puente que permita su funcionamiento óptimo como son. Las Cargas Muertas así como el peso de todos las partes que no son estructurales y que son parte del puente, tales como superficies de rodadura, veredas, durmientes, barandas, balasto, rieles, postes, adornos ,duetos y cables y tuberías,.

El peso propio y las cargas muertas serán determinados en función de la base de las medidas y dimensiones diseñadas e indicadas en los planos y en cada caso tener presente los pesos específicos.

b. El Empuje de tierra en los Estribos

Los estribos aletas y otras fragmentos que comprenden la estructura y que componen el puente que mantengan presión de la tierra, deberán diseñarse para tener capacidad de respuesta a las presiones, las cuales serán calculadas de acuerdo con los principios de la mecánica de suelos y se usaran los valores promedios de las propiedades del material indicado propuesto para el relleno.

El empuje tendrá una equivalencia a la presión de un fluido de peso específico igual a 5 KN/m^3 (510 kgf/m^3)

c. Deformaciones impuestas

La contracción de fragua o por flujo plástico generara deformaciones y esfuerzos en elementos de concreto o de madera, los esfuerzos residuales originados por el proceso de laminación o por la aplicación de soldadura de la composición de las partes de acero, los defectos de fabricación o de construcción, movimientos en los soportes de diverso origen y otras formas de distorsión considerándose como cargas permanentes.

2.2.4.2 CARGAS VARIABLES

Son variaciones presentadas de forma frecuente y significativa en forma relativa a su valor intermedio. Las cargas variables, pesos de los vehículos y personas, así como los correspondientes efectos dinámicos, las fuerzas de frenado y de aceleración, las fuerzas centrípetas y centrífugas, laterales sobre rieles.

Además conciernen a este grupo las fuerzas aplicadas durante la construcción, las fuerzas debidas a empuje de agua y sub presiones, los efectos de cambios de temperatura, el accionar de fenómeno sismo y de viento.

a. Cargas durante la construcción

Corresponden a las cargas debidas a pesos de materiales de obra y equipos usados durante el proceso de su construcción, y de las cargas de peso propio y otras de condición constante en el proceso constructivo.

b. Cargas vivas de Vehículos

La carga viva a cada vía será el conjunto de: El tándem y camión de diseño o de diseño, teniendo en cuenta en cada caso la incidencia más desfavorable.

- Sobrecarga distribuida de los vehículos.

Camión de Diseño

Las cargas por eje que corresponde, serán los indicados en la Figura 08, entre ejes el espacio comprendido entre los dos ejes de 145 kn (14.78 t) será, entre los límites de 4.30 m y 9.00 m, resulta en los mayores efectos. Las cargas tándem deberán aumentarse por efectos dinámicos.

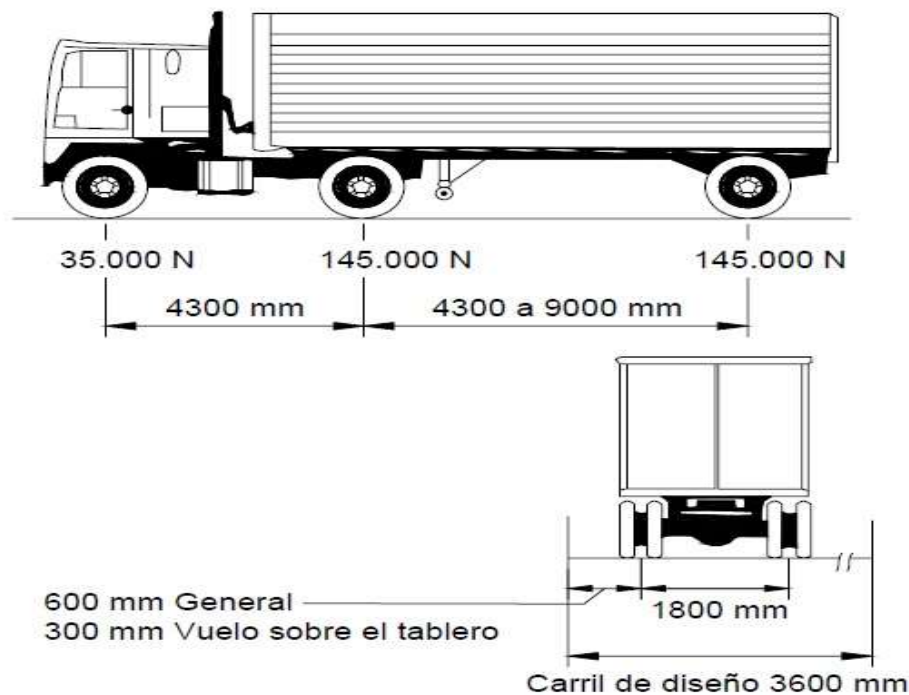


Figura : 08 Características del camión de Diseño

Tándem de Diseño

El tándem de diseño será la unión de los dos ejes, cada uno representara una carga de 110 KN (11.2 t), separados a 1.20 m. La espacio entre las ruedas de cada eje, en dirección transversal será de 1.80 m. Aumentando la carga por efectos dinámicos.

Sobrecarga Distribuida

Se considera un valor a la sobrecarga de 9.3 KN/m. (970 kgf/m), repartidos de forma uniforme en el sentido más largo en aquellas porciones del puente en las que se produzca una acción desfavorable. Esta sobrecarga es repartida de forma uniforme sobre un ancho de 3.00 m. en dirección transversal. Esta sobrecarga será colocada sobre en zonas y/o partes de la ubicación del tándem. No se considerarán efectos dinámicos para esta sobrecarga.

2.2.4.3 CARGAS EXCEPCIONALES

Se refiere a las acciones probables que puedan ocurrir son muy relativamente bajas, pero que si deben ser consideradas en la realización del proyecto por el proyectista, como por ejemplo : las colisiones, , choques, impacto de piedras , tierra , explosiones o incendio. .

2.2.4.4 FALLAS

En los puentes se presentan diversas fallas por diversos eventos y la gradualidad de la falla depende generalmente de la tipología estructural que presente el puente, de acuerdo con la configuración del suelo y depresiones que salvarpo el puente, de los materiales que intervienen, el destino (vial, ferroviario, peatonal o canal), etc.

Las fallas del concreto surgen como resultado de las tensiones superiores a la capacidad de resistencia, debidas a contracciones y/o retracciones del concreto o por cargas. una falla visible no significa que este mal construido , pero es

importante tomar conocimiento de la causa que la está produciendo para que se pueda reparar. (Culqui 2013).

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

Tabla No 01. Clasificación de Fallas

NIVEL DE SEVERIDAD	ANCHO (mm)
Fisura	ancho < 0.4
Grieta	0.4 ancho < 1.0
Fractura	1.0 s ancho < 5.0
Dislocamiento	ancho > 5.0

Los fenómenos de deterioro e intemperismo y otros causado por los agentes es natural en todas las obras de infraestructura que se realizan , los fenómenos como precipitación fluvial y/o lluvias torrenciales, huaycos, avalanchas , sismos, así como también los impactos y colisiones , choques inducidos, generan escenarios de emergencia, como erpsiones, intemperismo desgaste, socavaciones, asentamientos, etc., que deben eualuarse en el instante.

Los deterioros en los puentes con estructura de madera o de concreto se clasifican con dos aspectos básicos: (a) funcionales y (b) estructurales, conocidos el cual pasaremos a describir:

a. DEFECTOS FUNCIONALES

Cuando se afecta la finalidad principal de la obra, se debe de tener presente, que es la de permitir el paso del caudal dando seguridad de paso. Existen diversos tipos de problemas: Basura depositada en el cauce materiales depositados, desmontes que, piedras, empalizadas que comprometen directamente en la estructura del puente, desfases de cotas, desniveles ubicados junto a la ingreso y salida en las áreas de las cabeceras de los puentes, barandas y guarda-ruedas dañados, afectando seguridad la del usuario. Se consideran como de defectos funcionales..

La obstrucción del drenaje superficial del tablero, y la reposición, reparación, o pintura de las piezas dañadas de las barandas, pasamanos, parantes, deben ser de un mantenimiento rutinario.

Los equipos de que realizan periódicamente mantenimiento pueden evaluar e identificar tales defectos en forma ligera y reponer, reparar, mejorar, acoplar evitando mayores daños a la estructura del puente, reponiendo en las condiciones de seguridad y operatividad para uso en forma optima .

b. DEFECTOS ESTRUCTURALES

Aquellos que inciden en la estructura del puente, por ejemplo las piezas rajadas, cuarteadas, de venas y muchos nudos en su conformación, deformadas, o en estado deterioro, puentes de madera. con respecto a los puentes constituidos de concreto las estructuras deben de seguir controles y protocolos de calidad de ,los materiales por los cuales existen defectos clasificados como grietas, rajaduras en elementos estructurales muy importantes cimientos , pilares y vigas, armaduras expuestas a la corrosión , daños en los elementos estructurales de apoyo; se caracterizan dentro los defectos estructurales.

Se deben prevenir los defectos descritos realizando las observaciones periódicas y a tiempo de las partes que componen la estructura del puente. Cuando se realiza las observaciones de los defectos, deben plantearse una solución en el acto, ya que pueden incidir en la estabilidad y seguridad del puente cuando no sean advertidos.

Función Estructural de 3 formas:

- 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. Un puente presenta diversas particularidades en cuanto a su función estructural las cuales se tienen zonas muy vulnerables y críticas que pueden transformarse en fallas en puentes. Por citar un caso, un puente en arco generalmente trabaja a compresión, los puntos vulnerables son directamente 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". (Palanca 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, la altura de cimentación sea mayor referida y a la profundidad de socavación del río. (Polanco 2010)

2.2.5 SOCAVACIÓN

A la socavación se le denomina como una excavación en el pie del elemento de apoyo del puente y que puede ser profunda causada por el agua, de erosión Hidráulica. Debiéndose al impacto causado en los pilares aletas de los estribos, a los remolinos del agua, fundamentalmente en donde encuentra algún impedimento la corriente, y al roce con las márgenes y riveras de las corrientes que han sido desviadas y conducidas por los lechos sinuosos. y muy variados En este último caso es más rápida en la primera fase de las avenidas. La socavación provoca el derrumbamiento y debilitamiento de márgenes y

elementos del puente y de los acantilados que, al no tener los apoyos en su base, se van desmoronando y desplomando progresivamente. se presenta en la formación sinuosa y migración y abandono de los meandros (Polanco 2010).



Figura 09 Socavación en Pilar central



Figura 10 Socavación en Cimentación de Estribo

2.2.5.1 Tipos de socavación:

Socavación general

Fenómeno de tiempos largos, es natural, se dándose en la parte alta de conformación de cuencas hidrográficas, la pendiente de (thalweg) es mayor. por lo que la velocidad del agua y la capacidad de arrastre de la corriente es mayor. En la medida que el flujo traslada material de suelo, el flujo alcanza rápidamente su capacidad potencial de arrastre, el mismo que es función de la velocidad. En esa zona ya no genera socavación, la sección, márgenes y fondo son estables. de acuerdo como avanza en el curso del río o arroyo, la pendiente disminuye, y por lo va disminuyendo la velocidad, y la corriente deposita el material que transportaba y se genera la sedimentación. (Culqui 2013)

Socavación en estrechamientos

La socavación se entiende a los estrechamientos cambio de sección la que se produce por el incremento en la capacidad de arrastre del suelo que toma un

volumen de agua, crece su velocidad por el resultado de una rebaja de área hidráulica en su cauce. El efecto en puentes, y por razones técnicas y de economía se realizan reducciones, presentándose en otros lugares del río, en que un estrechamiento o cambio de sección del cauce. (Culqui 2013)

Al colocar el puente producirá los siguientes cambios:

- Cambio con relación a la velocidad del flujo del agua en el cauce principal.
- . Cambio en la pendiente antes y después de la ubicación del puente. la mayor cantidad de material del fondo del río , genera una mayor sección en el cauce.

Socavación en curvas:

Cuando un río forma una semi curva consta una incidencia en los filetes líquidos ubicados más lejos del centro de curvatura a fluir más de aprisa, que los ubicados más hacia el interior del cauce; por ello, la capacidad de arrastre de sólidos en la riveras siendo mayor los que van al centro y el fondo de socavación es más pronunciada en la parte del río, parte exterior a la curva que en la interior. el presente criterio debe tenerse en cuenta en la construcción de puentes en curvaturas del río y/o en el diseño de enrocamientos de protección, como son los gaviones en los mismos lugares pues al disminuir la velocidad la curva se generar los sedimentos en este sitio y, disminuyendo la zona útil para el salida del agua y al aumentar la altura del tirante y por consiguiente el área hidráulica, el gasto aumentaría . (Culqui 2013)

Socavación local en estribos:

Desde la definición, la socavación local y puntual en estribos es parecida a la que se da en fuentes de los puentes, por lo que, se diferencia por existir algunas precisiones en los métodos teóricos y aun experimentales para su evaluación. (Culqui 2013)

Siendo los casos mas comunes de socavación localizada las siguientes:

- Al pie de un talud, generara un derrumbe, si no se toman medidas.
- En el contorno de los pilares, y en el fondo o debajo de la cimentación de la al inicio del puente, haciendo fallar al apoyo.
- Seguidamente en la zona de embalse. se queda el material arrastrado se queda atrapado en parte, así, el agua que es descargada aguas abajo de la represa esta con poco material o sedimentos, y por consiguiente una socavación de menor intensidad.

La Socavación local en pilares

Al colocar una pilar en el puente se generan en la corriente de un río un cambio, influye en área hidráulica de ésta, y, por lo tanto, en relación a su capacidad de sólido. Si la capacidad seria mayor , el material de arrastre localmente seria que el gasto sólido del río, ocurrirá en el pilar una erosión en el pie erosión local.

Es claro que al saber de la profundidad del efecto erosivo es de fundamental para el diseño de cimentaciones relativamente poco profundas para puentes, de tal manera un mal cálculo llevaría al colapso total de la estructura o de lo contrario al sobre dimensionamiento de las estructuras que complicarían el proceso constructivo e inversión.

2.2.6. FALLA

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

2.2.7. EFLORESCENCIA

A la eflorescencia se le denomina al afloramiento a la superficie de los elementos del puente de sales, que se hacen presentes desde el interior de morteros, muros mamposterías, baldosas, techos, cimientos etc., pero que al evaporarse el agua en que están diluidos su presencia es más obvia o visible. (Tesis Culqui 2,013).

La eflorescencia ocurre debido a 3 fenómenos principales:

- La presencia de sales mezclados con materiales porosos.
- Presencia de humedad infiltrada. por consiguiente podemos decir que, otros forma de humedades pueden generarlas en menor proporción (Capilar, intersticial, etc.).
- Dependiendo del tipo de las sales, el tipo de elemento estructural, su composición y conformación de la densidad y la porosidad del material la cristalización y las condiciones relativas de evaporación que puede ocurrir adentro o afuera. Cuando ocurre en zonas focalizadas en la parte interior se le define como criptoflorescencia. Podemos estimar a la eflorescencia como un "trastorno químico" de la fachada.

Los Orígenes y Causas De La Eflorescencia:

- Sales que se encuentran presentes en las materias primas y que luego afloran al exterior.
- En secado y quema se produce una reacción química con los gases del medio que pueden ocasionar la presencia de eflorescencia.
- Originado durante la cocción y combinación 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 que se encuentra en la composición de las materias primas. Esos sulfatos contenidos en las materias primas aparecen durante el secado y la quema producto de la combinación con los gases se manifiestan principalmente:

- Como anhídrido sulfuroso en la atmosfera durante el proceso de secado y cocción de ladrillos artesanal generado por los sulfatos alcalinos que dan el nacimiento de la eflorescencia.

De forma natural no provocan eflorescencia algunos materiales, pero en la quema y con la presencia de gases sulfurosos pueden hacerlo. Si además se secan en esa atmosfera la eflorescencia se incrementa. Si las arcillas contienen impurezas de CaCO_3 o magnesio y se queman con media presencia de sulfatos se incrementara.

- Si en el proceso de secado y quema se usara FUEL y Carbón se afianzara la presencia notoria de gases sulfurosos.

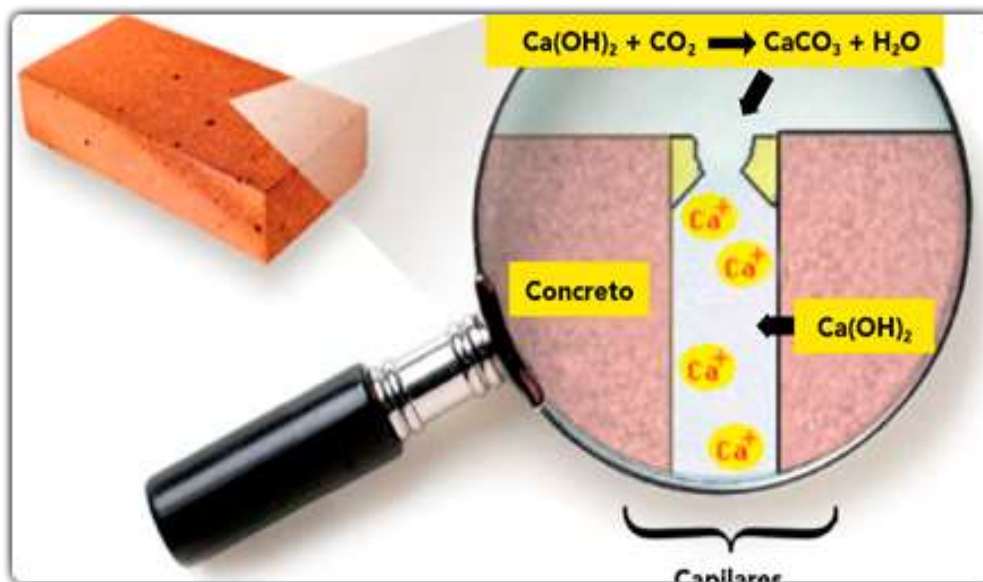


Figura 10. Desarrollo de la eflorescencia primaria

Si el Concreto continúa su fraguado y se presenta humedad reiniciaría una eflorescencia del tipo secundaria. la comparación entre la primaria y la secundaria es que la primaria es originada por el agua intersticial (en el interior de los poros) que aflora hacia afuera y la secundaria puede ser originada por la lluvia u otra agua exterior que ingrese desde afuera.

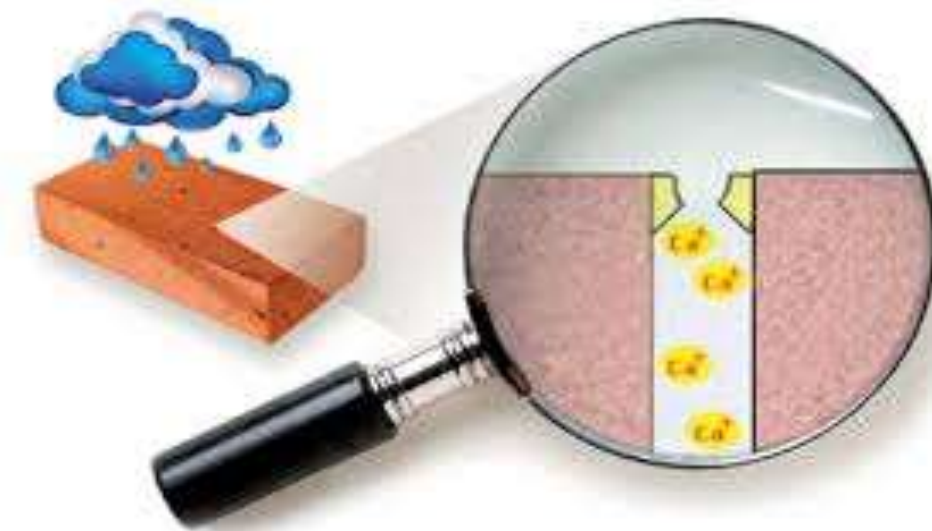


Figura 11. Desarrollo de la eflorescencia Secundaria

Después el agua ingresara en los poros y disolverá el hidróxido de calcio en la pasta de cemento y vuelve a ocurrir el proceso ya antes detallado.

Sabiendo que la segunda eflorescencia se genera con la penetración del agua de afuera hacia adentro podríamos anticiparnos al humedecimiento previo y el hormigón y/ ripio, mismo ya elaborado y colocado. No obstante la eflorescencia de calcio siempre será un fenómeno químico de la hidratación del cemento pero desaparecerá con el tiempo se eliminara, al paso de dos años aproximadamente. por lo que se daría forma a un carbonato hidrogenado de calcio que con el agua (Lluvia también) sacaría y se bloquearía la reacción química

En realidad este fenómeno es relativo y sigue un patrón no definido y es aleatorio. puede, estar en algunos muros o parte de ellos o no.

Al cemento es parte este fenómeno al tener los composición química que en parte la producen no hay diferencia precisa que pueda decirse que lo causa exactamente en mayor proporción o menor.

2.2.8 EL CONTEO DE TRÁFICO

Para obtener una data real del volumen tránsito de orden vehicular diario se realiza el conteo de tráfico que pasan por un punto establecido, además de la carga respectiva.

- **Vehículos ligeros**

Son vehículos como autos, jeeps, camionetas, camionetas rurales minivan, con motores de impulsión y tracción destinados al transporte, que van desde un asiento hasta 10 asientos como máximo,

- **Vehículos pesados**

Son vehículos omnibuses, camiones, volquetes, semitrailers y trailer, destinados para transporte de personas y de carga y que están con capacidad carga de más de los 4000 Kg.

Mediante los formatos de campo, se anotarán la información por cada rango horario. se indicara el volumen en cuadros y además de ello la clasificación vehicular por cada punto de conteo.

2.2.9 INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA

La información necesaria el cual se tendrá de referencia de la autoridad respectiva será primordial de la variación diaria y mensual de la demanda, para los trechos viales en estudio, necesitándose estudios que admitan puntualmente establecer los volúmenes y tipos del tránsito diario en un lapso de 7 días, que sean los días normales de la actividad de la zona.

En especial se debería evitar el conteo del tránsito en días festivos, nacionales o patrios, o en aquellos días que la carretera fuera dañada y, por consiguiente cortada. Los conteos que se realizan del volumen de tráfico en forma consecutiva mejoran diametralmente la calidad de los datos, los indicadores de la data y estadísticos, factores de expansión, serán, más certeros y valederos.

De acuerdo con referencia la anual de las personas del lugar, los conteos y registros de tránsito es frecuente, produciéndose indistintamente de las horas en que relativamente poco tránsito. El estudio deberá de realizarse en días que la sea razonablemente el reflejo del volumen de la demanda diaria y además de la composición del tránsito.

2.2.1 O EL ÍNDICE MEDIO DIARIO:

El Índice Medio Diario (I.M.D.) entre el volumen de tráfico total, obtenido en el conteo, y el cantidad de días que duro éste. (Manual de diseño de carreteras y pavimentos M.T.C, 2,008).

○ Cálculo del Índice Medio Diario:

El Índice Medio Diario (I.M.D.) del volumen de tráfico, y conseguido el conteo, y el número de días que se realizó éste.

$$I.M.D. = V/n$$

Dónde :

V = volumen de tráfico total.

n = número de días de conteo.

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

○ La Proyección del Tráfico:

El tráfico de vehículos en proyección se calcula a desde la tasa de crecimiento de tráfico, en función de la tasa de crecimiento poblacional, de la diligencia 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 donde la luz que unir es por medio de vigas. Se construyen con madera (tratada y trabajada), acero estructurado (armado, pretensado o postensado). Se emplean vigas en forma de "T", "I", viga de caja, etc. Como parte del puente primigenio, este puente es estructuralmente el típico de todos los puentes.

- **Parapeto:**

Barda, protección, refugio, muro de seguridad, defensa, valla,

- **Colapso:**

Cambio de la forma, falla, del puente de un estado no operativo para su uso.

- **Evaluación:**

Determinación de valuación, examen valuación de la capacidad de carga y funcional de un puente existente.

- **Conservación de estructuras**

Los trabajos necesarios y actividades conducentes a que una obra estén operativas principalmente estructurales y funcionales, resistentes de composición estéticas y de los materiales que ha sido proyectada y construida. y se puede describir en un conjunto de Actividades y trabajos en tres pasos. Inspección, Evaluación y Mantenimiento.

○ **Banqueta:**

Las banquetas se refiere a las veredas que son para uso de circulación de los peatones en puentes y zonas urbanas. acera, o banqueta, vereda o andén es una superficie elevada por encima del pavimento o superficie de rodadura , para uso exclusivo de personas.

○ **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 estructural menos el recubrimiento ($d=H-r$).

○ **Eflorescencia:**

Se define como la posterior plasmación de ciertas sales solubles en agua, que se sitúan en superficies que han tenido humedad cuando ésta se seca y el líquido se evapora. aparición de ciertas sales en polvo en los elementos estructurados .

○ **Pisos ortotrópicos:**

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

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOLÓGIA

3.1 UBICACIÓN POLÍTICA

- País : Perú.
- Departamento : Ica
- Ciudad : Ica
- Distrito : Ica

3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- Altura : entre los 325 m.s.n.m. hasta los 3290 m.s.n.m .
- Coordenadas : 14°04'00" de latitud sur y 75°43'24" de longitud oeste



FIGURA N° 12

3.4 TIEMPO O ÉPOCA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló durante los meses de Abril y Agosto del 2018.

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 Ica-Pisco Chincha, Palpa y Nazca, 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.

TIPO DE ESTUDIO.

La evaluación estructural y funcional del puente Socorro considera los siguientes tipos de estudio:

- a. De acuerdo al propósito, es aplicada.
- b. Por los medios utilizados para obtener los datos, es documental.
- c. Según la clase de medios utilizados para obtener los datos, es de campo.
- d. De acuerdo a los conocimientos que se adquieren, es explicativa.
- e. Dependiendo del campo de conocimientos en que se realiza, es científica.
- f. Conforme al tipo de razonamiento empleado, es empírico – racional
- g. Acorde con el método utilizado, es analítica.

POBLACION Y MUESTRA.

La evaluación estructural y funcional del puente Socorro considera la siguiente población y muestra:

Población:

Puentes construidos en la provincia de Ica.

Muestra:

Puente Socorro.

VARIABLE INDEPENDIENTE: TOMA DE DATOS.				
CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
RECOPIACION DE INFORMACION ACTUAL DE LAS CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCUENTRA EL PUENTE SOCORRO	TOMA DE DATOS IINSITU.	CARACTERISTICAS Y CONDICIONES DEL PUENTE SOCORRO.	CUALES SON LAS CARACTERISTICASDEL PUENTE.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS,ESTUDIO PRELIMINAR,CUADERNO DE NOTAS.
			LAS CONDICIONES ACTUALES DEL PUENTE SOCORRO SON ADECUADAS Y SEGURAS PARA TRANSITAR.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS,ESTUDIO PRELIMINAR,CUADERNO DE NOTAS.
			LOS ELEMENTOS DE LA SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA Y ACCESORIOS NO PRESENTAN PERDIDAS DE SECCION.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS,ESTUDIO PRELIMINAR,CUADERNO DE NOTAS.
	TABULACION DE DATOS E INFORMACION RECOPIADA.	INSPECCION FUNCIONAL.	DE ACUERDO AL TRAFICO EL PUENTE SOCORRO ES CONFIABLE PARA LA CIRCULACION VEHICULAR.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS,ESTUDIO PRELIMINAR,CUADERNO DE NOTAS.
			LOS ACCESORIOS COMO BARANDAS Y SEÑALIZACION BRINDAN SEGURIDAD AL PEATON.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS,ESTUDIO PRELIMINAR,CUADERNO DE NOTAS.
		INSPECCION ESTRUCTURAL.	DE ACUERDO A LA INSPECCION REALIZADA CUALES SON LOS ELEMENTOS QUE NECESITAN MANTENIMIENTO Y REPARACION.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS,ESTUDIO PRELIMINAR,CUADERNO DE NOTAS.

CUADRO N°1

VARIABLE INDEPENDIENTE: RECOLECCION DE INFORMACION.				
CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
RECOGER INFORMACION HISTORICA , TECNICA DEL PUENTE SOCORRO PARA ASI CONOCER CUALES FUERON LAS CONDICIONES ORIGINALES DE DISEÑO Y BAJO QUE NORMAS Y ESPECIFICACIONES FUE CONSTRUIDO.	RECOLECTAR INFORMACION DE LAS EMPRESAS A LAS QUE FUE ADJUDICADA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE SOCORRO	ACCESO A LA INFORMACION.	SE TIENE REGISTROS O INSPECCIONES PREVIAS EN EL PUENTE SOCORRO.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS, CUADERNO DE NOTAS.
	RECOLECTAR INFORMACION DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES COMO INSTITUCION DE COMPETENCIA .		BAJO QUE NORMAS Y ESPECIFICACIONES SE CONSTRUYO EL PUENTE SOCORRO.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS, CUADERNO DE NOTAS.

CUADRO N° 2

VARIABLE INDEPENDIENTE: CALIFICACION.				
CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
SE DARA UNA CALIFICACION DE ACUERDO A LA CONDICION O GRADO DE DETERIORO ACTUAL A CADA ELEMENTO DEL PUENTE SOCORRO.	CONDICION DEL PUENTE SOCORRO.	DAR UNA CALIFICACION DE ACUERDO AL GRADO DE DETERIORO O CONDICION DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS.	EXISTEN PROBLEMAS CONSTITUTIVO DEL PUENTE.	OBSERVACION DIRECTA. REGISTRO DE DATOS, ESTUDIO PRELIMINAR, CUADERNO DE NOTAS.

CUADRO N° 3

VARIABLE DEPENDIENTE: ESTADO ACTUAL DEL PUENTE SOCORRO.				
CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
OBTENER EL ESTADO ACTUAL DEL PUENTE SOCORRO, CUYOS DATOS SON OBTENIDOS A PARTIR DE UNA INSPECCION FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL.	INSPECCION FUNCIONAL.	VERIFICAR SI LAS CONDICIONES DE DISEÑO DEL PUENTE SOCORRO CUMPLEN CON LOS REQUERIMIENTOS ACTUALES.	CUALES FUERON LAS CONDICIONES DE DISEÑO ORIGINALES DEL PUENTE SOCORRO.	OBSERVACION DIRECTA. INFORMACION RECOPIADA, BIBLIOGRAFIA.
			CONSIDERANDO EL CLIMA, CARGA Y TRAFICO EL PUENTE SOCORRO CUMPLE CON LAS SOLICITACIONES ACTUALES.	OBSERVACION DIRECTA. INFORMACION RECOPIADA, BIBLIOGRAFIA.
	INSPECCION ESTRUCTURAL.	VERIFICAR SI LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS POSEEN LAS MISMAS CARACTERISTICAS CON LAS QUE ORIGINALMENTE FUERON CONSTRUIDAS Y DISEÑADAS.	DE ACUERDO A LA RECOPIACION PREVIA EL PUENTE SOCORRO CUMPLE CON LAS SOLICITACIONES CON LAS QUE FUE DISEÑADO Y CONSTRUIDO	OBSERVACION DIRECTA. INFORMACION RECOPIADA, BIBLIOGRAFIA.

CUADRO N°4

3.4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y FUENTES PARA OBTENER DATOS.

Siempre es visible la estructura de los puentes, en otros casos la observación al detalle será improbable una verificación general es lo más indicado y sin. Se deberá incluir los elementos primordiales auxiliares y seguridad para personal de la inspección de los diferentes elementos del puente

Se incluyen básicamente (casco, lentes guantes, cinturon de seguridad, escaleras, etc.) hasta los medios mas complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas plumas escaleras telescópica, para la inspección de puentes, entre otros.

3.4.2.1 TÉCNICA

Se utilizó la técnica para la recolección de datos sobre el estado real del Puente Socorro en el Río Ica fue la Observación Directa, basándonos en la información base primaria; logrando la información insitu para así determinar las fallas estructurales y funcionales 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, con los alcances dados en la Guía para Inspección de Puentes del M.T.C.

- **Participante:**

Los Datos obtenidos y observación, evaluación ha sido de manera personal y directa.

- **Individual:**

La recolección de información y datos fue sin la participación de otras personas.

○ **Objetiva:**

Todos los datos referenciados son producto al ser observados como se presenta sin preparación, es decir sin adicionar ni crear una situación especial. Una inspección bien sustentada es esencial para definir y requerir los mantenimientos y dar recomendaciones técnicas y prácticas.

○ **Vida real:**

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

○ **Preventiva:**

Se tuvo en cuenta los aspectos básicos de seguridad para la realización de la Inspección y evaluación del puente en estudio.

3.4.2.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos de obtención de datos son:

- formatos y fichas de inspección de puentes del Ministerio de Transportes.
- El Cuadro de la situación global del Puente teniendo como referencia el Manual de Diseño de Puentes de MTC.
- Los Criterios de evaluación según Norma.
- Data y tomas de fotos de la estructura.
- La Medición in situ del Índice Medio Diario.
- Herramientas básicas para la 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 05: 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. <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.

3.4.3 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.
 - Tapa Boca (mascarilla)
- **Materiales de gabinete.**
 - Computadora.
 - Impresora.
 - Papel bond.
 - Lapicero Lapiz
 - USB .
 - CD .

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 información.

- **Tipo de análisis.**

Descriptivo.

- **Presentación de resultados**

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

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INSPECCION

4.1 RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

Luego de realizar la inspección visual del Puente socorro sobre el Río Ica 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.



Foto N° 14, Realizando la inspección del Cause

4.4.1 INSPECCIÓN DEL CAUCE

Tomando adecuadas medidas de protección, se inspeccionó el cauce del río Ica,

Encontrando las siguientes condiciones:

- Existe acumulación de sedimentos así como abundante residuos orgánicos basura en las riveras y gaviones y del río, aguas arriba y aguas abajo que reduce el ancho del río.
- Existe sedimentos (Arena-Contaminada) debajo del puente.
- Existe sedimentación y acumulación de elementos extraños ubicadas en los estribos del puente.



Foto N° 15, Realizando la inspección del Cause

4.4.2 SUPER ESTRUCTURA 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 LA LOSA

El Puente Socorro sobre el Río Ica es de losa concreto armado, en donde pudimos determinar lo siguiente:

- Presenta losa reparada, que colapso debido al impacto y errores de diseño
- No se observa sistema de drenaje.
- Agrietamiento parcial de la losa interior, debido a los efectos contaminantes y la incineración de la basura
- En la parte inferior del tablero se observa acero expuesto.
- En la parte inferior del tablero se lograron detectar fisuras, eflorescencia, descascaramiento.
- Presenta fallas por fatiga en la superestructura, por el alto tráfico y carga pesada, efectos patológicos entre ellos el de impacto.
- Juntas de expansión no adecuada, falta que facilite el movimiento y rotación, genera, concentra dilatación térmica por falta de espacio, desprendimiento de concreto en zonas de anclaje.

4.4.2.3 LOS APARATOS DE APOYO

Los aparatos de apoyo del puente, presentan lo siguiente:

- Los aparatos de apoyo no se pudieron verificar ya están enterrados, sedimentados de tierra, arena y desperdicios.

4.4. 2.4 LAS BARANDAS

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

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

Un parante se encuentra suelto del empotramiento y sujeción en vereda, daño en vereda



Foto N° 16, Realizando la inspección del Barandas

4.4.2.5 LOS DRENES

- En el puente en estudio, No presenta sistema de drenaje.

4.4.2.6 LAS 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 regula estado. 1.80m de ancho.

4.4.2.7 EL ACCESO AL PUENTE

En los accesos al puente se observó lo siguiente:

- La sección del puente no mantiene una sección uniforme 28m x 10.80m el ancho de calzada del puente es de 6.80m

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 incipiente local en el estribo derecho
- Se observa Daño y alisado de la superficie por abrasión
- Daño por desgaste y descascaramiento de los pilares y estribos
- Socavación incipiente en los pilares
- Fisura en los elementos principales, defectos y fallas en los apoyos

- Los apoyos móviles no permiten el desplazamiento y disipación de esfuerzos en los extremos.



Foto N° 17, Realizando la inspección del Pilares

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 insipiente del estribo derecho del puente (tomando como referencia aguas abajo del puente).

- Se observaron grietas en el encuentro entre el cuerpo de los estribos y la super estructura resquicio y fisuras.



Foto N° 18, Realizando la inspección del Pilares

4.4.4 ÍNDICE MEDIO DIARIO

Para calcular el Índice Medio Diario que circula por el Puente sobre el Río Ica ubicado sobre la Red Vial Ica, Pisco-Chincha, Mazca, Palpa; se realizó la recopilación de información respectiva utilizando la Ficha No 01 "Conteo de Tráfico" del MTC.

El vehículo público más usado en la ciudad es la moto taxi y Colectivos y Taxis. las moto taxis es un transporte relativamente económico y muchas de estas unidades dan servicio a toda la ciudad e incluso en los distritos . Por ello, se ha incluido este tipo de movilidad dentro del formato del MTC para el conteo de tráfico.

Con el propósito de contar con información básica para la elaboración del estudio, nos ubicamos sobre el Puente Socorro en Ica, durante una semana continua desde el 15 de Julio al 21 de Julio del 2018, y realizamos el conteo 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. Las conclusiones están indicadas como absolutas y relativas en (%) respectivamente.

Tabla 06. Flujo vehicular horario

TIPOS DE VEHÍCULOS	CANTIDAD PROMEDIO POR HORA	PORCENTAJE (%)
TRANSPORTE LIGERO		
Mototaxis y Motos	478	58.28
Autos	135	16.40
Camionetas Pick Up	87	10.57
TRANSPORTE URBANO		
Combis o Vans	47	5.71
Couster o Micros	17	2.06
TRANSPORTE DE CARGA		
Buses	8	0.97
Camiones Ligeros	22	2.67
Camiones y Volquetes	29	3.52
TOTAL DE VEHICULOS	823	100.00%

En la tabla 07, mostramos el resumen del conteo vehicular diario, en ambos sentidos. Los resultados están expresados en cifras absolutas

Tabla 07. Índice Medio diario

FECHA	IMD
15/07/2018	6423
16/07/2018	7701
17/07/2018	6376
18/07/2018	6277
19/07/2018	6532
20/07/2018	6182
21/07/2018	6428
IMD promedio	5649

Fuente: (Datos tomados del 19 de Julio al 21 de Julio del 2018).

De acuerdo a la tabulación de la recolección de datos, el IMD actual calculado para al mes de Julio del 2018 es:

$$\text{IMD} = 5649 \text{ veh/día}$$

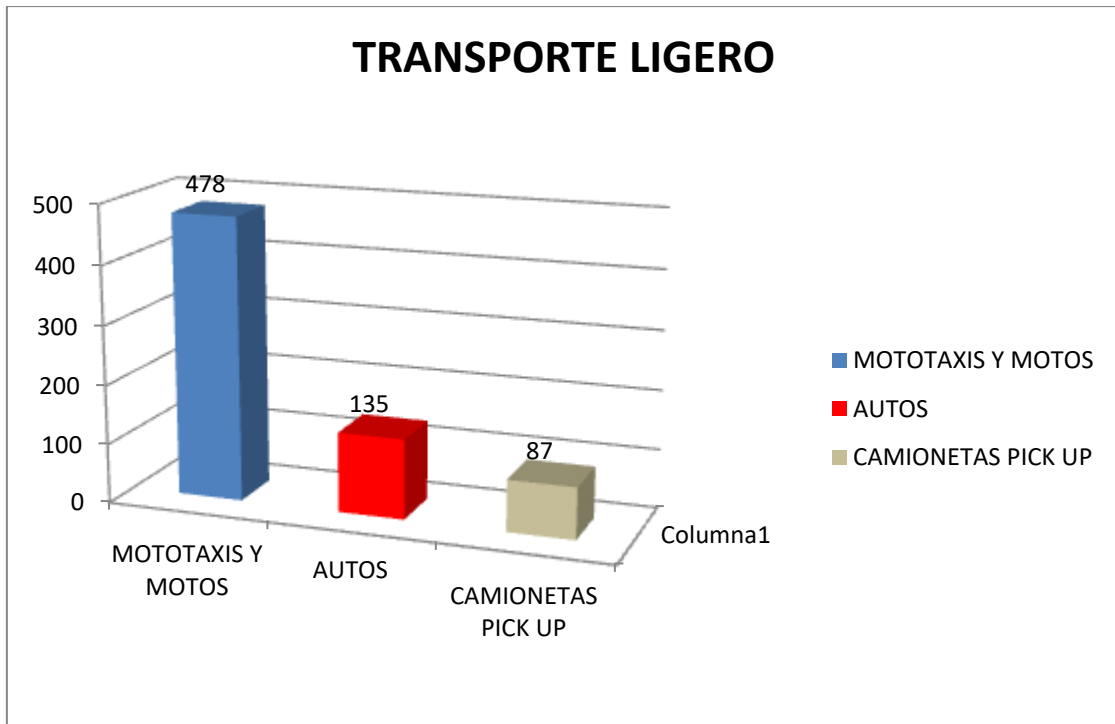


FIGURA N°13; CANTIDAD PROMEDIO POR HORA -TRANSPORTE LIGERO

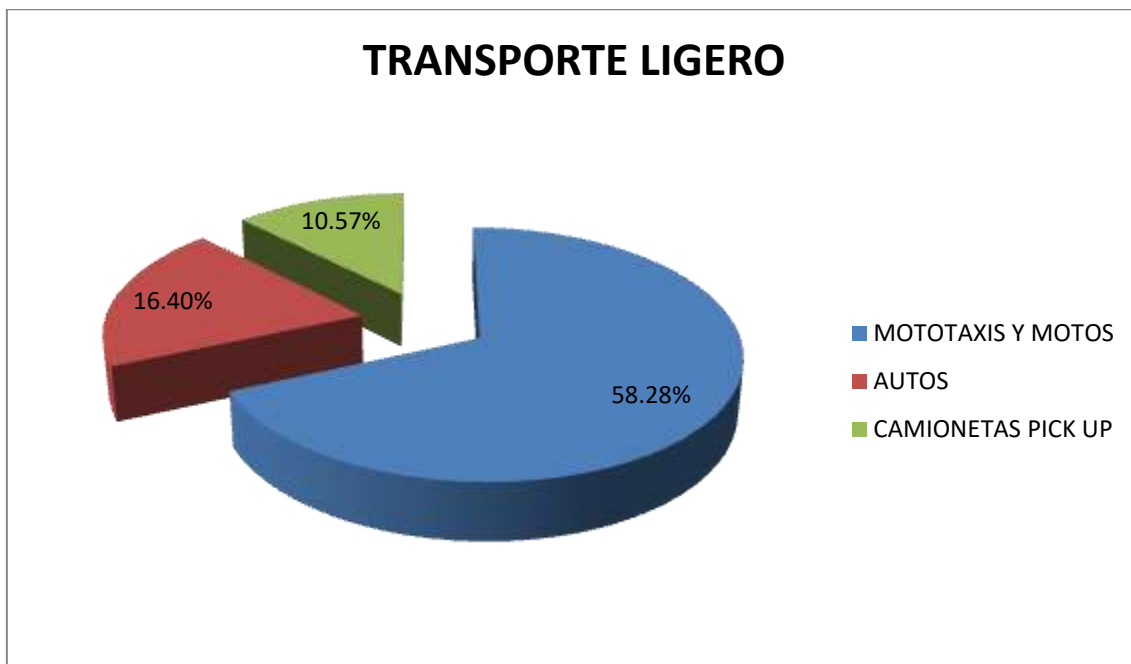


FIGURA N° 14 % PROMEDIO POR HORA –TRANSPORTE LIGERO

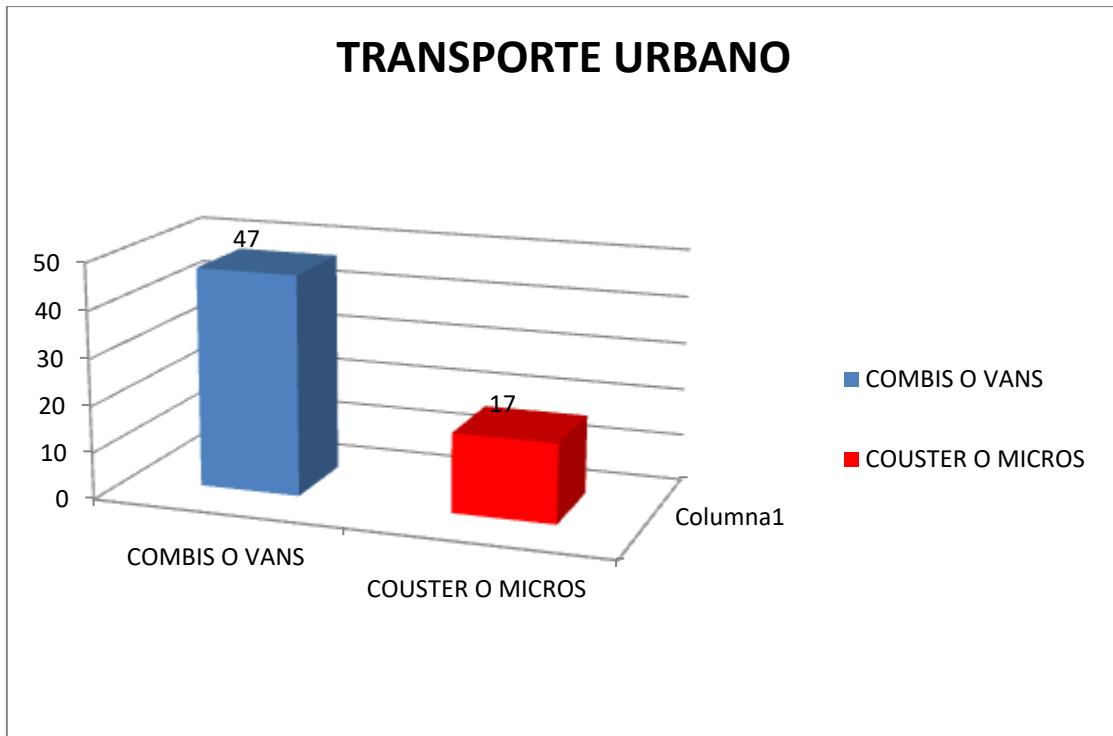


FIGURA N°15 CANTIDAD PROMEDIO POR HORA –TRANSPORTE URBANO

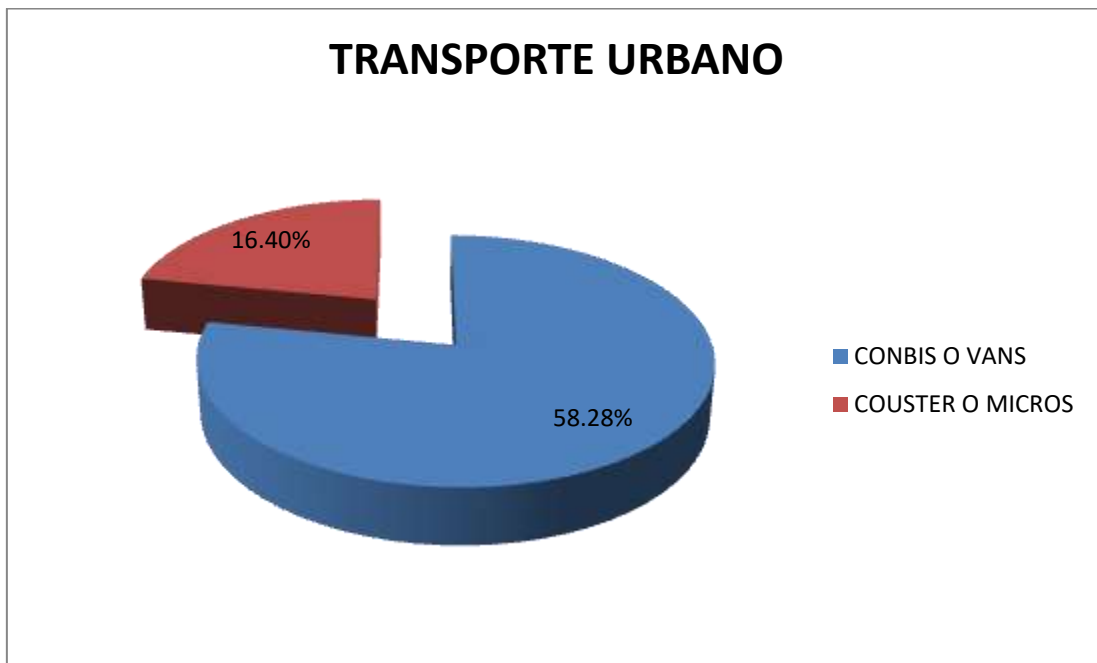


FIGURA N° 16 % PROMEDIO POR HORA –TRANSPORTE URBANO

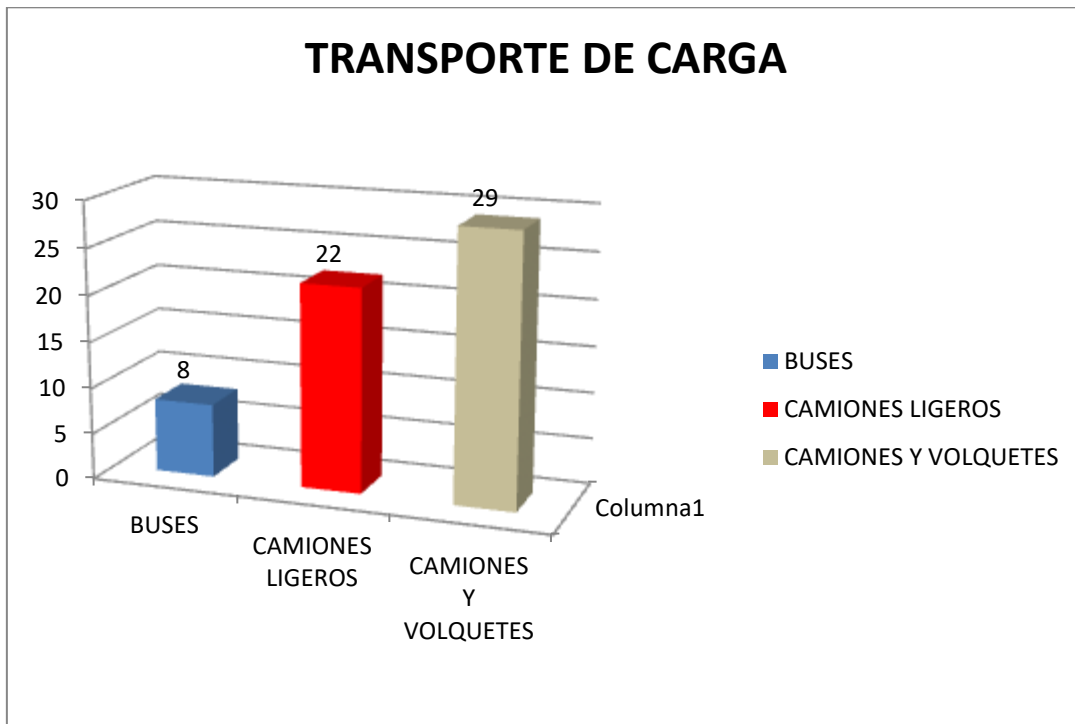


FIGURA N°17 CANTIDAD PROMEDIO POR HORA –TRANSPORTE CARGA

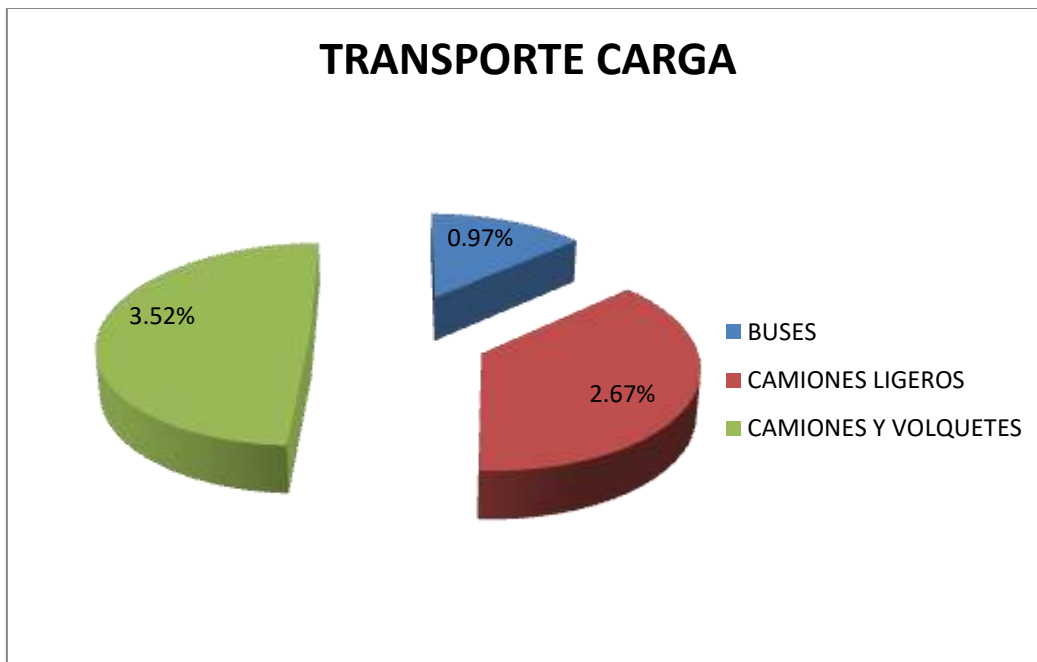
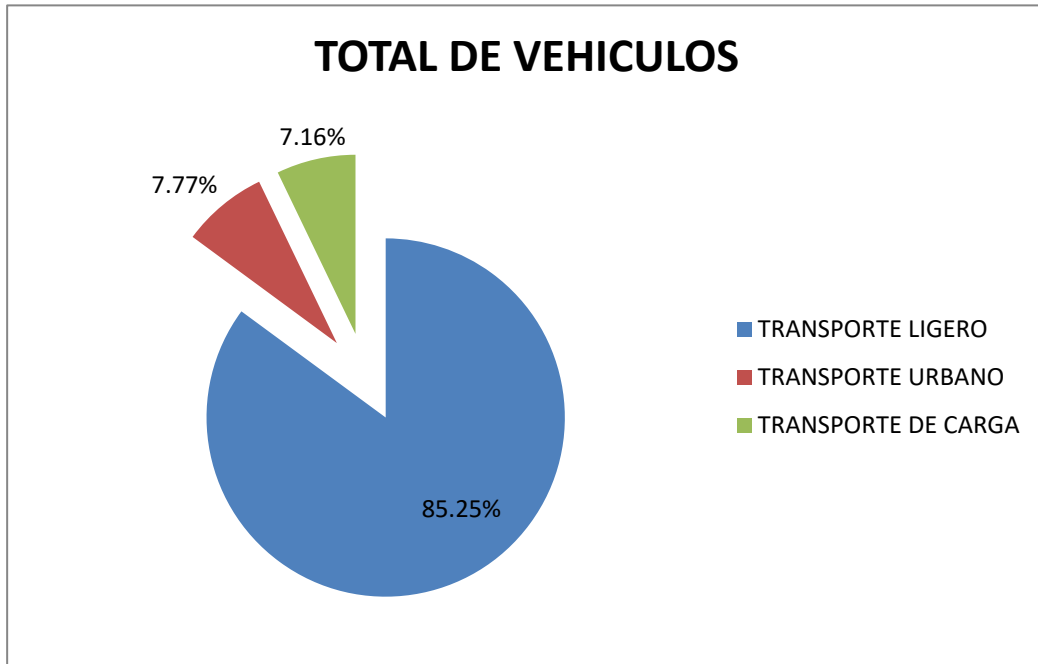


FIGURA N° 18 % PROMEDIO POR HORA –TRANSPORTE CARGA



Cabe resaltar que el 58.28% del IMD calculado corresponde al tránsito de moto taxis y motos lineales, como se indica en la tabla 02.

4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.5.1 EN LA SUB ESTRUCTURA 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 empleo es la de drenar el tránsito y eventualmente evitan el desvío o caída de vehículos y peatones.

4.5.2.5 DRENES

No presenta sistema de drenaje, aumentado 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. Las medidas del puente 28.00 m largo por 10.30m de ancho y con un ancho de calzada del puente de 6.80 m. con barandas, fijadas en la vereda de acero y (3) tubería horizontal.

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 05. Cuadro de condición global del puente - Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Cuadro 05: 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. <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.

Del cuadro anterior se obtiene la siguiente clasificación.

CALIFICACIÓN N° 3: Puente en mal estado.

3	<p>Malo: La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios.</p> <p>Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.</p>
---	---

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 notoriamente y seriamente a los elementos estructurales primarios, pudiendo observarse ya desplazamientos horizontales y verticales entre losas.

Cabe especular que se de fracturas locales, o se presente rajaduras en el concreto o fatigas visibles en el acero.

Luego decimos que; el puente Ica, cumple con la directiva No 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ya que se llega a clasificar dentro del Cuadro de Condición Global del Puente (MTC)

Según la clasificación obtenida, podemos mencionar además, que este puente coincide con las bases teóricas tomadas como referencias. Como es la evaluación de 10 puentes ubicados en la red vial Ica, Chincha, Pisco, Palpa Nazca, en donde estos puentes llegan a tener la clasificación en el Cuadro de Condición Global del Puente Socorro, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

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

- Se consiguió evaluar las fallas estructurales del puente Socorro-Ica, 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 fisuras en algunas zonas, este tipo de fallas son del tipo funcional ya la infraestructura esta reparada estructuralmente, por lo que la solución es temporal ya que existe zonas no reparados al 100%.
 - En parte de la losa 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 parcialmente 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, se encuentra doblado, falta fijación en su base y pintarlo 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 los estribos no se observan desperfectos de consideración, sólo un breve asentamiento en el estribo derecho.
 - Debido a las fallas encontradas en el Puente Socorro-Ica, podemos deducir la importancia de la aplicación de esta Directiva, para el estudio del estado actual de un puente.

RECOMENDACIONES

Finalmente, podemos sugerir las siguientes recomendaciones:

- Tomar este estudio como base, para futuras inspecciones del puente Socorro. Ica y para otros puentes.
- Mantenimiento de las Juntas de Dilatación
- Realizar una inspección radiográfica en la losa del puente, para poder ubicar fisuras, vacíos internos y estado del acero de refuerzo.
- Reparación y mantenimiento de barandas, que están dobladas y fijación en su base
- Reparación Estructural especializada de los pilares por desgaste ,con tecnología actualizada reforzamiento con fibras de carbono.
- Realizar un estudio de contenido de cloruros, y verificar si sobrepasa el umbral de contaminación en puentes igual a 16kg/m³.
- Prohibir el arrojado de basura y evitando la quema de basura ,colocando contenedores de basura
- 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 en forma indirecta, vistas 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.

Ing Angel Huanca Borda (2007) fallas en puentes, Colegio de Ingenieros de Ica
Consejo Departamental de Ica

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.

Milton esteves Vences Rojas (2004) Tesis de Grado Diseño Estructural del
Puente Lima Sobre el Canal Via sobre Sullana

Yerson Bazan Ludeña (2014) Tesis de Grado Fallas Estructurales del Puente
Chacarume celendin Según la Directiva N° 01-2006-MTC/14 del Ministerio de
Transportes y Comunicaciones

Alarcón Rojas, Wesley Iván., (2010) "Puente Viejo Sobre el Río Chotano".
Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Cajamarca Perú.

Polanco Roque Karina Liliana., (201 0). "Evaluación de las Fallas del Puente
Chonta de la Red Vial Cajamarca- Baños del Inca". Universidad Nacional de
Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Cajamarca- Perú.

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.

Richad Misajel Fonseca Briceño (2015) Tesis de Grado Diseño de un Puente Con Vigas Prefabricadas

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.

Marvin Alexander Cardoza Quijada y Jose Eduardo Villalobos Zetino (2005) Evaluación Estructural de Puente Mediante la Realización de Una Prueba de Carga Estática. Universidad del Salvador

Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas debajo Volumen de Tránsito. Resolución Ministerial No 303-2008-MTC/02, 04 de Abril 2008.

Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Guía para Inspección de Puentes. Directiva N° 01-2006-MTC/14. Resolución Directora! N° 012-2006-MTC/14, 14 de Marzo 2006.

Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. Especificaciones Técnicas Generales Para la Conservación de Carreteras. Resolución Directoral No051-2007-MTC/14, 27 de Agosto 2007.

José A. Saracho Jose Barlek Contribuciones para la evaluación de puentes en Argentina
Una transferencia de la Universidad a Vialidad Nacional-Universidad de Tucumán

ANEXOS:

Matriz de consistencia

Guía para inspección de puentes

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Evaluación Estructural y Funcional del Puente Socorro de Ica, (mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones), para su rehabilitación y conservación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuáles son las causas del deterioro del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar las causas del deterioro del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: La evaluación estructural y funcional del Puente Socorro de Ica, es posible a través de la aplicación de la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p><i>Evaluación Estructural y Funcional del Puente Socorro de Ica</i></p>	<p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Características y Condiciones del Puente ✓ Inspección Funcional ✓ Inspección Estructural ✓ Acceso a la información ✓ Dar una calificación De acuerdo con el grado de deterioro de cada uno de los elementos del puente 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN En el presente estudio se utilizará el tipo de estudio de muestreo y juicio y conveniencia, criterio de significancia, relevancia y representatividad, cualitativas, no se usa métodos probalísticos, se usa el cuadro de condición global del puente del MTC</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: c) ¿De qué manera afecta la transitabilidad en la estructura del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: c) Determinar la manera que afecta la transitabilidad en la estructura del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS: c) La transitabilidad es afectada en gran cantidad en el Puente Socorro de Ica, al no aplicar la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p>	<p>DEPENDIENTE</p> <p><i>(mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones), para su rehabilitación y conservación</i></p>	<p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar si las condiciones de Diseño del puente cumplen con las condiciones actuales 	<p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Es Aplicada Es Descriptivo De campo Empírico –Racional Analítico y Científico</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigación tiene un diseño tipo no experimental – transaccional</p>

<p>d) ¿Cómo se efectuaría la conservación del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?</p>	<p>d) Reconocer los métodos de conservación del Puente Socorro de Ica, Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p>	<p>d) La aplicación de métodos ayudaría en la conservación del Puente Socorro de Ica, al Aplicar Aplicando la Metodología de aplicación mediante la directiva N° 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</p>			<p>POBLACION. Está constituida por 10 puentes Construidos en la región, Ica</p> <p>MIUESTRA. La muestra viene hacer el Puente Socorro</p> <p>TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS: Observación Directa, Información Base Primaria .-Estructurada .-Participante .- Individual .-Objetiva .-Vida Real .-Preventiva</p>
--	--	--	--	--	--



**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**



Resolución Directoral

N° 012-2006-MTC/14.

Lima, 14 de Marzo 2006.

CONSIDERANDO

Que, por Ley N° 27791, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene como función integrar interna y externamente al país para lograr un racional ordenamiento territorial vinculando las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados a través de la formulación, promoción, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones;

Que, el Artículo 60° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado con Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, modificado por Decreto Supremo N° 017-2003-MTC, establece que la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, está a cargo de dictar normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carretera, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento en las redes viales del país;

Que, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 65°, literal a), del citado Reglamento, la Dirección de Normatividad Vial de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, tiene como función, entre otras: elaborar, proponer y administrar la actualización de normas, especificaciones técnicas, incluyendo normas, para el desarrollo de estudios de suelos y rocas, geológicos, geotécnicos e hidrológicos, ensayo y homologación de materiales, diseño de pavimentos y cimentación; así como reglamentos de ejecución de obras de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las redes viales del país y de la red ferroviaria, así como su divulgación en el ámbito nacional;

Que, mediante Resolución Directoral N° 042-2004-MTC/14 de fecha 05 de noviembre de 2004 se aprobó la Directiva N° 010-2004-MTC/14, sobre "Guía para Inspección de Puentes", encargándose a la Dirección de Normatividad Vial la actualización de la misma;

Que, mediante Informe N° 004-2006-MTC/14.04, la Dirección de Normatividad Vial, informa que se ha actualizado la Directiva, "Guía para Inspección de Puentes", con el objeto de 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, para el cumplimiento y aplicación obligatoria por parte de los entes ejecutores y/o gestores de la red vial correspondiente;



Que, en consecuencia resulta necesario aprobar la Directiva N° 001-2006-MTC/14;

De conformidad con lo dispuesto por Ley N° 27791 y los Decretos Supremos N° 041-2002-MTC y 017-2003-MTC, y en uso de las facultades conferidas por Resolución Ministerial N° 932-2004-MTC/02;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- Aprobar, la Directiva N° 001-2006-MTC/14, "Guía para Inspección de Puentes", la misma que consta de ochenta (80) folios, que debidamente rubricados, forman parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Disponer, que la Dirección de Normatividad vial, sea la encargada de actualizar la presente Directiva.

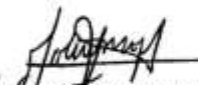
ARTÍCULO TERCERO.- Notificar la presente Resolución a los órganos, competentes, para su conocimiento y debido cumplimiento.

ARTICULO CUARTO.- Dejar sin efecto la Resolución Directoral N° 042-2004-MTC/14.



Regístrese y Comuníquese.




.....
RICARDO OTINIANO MOCULLAZA
DIRECTOR GENERAL
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

DIRECTIVA 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 INSPECCIÓN 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
HERRAMIENTA
S PARA LAS
INSPECCIONES**

**2.5 PROCEDI
MIENTOS
DE LA
INSPECCI
ON**

2.6 EJECUCION DE LA INSPECCION

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 micrometricas.
- Vernier.
- Medidor de grietas óptico.
- Medidor de espesor de pintura.
- Termómetro.
- Crayola o tiza.
- Espejos de inspección.
- Tinte penetrante.
- Endoscopios.



c) Herramientas para documentac

- 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 osales.

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 sugradiente.
- 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

3.1 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

PRIN
CIPA
LES
DE
LOS
DIFE
REN
TES
TIPO
S DE
PUE
NTE
S

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

ANEXO N° 01

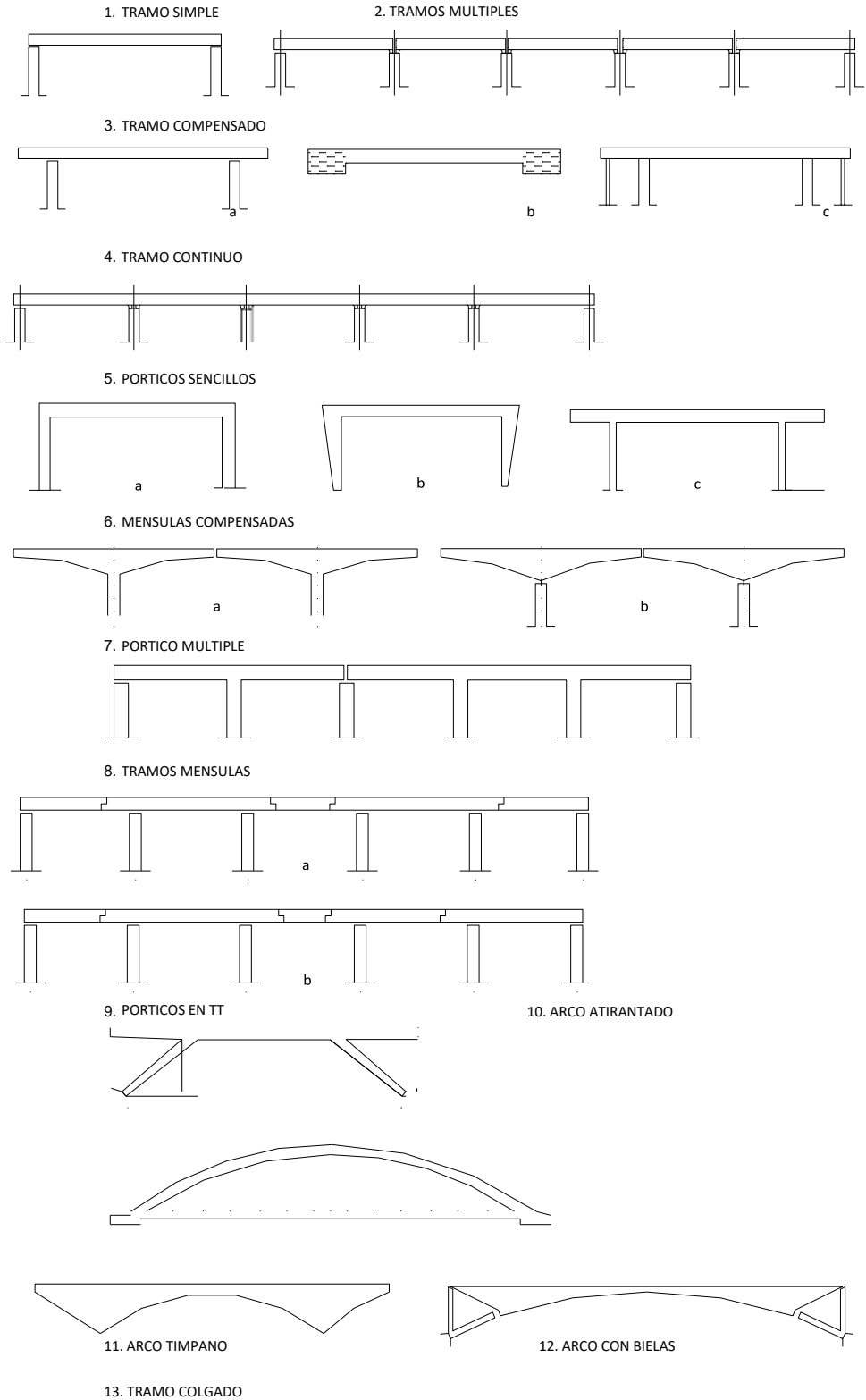
ANEXO Nº 01: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PUENTES

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

ANEXO N° 02 : GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES

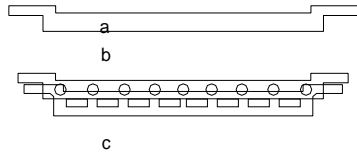
I) CLASIFICACION POR ESTRUCTURA LONGITUDINAL



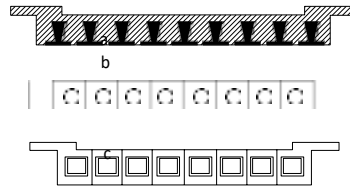
II) CLASIFICACION POR ESTRUCTURA TRANSVERSAL

1. TABLERO DE LOSA

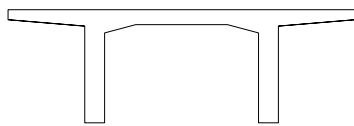
CONSTRUCCION IN SITU



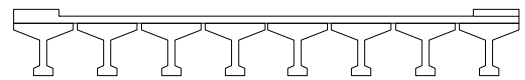
2. PREFABRICADOS



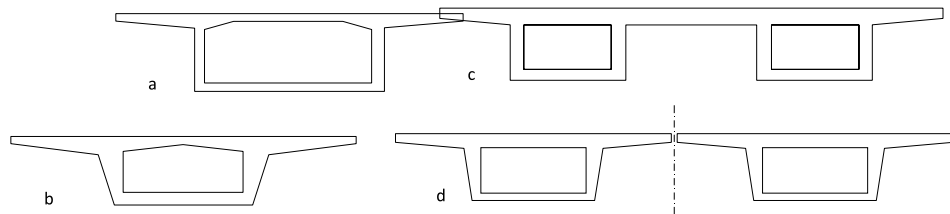
3. TABLERO SUPERIOR IN SITU



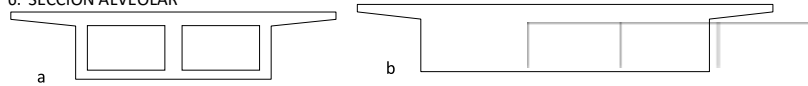
4. TABLERO SUPERIOR PREFABRICADO



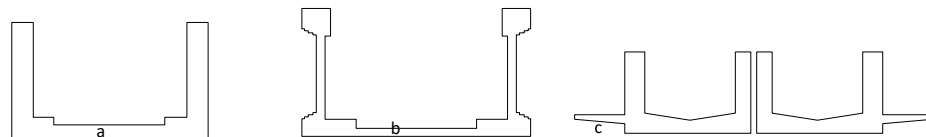
5. SECCION CAJON



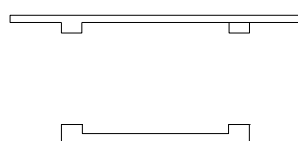
6. SECCION ALVEOLAR



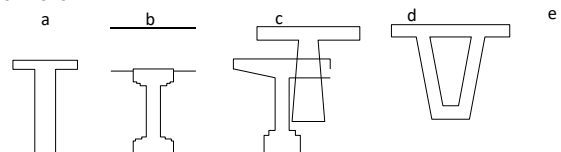
7. TABLERO INFERIOR



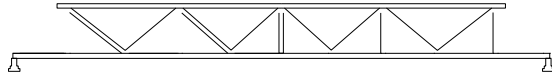
8. DOBLE TABLERO



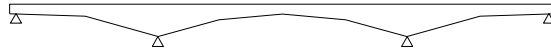
9. VIGAS



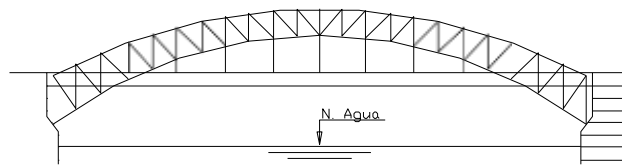
III) CLASIFICACION POR TIPO DE MATERIAL
 A) PUENTES METALICOS



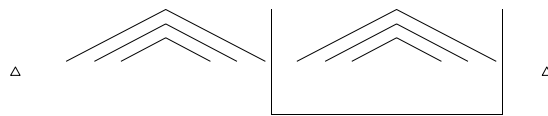
a) Simplemente Apoyado



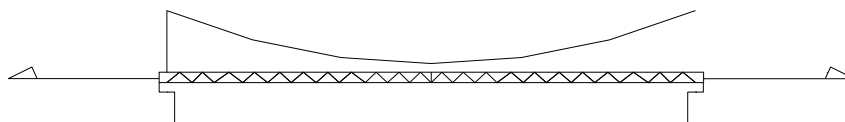
b) Continuo



c) Arco

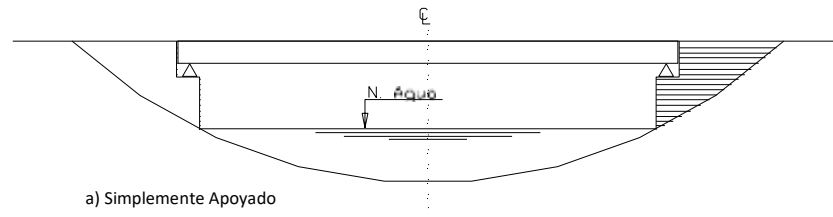


d) Atirantado

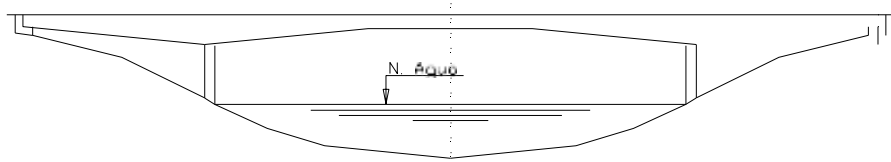


e) Colgante

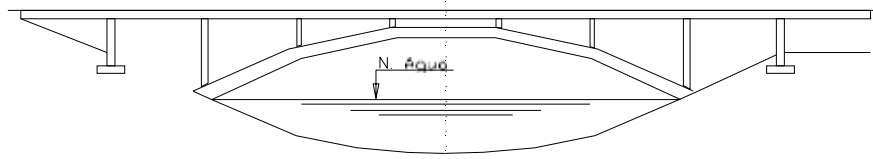
B) PUENTES DE CONCRETO



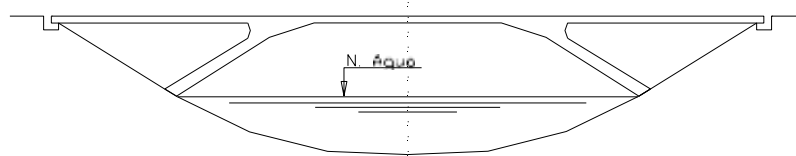
a) Simplemente Apoyado



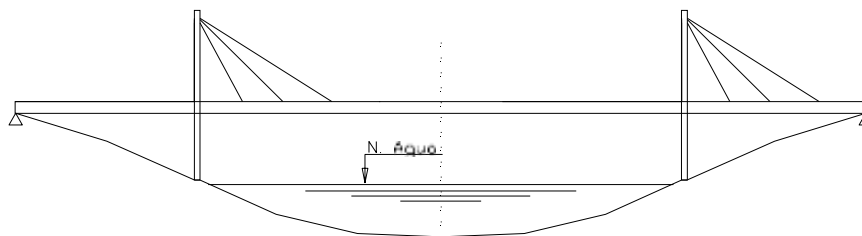
b) Continuo



c) Arco



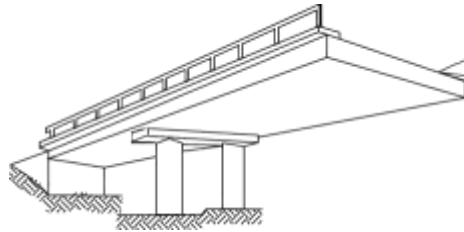
d) Pórtico



e) Atirantado

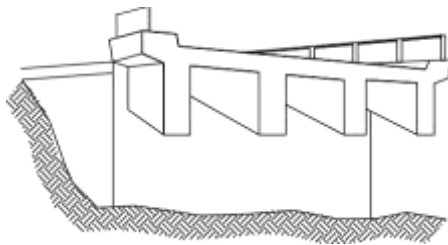
IV) TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES

1. – SUPERESTRUCTURA TIPO LOSA

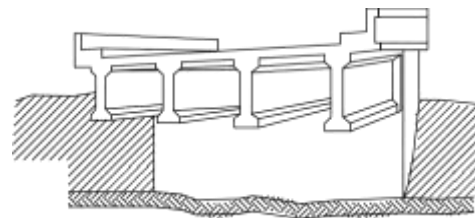


PUENTE LOSA

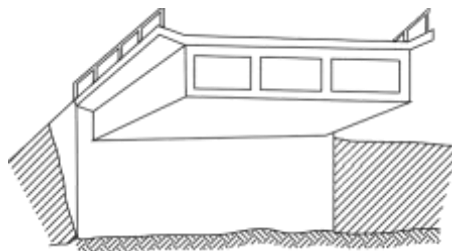
2. – SUPERESTRUCTURA TIPO LOSA CON VIGAS



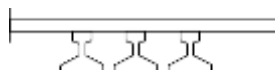
PUENTE LOSA CON VIGA C.A.



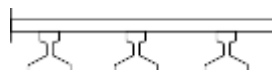
PUENTE LOSA CON VIGA EN C° PRETENSADO



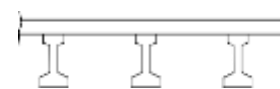
PUENTE VIGA CAJON



(a) Continuo



(b)



(c)

Separado

Espaciado VIGA Y LOSA

DE CONCRETO

PRETENSADO

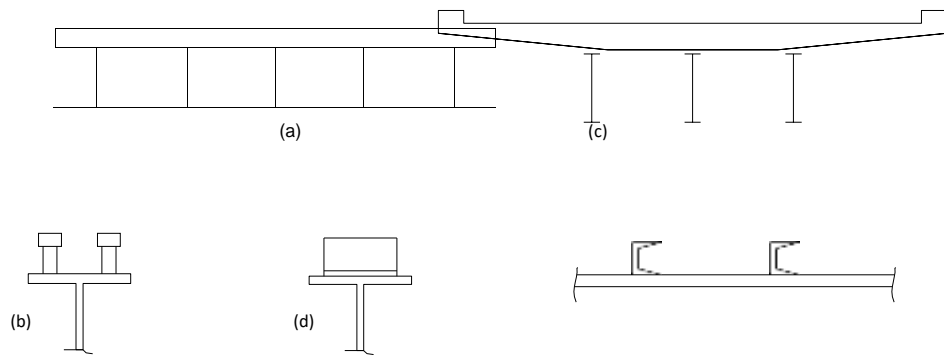


(a)



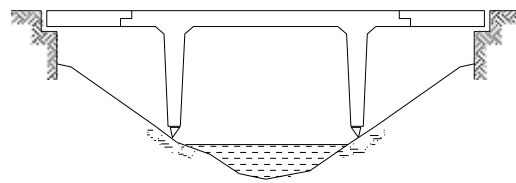
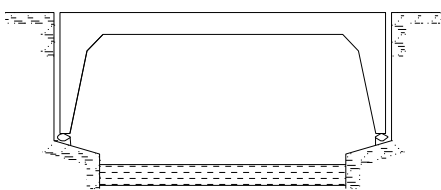
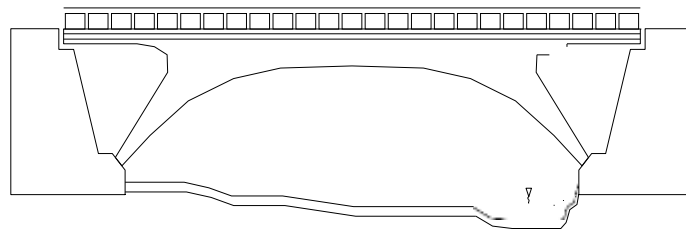
(b)

VIGA Y LOSA DE CONCRETO REFORZADO



VIGA DE ACERO Y LOSA (PLATE GIRDER)

3. - PUENTE TIPO PORTICO

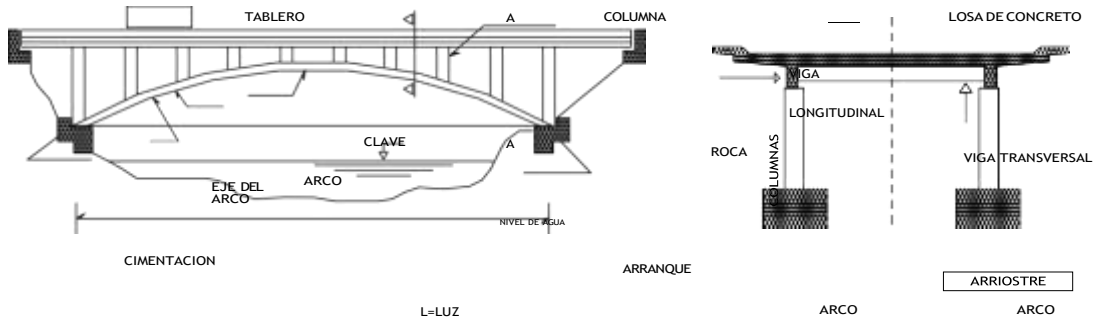


(a) Pórticos Tipo Marco



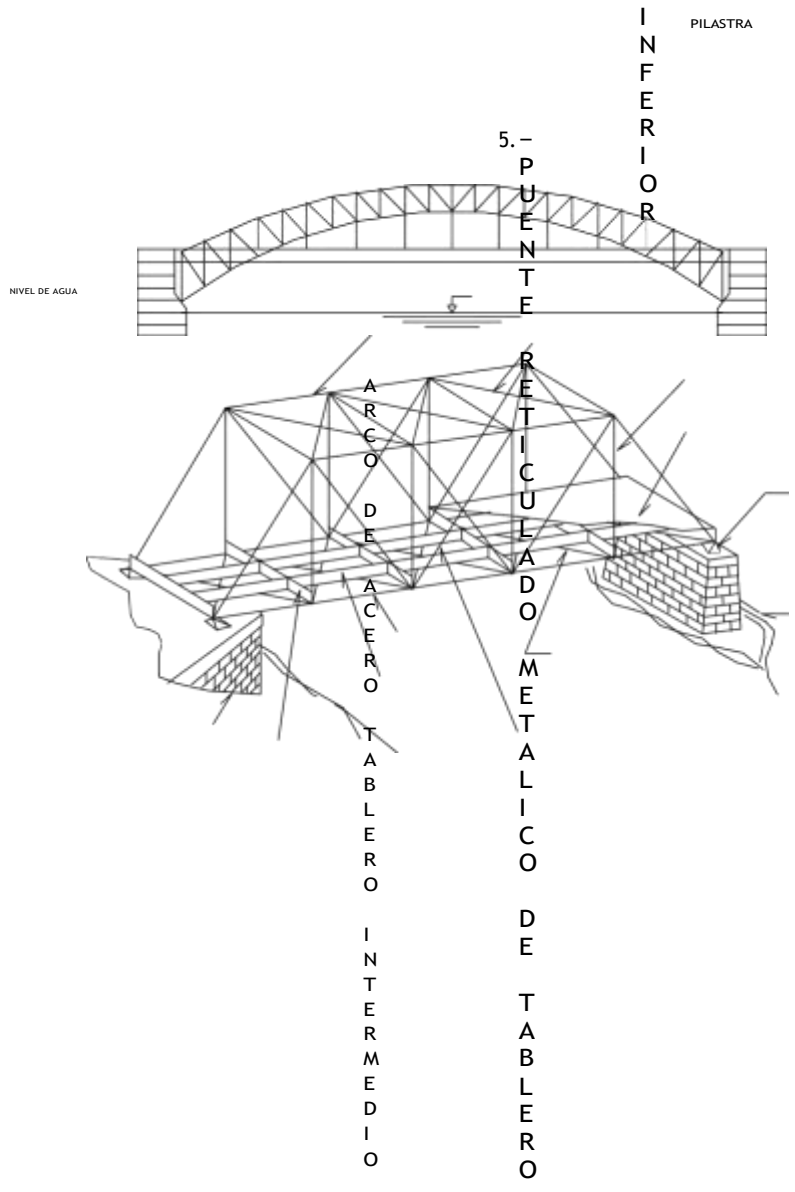
(b) Pórticos Jabalconados

4.-PUENTES TIPO ARCO EN CONCRETO Y ACERO

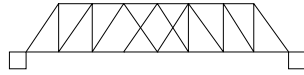


ARCO DE TIMPANO ALIGERADO TABLERO SUPERIOR

CORTE A-A

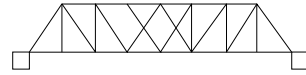


RETICULADOS SIMPLEMENTE APOYADOS



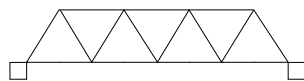
THROUGH HOWE TRUSS

Tijeral Howe



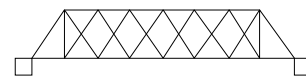
THROUGH PRATT TRUSS

Tijeral Pratt



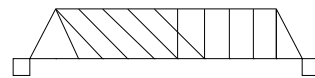
THROUGH WARREN TRUSS

Tijeral Warren



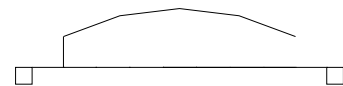
QUADRANGULAR THROUGH WARREN TRUSS

Tijeral Warren Triangular-Cuadrangular



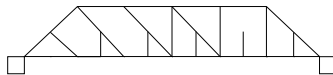
THROUGH WHIPPLE TRUSS

Tijeral Whipple



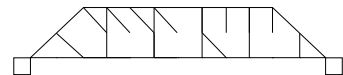
CAMEL BACK TRUSS

Tijeral de Cordon Superior Arqueado



THROUGH BALTIMORE TRUSS

Tijeral Baltimore

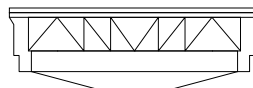
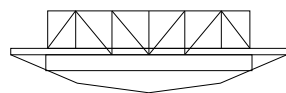


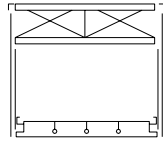
K

T
R
U
S
S

T
i
j
e
r
a
l

K





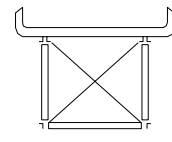
THROUGH TRUSS

Armadura de Tablero Inferior



PONY TRUSS

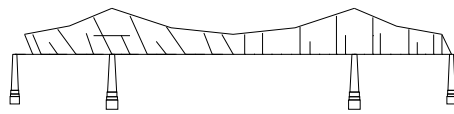
Armadura sin Arriostamiento Superior



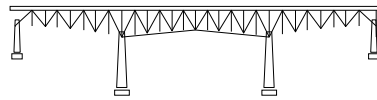
DECK TRUSS

Armadura de Tablero Superior

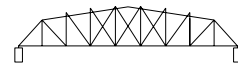
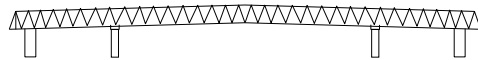
RETICULADOS CONTINUOS



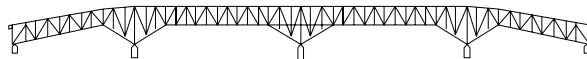
Variable Depth Cantilever
Voladizo de Profundidad Variable



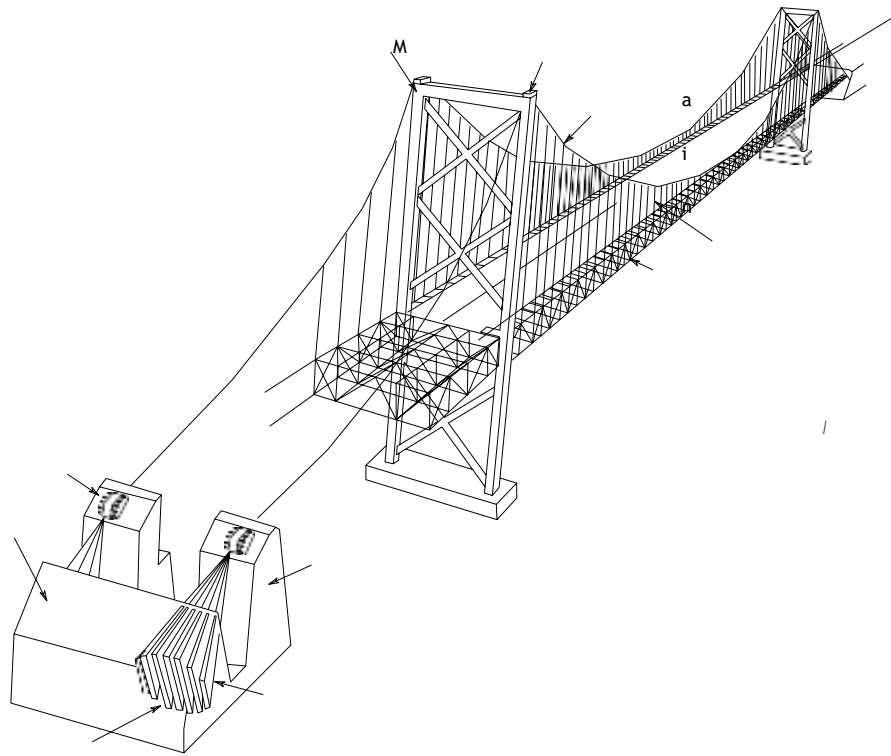
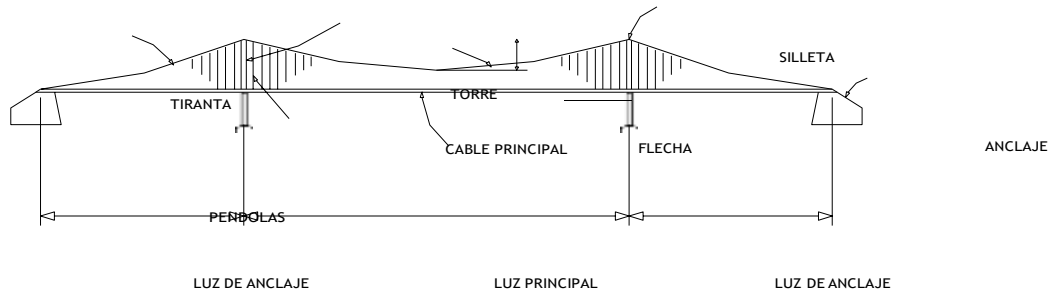
Warren Truss Without Verticals
Armadura Warren sin Montantes



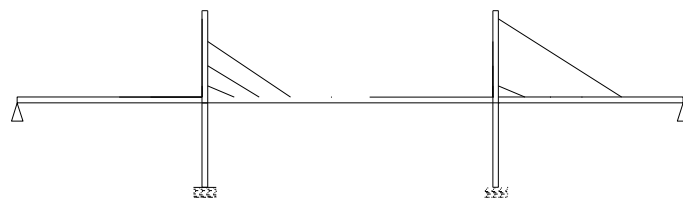
Armadura de Cordon Superior Arqueado



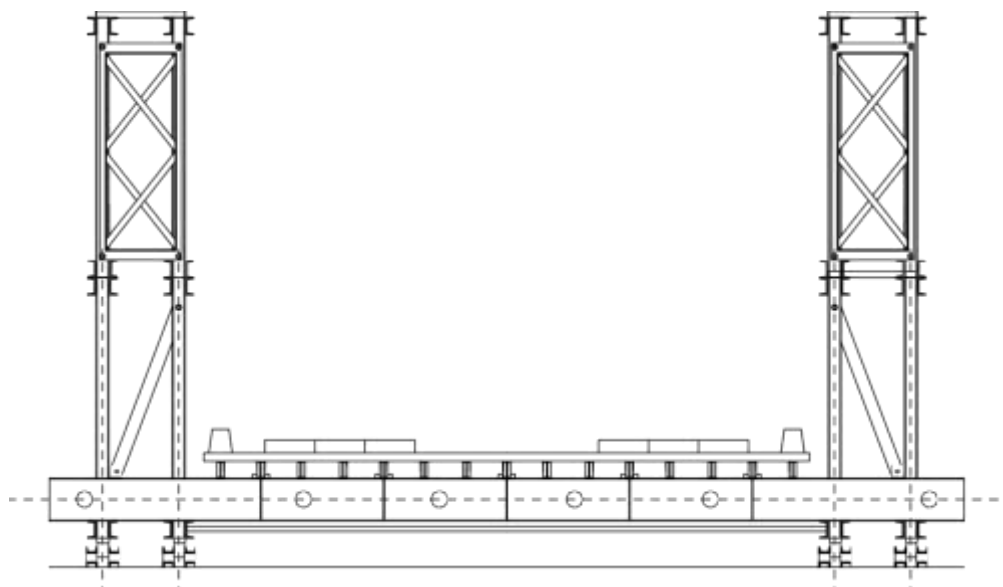
6.- PUENTE COLGANTE CON FIADORES CARGADOS



7.- CABLE - STAYED BRIDGES

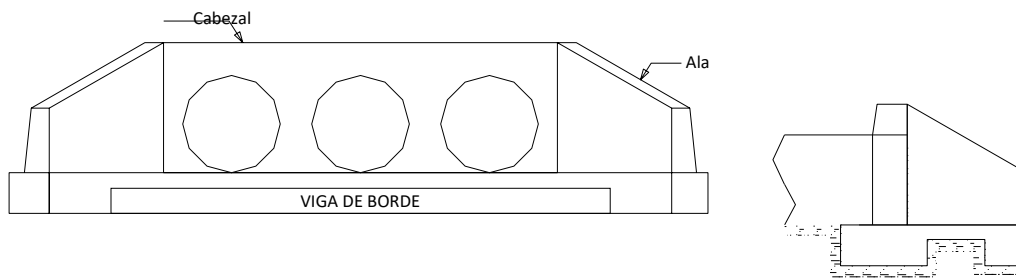


8. - PUENTE MODULAR

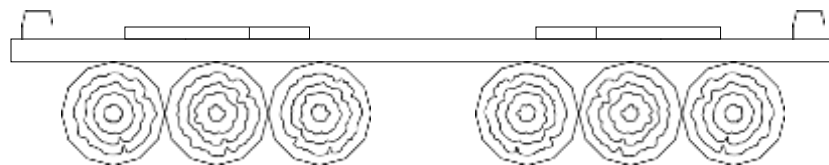


MODULAR BAILEY DISPOSICION DOBLE DOBLE TABLERO DE MADERA

9. – ALCANTARILLAS TMC O SUPER SPAN

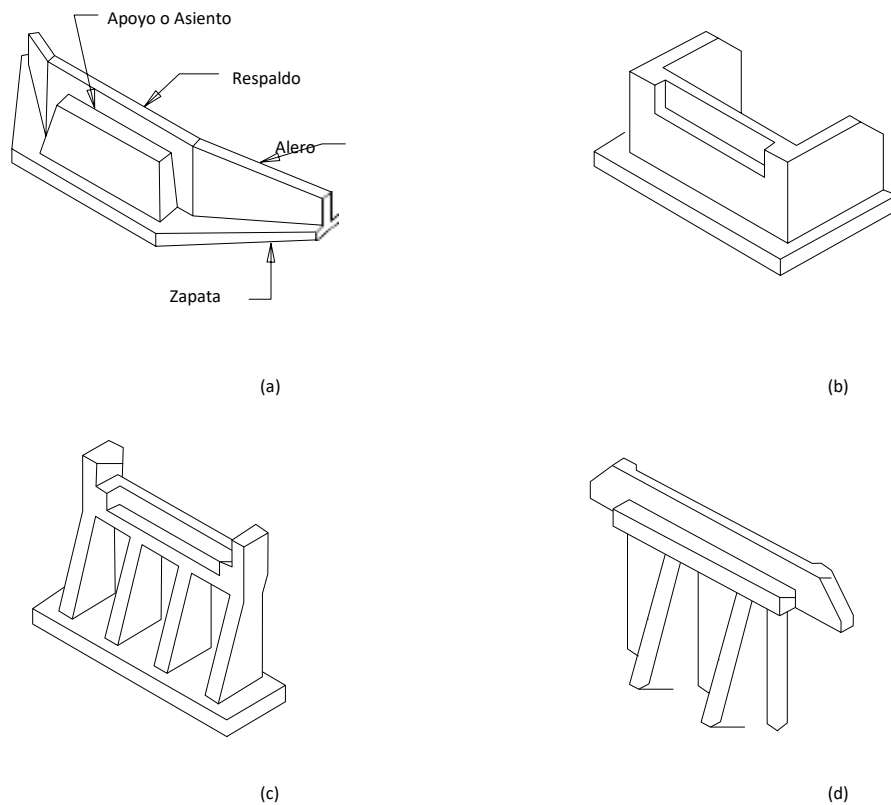


10. – PUENTE DE VIGAS DE MADERA

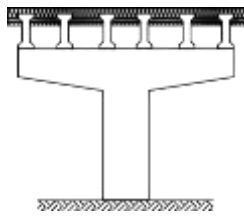


11. – SUBESTRUCTURAS

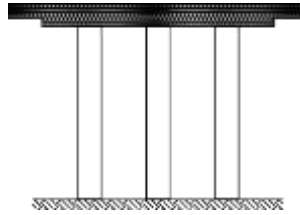
11.1 ESTRIBOS



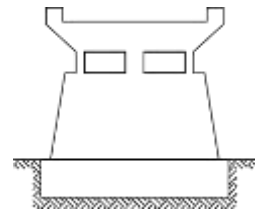
11.2 PILARES



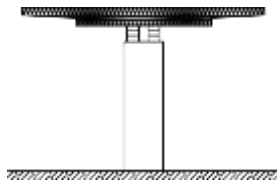
PILAR EN T



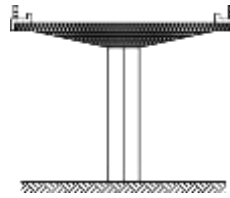
PILAR DE 3 COLUMNAS



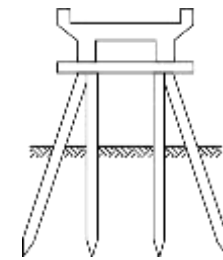
PILAR MURO



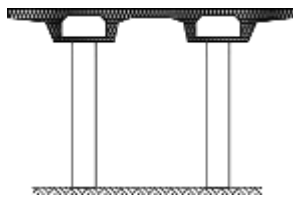
PILAR COLUMNA



PILAR COLUMNA



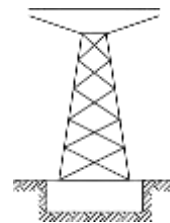
PILAR CEPA



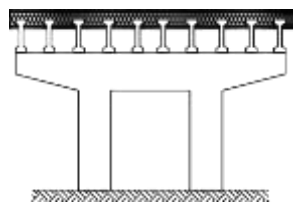
PILAR DE 2 COLUMNAS



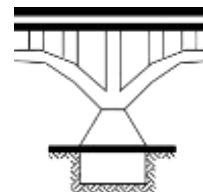
PILAR TIPO PLACA



PILAR CELOSIA

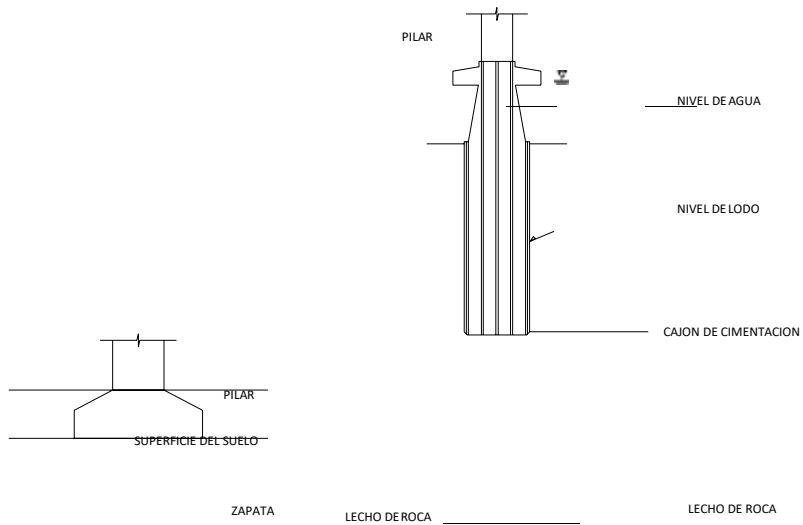


PILAR TIPO PORTICO



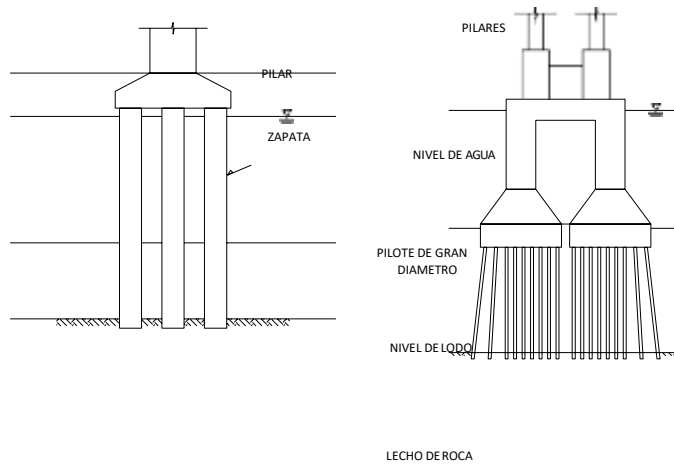
PILAR EN ARCO

11.3 CIMENTACIONES PROFUNDAS



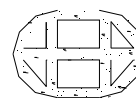
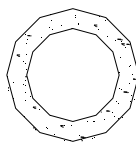
(a) Zapata Superficial

(b) Cajon de Cimentación



(c) Pilotes de Gran Diámetro

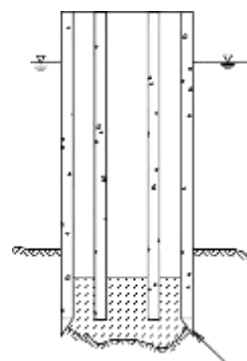
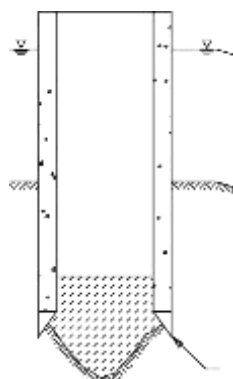
(d) Grupo de Pilotes Esbeltos



S
u
e
l
o

M
e
d
i
o

Agua



A
g
u
a

ANEXO N° 03

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

ANEXO N° 03: TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

RELACIÓN DE ELEMENTOS

Elemento N° 101	Losa de concreto armado (Refuerzo Longitudinal)
Elemento N° 104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)
Elemento N° 102	Losa de concreto pretensado (Pretensado Longitudinal)
Elemento N° 105	Losa de concreto pretensado (Pretensado Transversal)
Elemento N° 103	Losa de concreto Simple
Elemento N° 106	Plancha Metálica Corrugada
Elemento N° 107	Tablero de Madera
Elemento N° 110	Viga Principales concreto armado
Elemento N° 111	Vigas Secundarias de concreto armado
Elemento N° 112	Vigas Principales de concreto pretensado
Elemento N° 113	Vigas Secundarias de concreto pretensado
Elemento N° 114	Vigas Principales de Acero Estructural
Elemento N° 115	Vigas Secundarias de Acero
Elemento N° 161	Vigas Transversales y Largueros de Acero
Elemento N° 116	Vigas de Madera
Elemento N° 117	Arriostres de Acero
Elemento N° 131	Columnas de concreto armado
Elemento N° 132	Columnas de concreto pretensado
Elemento N° 133	Columna de acero estructural
Elemento N° 134	Muros de Concreto Armado
Elemento N° 135	Muros de Concreto Simple
Elemento N° 136	Tirante de Concreto Pretensado en pórticos
Elemento N° 145	Arco de concreto armado
Elemento N° 146	Arco de acero estructural
Elemento N° 160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero
Elemento N° 168	Estructura Metálica Bailey
Elemento N° 180	Cables Principales de Acero
Elemento N° 181	Barras de Anclaje en puentes colgantes
Elemento N° 182	Torres de Acero
Elemento N° 183	Péndolas de Acero con Sockets
Elemento N° 184	Accesorios (Sillas de Montar, Montura de Péndolas) en puentes colgantes
Elemento N° 185	Vigas de Rigidez
Elemento N° 186	Arriostres de Acero
Elemento N° 190	Losa de concreto Simple
Elemento N° 191	Losa de concreto armado (Refuerzo Longitudinal)
Elemento N° 192	Muros de Concreto Simple
Elemento N° 193	Muros de Concreto Armado Alcantarilla
Elemento N° 196	Plancha Metálica Corrugada (TMC)
Elemento N° 201	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Simple
Elemento N° 204	Elevación Alas del Estribo Concreto Simple
Elemento N° 240	Elevación de Pilares Concreto Simple
Elemento N° 202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado
Elemento N° 205	Elevación Alas del Estribo Concreto Armado
Elemento N° 241	Elevación de Pilares Concreto Armado
Elemento N° 203	Elevación Cuerpo del Estribo Madera
Elemento N° 206	Elevación Alas del Estribo Madera
Elemento N° 207	Elevación Cuerpo del Estribo de Mampostería de Piedra

RELACIÓN DE ELEMENTOS

Elemento N° 208	Elevación Alas del Estribo Mampostería de Piedra
Elemento N° 215	Zapata de Concreto Simple
Elemento N° 216	Zapata de Concreto Armado para Estribos
Elemento N° 217	Zapata de Mampostería de Piedra
Elemento N° 220	Caisson de Concreto Simple
Elemento N° 221	Caisson de Concreto Armado
Elemento N° 230	Pilotes de Concreto Armado
Elemento N° 231	Pilotes de Concreto Estructural
Elemento N° 232	Pilotes de Madera
Elemento N° 242	Elevación de Pilares de Madera
Elemento N° 301	Capa Asfalto
Elemento N° 302	Capa Concreto Pobre
Elemento N° 303	Tablones de Madera
Elemento N° 311	Vereda Concreto
Elemento N° 313	Vereda de Madera
Elemento N° 321	Apoyo fijo Neopreno
Elemento N° 322	Apoyo deslizante de neopreno
Elemento N° 323	Apoyo deslizante de acero
Elemento N° 325	Apoyo Roller Acero
Elemento N° 326	Apoyo Rocker Acero
Elemento N° 324	Apoyo articulado de acero
Elemento N° 327	Apoyo articulado Concreto
Elemento N° 328	Apoyo Rocker de Concreto
Elemento N° 329	Apoyo Eslabón y Pin (Vigas Gerber)
Elemento N° 341	Planchas Deslizantes
Elemento N° 342	Tipo Peine
Elemento N° 343	Tipo Comprensible / Expandible Celular
Elemento N° 344	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido
Elemento N° 351	Barandas de Madera
Elemento N° 352	Barandas de Concreto
Elemento N° 353	Barandas de Acero
Elemento N° 354	Parapeto de Concreto Armado
Elemento N° 355	Guardavías
Elemento N° 401	Márgenes del río
Elemento N° 402	Lecho del río
Elemento N° 406	Enrocado
Elemento N° 410	Muro de Concreto Simple
Elemento N° 411	Muro de Concreto Armado - Cauce
Elemento N° 412	Solado Concreto Simple
Elemento N° 413	Solado Concreto
Elemento N° 501	Señalización
Elemento N° 503	Muro de Concreto Simple - Accesos
Elemento N° 504	Muro de Concreto Armado en accesos
Elemento N° 505	Zapata de Concreto Simple en muros de contención
Elemento N° 506	Zapata de Concreto Armado
Elemento N° 526	Alcantarilla de Planchas Corrugada TMC

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

ANEXO Nº 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) :		
<u>TRAMO 1 (Principal)</u>		<u>TRAMO 2</u>	
Categoría/Tipo :	Categoría/Tipo :		
Características Secundarias :	Características Secundarias :		
Condición Borde :	Condición Borde :		
Material Predominante :	Material Predominante :		
4) TABLERO DE RODADURA			
<u>LOSA</u>		<u>VIGAS</u>	
Material :	Tipo :		
Espesor (m) :	N° Vigas :		
Superficie de Desgaste :	Material :		
	Forma :		
	Peralte (m) :		
	Separación entre Ejes :		
5) SUBESTRUCTURA			
<u>ESTRIBO IZQUIERDO</u>		<u>ESTRIBO DERECHO</u>	
Elevación / Tipo :		Elevación / Tipo :	
Elevación / Material :		Elevación / Material :	
Cimentación / Tipo :		Cimentación / Tipo :	
Cimentación / Material :		Cimentación / Material :	
6) PILARES			
<u>PILAR 1</u>		<u>PILAR 2</u>	<u>PILAR 3</u>
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 Sardinel (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 :					

.....	REGULAR : 2
.....	MALO 3
.....	MUY MALO : 4
.....	PESIMO 5
FECHA INSPECCION :/...../.....	
INSPECTOR :
	FIRMA

COMENTARIOS :	
FECHA INSPECCION :/...../.....	
INSPECTOR : FIRMA

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCION ANEXO N° 03 - 04 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONE

NOMBRE PUENTE :

.....

..... PROGRESIVA (m) :

TIPO PUENTE :

.....

..... AÑO CONSTRUCCION :

PROVINCIA :

.....

..... SOBRECARGA :

DISTRITO :

.....

..... LONGITUD TOTAL :

TRAMO :

.....

..... ANCHO DE CALZADA :

OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
ACCIONES NORMATIVAS	
ACCIONES PREVENTIVAS :	
ACCIONES EJECUTIVAS :	
COMENTARIOS :	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

FECHA INSPECCION :/...../.....

INSPECTOR :

.....

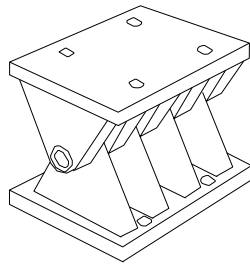
FIRMA

ANEXO N° 04

DETALLES GRÁFICOS DE ELEMENTOS A INSPECCIONAR

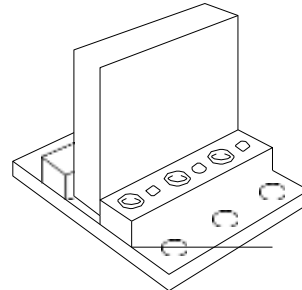
ANEXO N° 04: DETALLES GRÁFICOS DE ELEMENTOS A INSPECCIONAR

1. -APARATOS DE APOYO DE ACERO



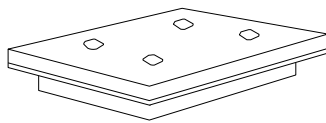
TIPO ARTICULADO

(Para grandes rotaciones, permite resistir gran carga horizontal)



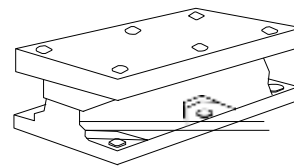
TIPO GUIA (PLACA)

(Para deslizamiento libre, permite resistir gran carga horizontal)



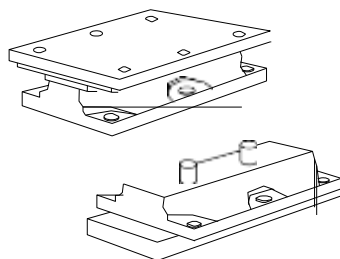
TIPO PLANCHA DESLIZANTE

(Solo traslación)



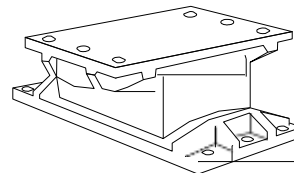
TIPO ROCKERS LINEAL FIJO

(Solo traslación y rotación alrededor de un eje)



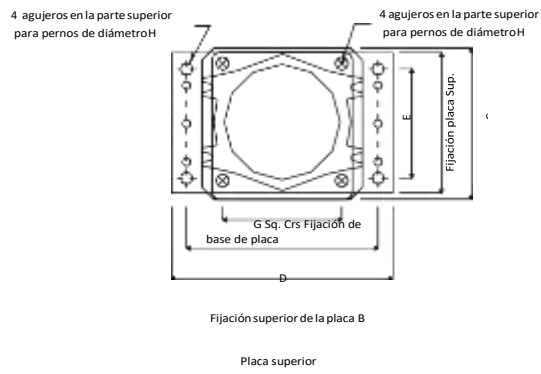
TIPO ROCKERS MODIFICADO

(Traslación y rotación alrededor de un eje)



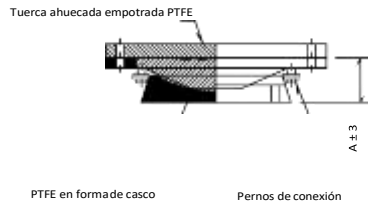
TIPO ROCKERS

(Traslación y rotación alrededor de ambos ejes)



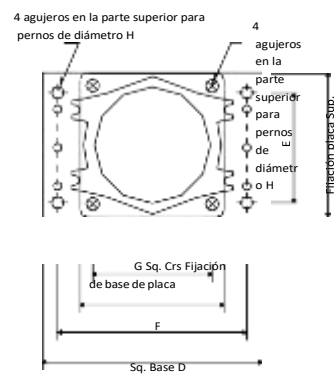
Fijación superior de la placa B

Placa superior



TIPO TETRONICO MOVIL

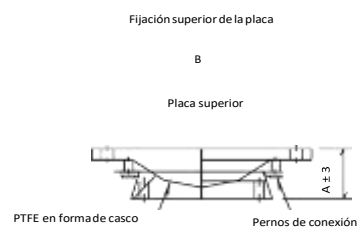
(Traslacion y rotacion alrededor de ambos ejes)



Fijación superior de la placa

B

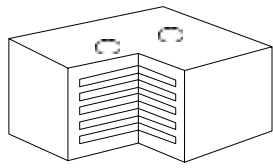
Placa superior



TIPO TETRONIC O FIJO

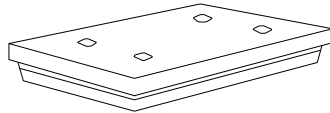
(Traslacion y rotacion alrededor de ambos ejes)

2. – APARATOS DE APOYO DE NEOPRENO

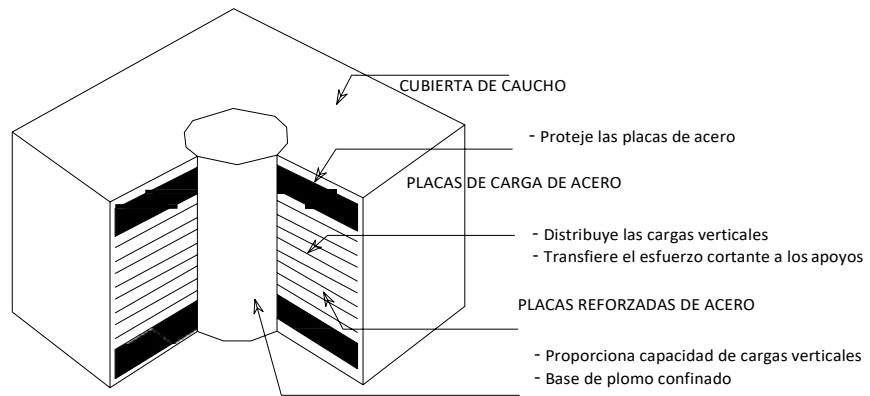


TIPO ALMOHADA NEOPRENO
REFORZ.

(Provee rotación y traslación en
ambos ejes)



3. – APARATOS DE APOYO DE NEOPRENO CON ALMA DE PLOMO



TIPO ALMOHADA NEOPRENO CON ALMA DE PLOMO

(Disipación por lazos histeréticos)

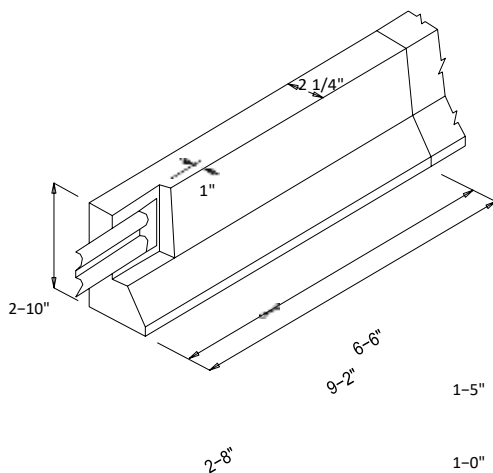
CAPAS DE CAUCHO INTERNAS

- Proporciona flexibilidad lateral

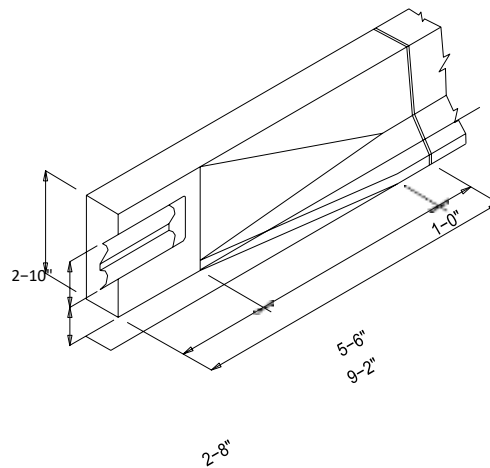
NUCLEO PRINCIPAL DE PLOMO

- Proporciona resistencia al viento
 - Reduce la fuerza del sismo y desplazamiento por disipación de la energía (amortiguamiento)

4. - BARANDAS



(a)

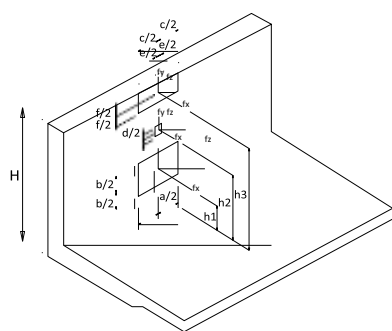


(b)

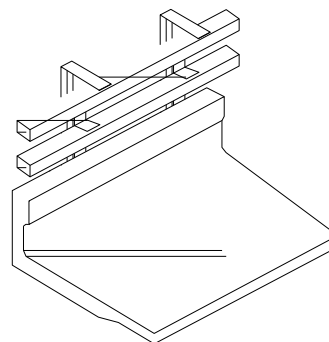
1 Pulg. = 25.4 mm

1 Pie = 0.3048 m

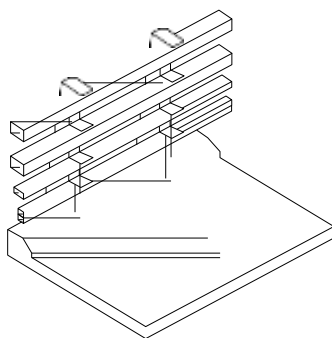
BARANDAS TIPO PARAPETO (TIPO NEW JERSEY)



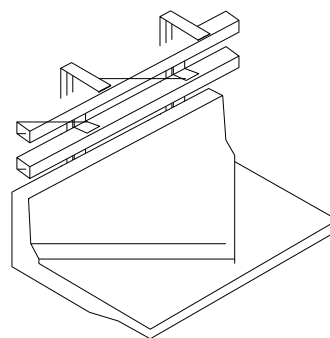
CONCEPT A



CONCEPT B



CONCEPT C

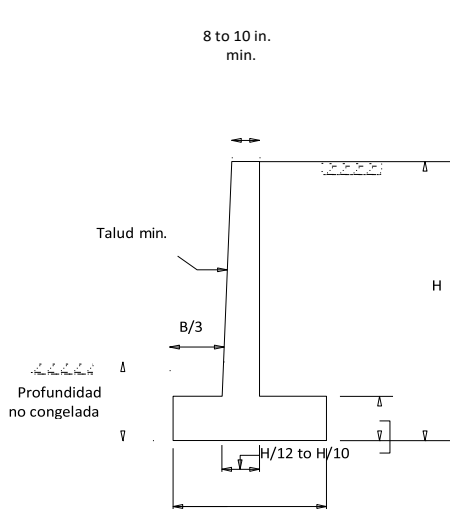


CONCEPT D

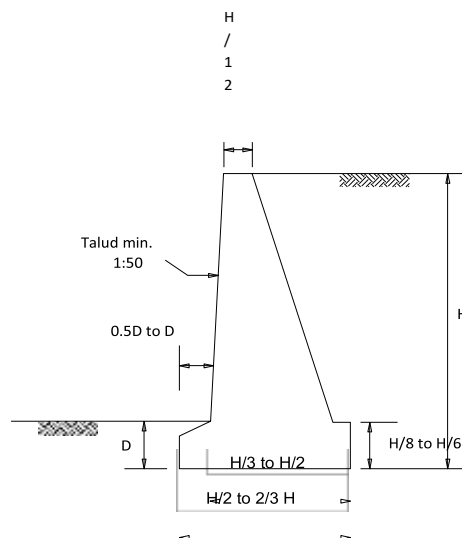
H*=Altura total de barandas

BARANDAS MIXTAS PARAPETO + POSTE CON PASAMANO

5. - MUROS DE CONTENCIÓN

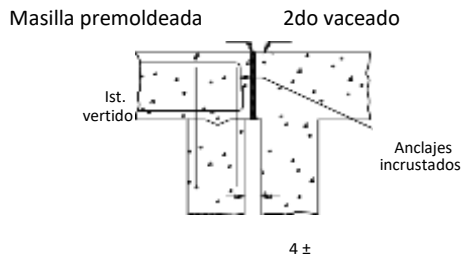


MURO EN VOLADIZO

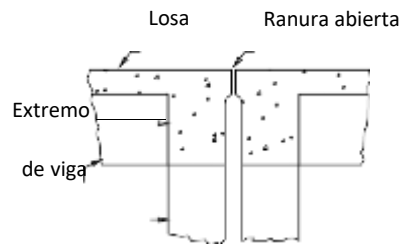


MURO DE CONTENCIÓN DE GRAVEDAD

6. - JUNTAS DE DILATACION



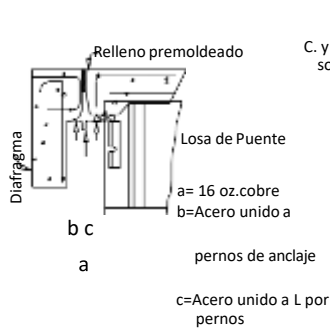
(h) MURO DOBLE O SERIE



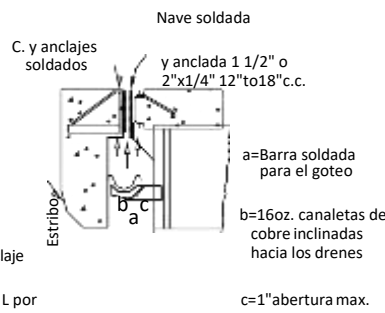
(i) COLUMNAS DOBLES DE COLUMNAS DOBLES

JUNTAS CERRADAS

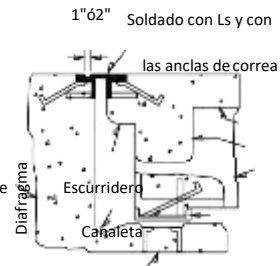
JUNTAS ABIERTAS



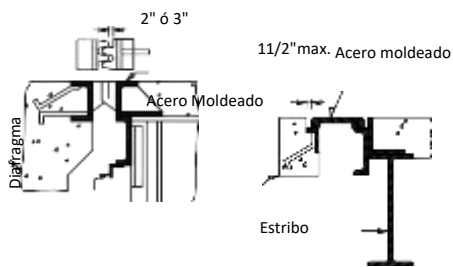
(a) JUNTA CERRADA PARA EXTREMO FIJO O EXPANSION PEQUEÑA



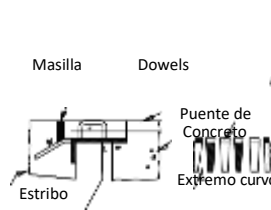
(b) JUNTA ABIERTA DRENANTE PARA EXTREMO FIJO O EXPANSION PEQ.



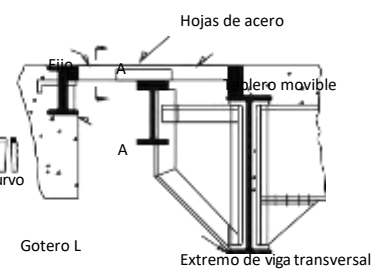
(c) JUNTA ARMADA PARA EXPANSIONES MODERADAS, CANALETAS PARA DRENAJE



(a) JUNTA CERRADA PARA EXTREMO FIJO O EXPANSION PEQUEÑA



(b) JUNTA ABIERTA DRENANTE PARA EXTREMO FIJO O EXPANSION PEQ.



(c) JUNTA ARMADA PARA EXPANSIONES MODERADAS, CANALETAS PARA DRENAJE

(d) JUNTA DENTADA PARA EXPANSIONES

(e) ARMAZON FLOTANTE PARA PERMITIR DEFLEXIONES

(f) LOSA FLOTANTE PARA EXPANSIONES

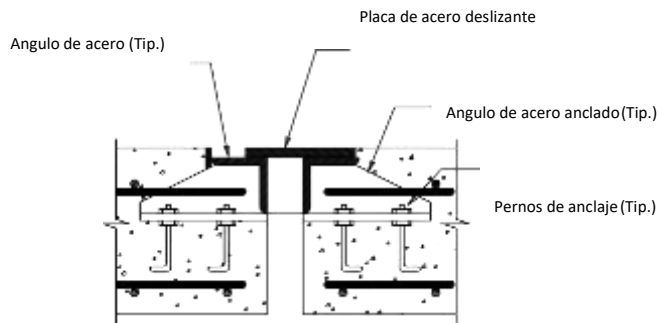
(g) JUNTAS DENTADAS PARA PUENTES QUE REQUIEREN EXPANSIONES GRANDES

MODERADAS

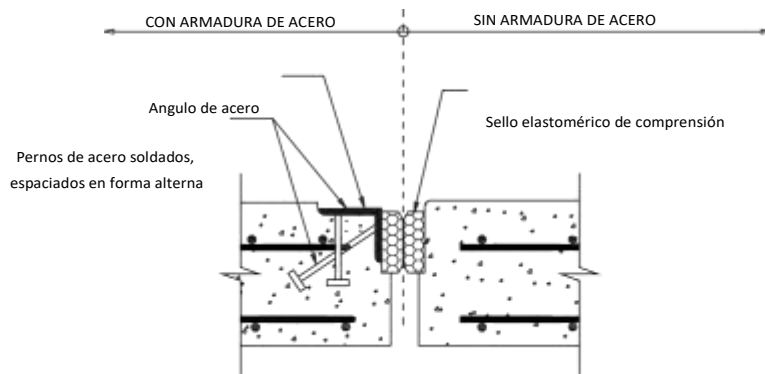
VERTICALES

PEQUEÑAS

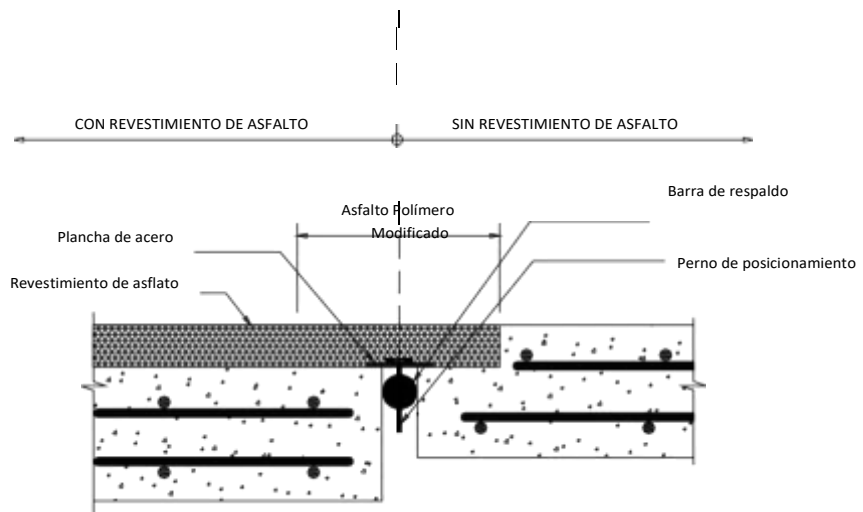
6.1 JUNTAS CON POCO RANGO DE MOVIMIENTO



a) TIPO PLANCHAS DESLIZANTES

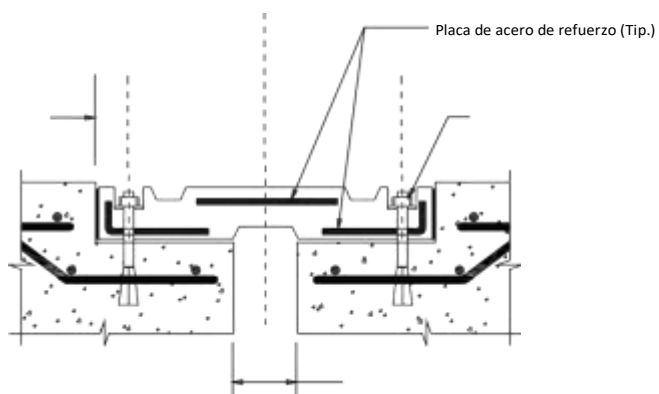


b) JUNTA SELLADA DE COMPRESION

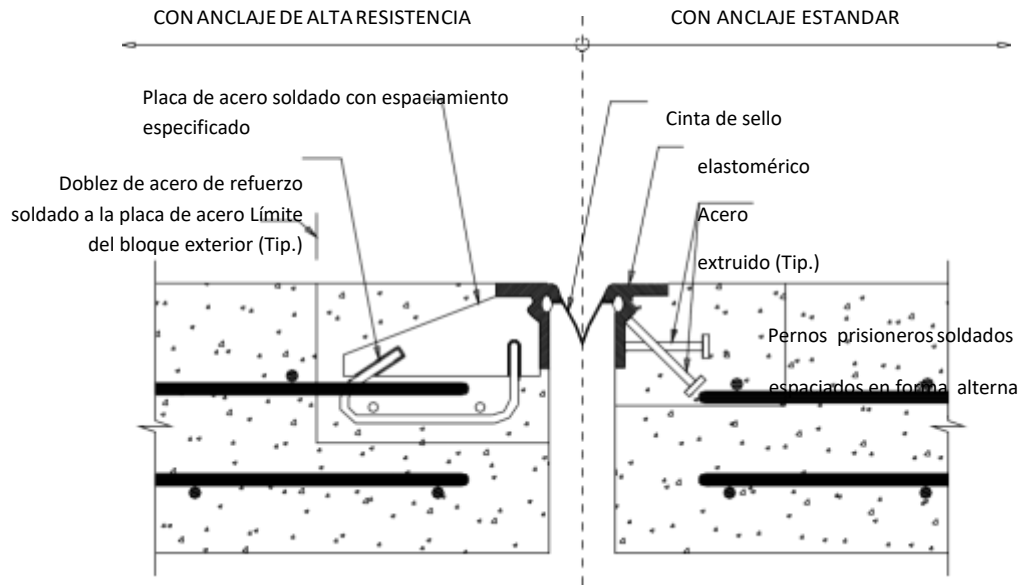


c) JUNTA SELLADA DE ASFALTO

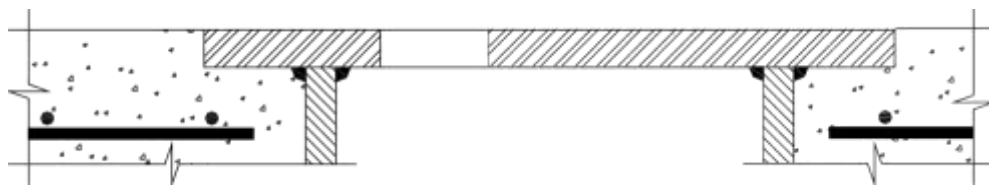
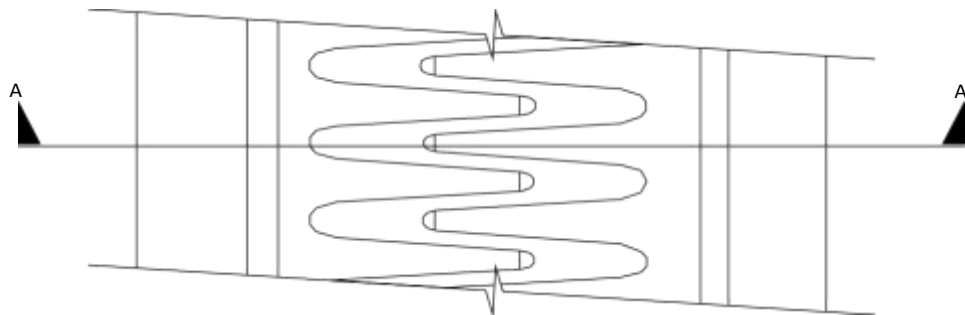
6.2 JUNTAS CON MEDIANO RANGO DE MOVIMIENTO



a) JUNTA PANEL BOLT-DOWN



b) JUNTA CERRADA CON PERFIL ELASTOMERICO



c) JUNTA TIPO PEINE

CORTE A-A

ANEXO N° 05

DEFECTOS Y PROBLEMAS DE LOS PUENTES

ANEXO N° 05: DEFECTOS Y PROBLEMAS DE LOS PUENTES

5.1. DEFECTOS EN LOS PUENTES

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: (i) funcionales y (ii) estructurales, tipificados de la siguiente manera:

5.1.1 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: (i) materiales depositados en el cauce del río que ponen en riesgo la estabilidad de la estructura, (ii) desniveles ubicados junto a las superficies de las cabeceras de los puentes, (iii) barandas y guarda-ruedas dañados que ponen en riesgo la seguridad del usuario y por último, (iv) plataformas que presentan depresiones. Todos los antes mencionados se encuadran en esta categoría de defectos. Por otro lado, problemas tales como: (i) la obstrucción de los elementos del drenaje superficial del tablero, y



(ii) la necesidad de reposición, reparación, o

pintura de las piezas dañadas de las barandas, deben considerarse trabajos que hacen parte del mantenimiento rutinario. Los equipo 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.

5.1.2 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 (i) grietas en piezas estructurales importantes como pilares y vigas, (ii) armaduras expuestas, (iii) 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.



5.2 PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS DE MADERA

5.2.1 PANDEOS Y RAJADURAS

Los pandeos y las rajaduras pueden llegar a poner en riesgo la estructura. Las rajaduras comprometen las uniones, ya que neutralizan la acción de los elementos de unión, como tornillos o pernos. Debe evitarse el uso de la madera verde en la construcción y reparación de los elementos de los puentes. Las extremidades de las piezas donde se verifique la posibilidad de penetración de humedad, deben impermeabilizarse adecuadamente.

Causa principal: secado inadecuado de las piezas de madera.

Alternativas de solución: (i) Substitución de la pieza o (ii) Inyección de resina tipo epóxica, así como el uso de abrazaderas para reforzar la pieza a través de grapas metálicas.

5.2.2 PUDRIMIENTO DE LAS PIEZAS DE MADERA

Las piezas de madera con problemas de pudrimiento o descomposición se vuelven oscuras y blandas, por la que pierden resistencia

Este tipo de problema puede verificarse visualmente, si se golpea la madera con un martillo o se perfora con un elemento puntiagudo.

El secado adecuado de las piezas de la madera y el drenaje de las áreas de contacto pueden evitar este tipo de problema. El uso de productos de protección como la creosota es una manera eficaz de prevención por que impermeabiliza las piezas tratadas. Las piezas deben tratarse inmediatamente después de que han sido trabajadas, o sea, después de su corte y agujereado para que todas las superficies que quedan expuestas reciban una película de protección.

Causa principal: humedad

en la pieza. Alternativas de

solución: Sustitución de la

pieza.

5.2.3 ACCIÓN DE FUEGO

Las piezas que han sido alcanzadas por el fuego se destruyen fácilmente debido al alto grado de combustión de la madera

Causa principal: Acción del fuego sobre las piezas alcanzadas. Ocurre debido a la imprudencia de conductores y transeúntes que tiran cigarros encendidos a lo largo del camino, o por las quemaduras de vegetación hechas por los agricultores en lugares próximos a los puentes.

Alternativas de solución: (i) sustitución de la pieza afectada y, (ii) corte de la vegetación bien

a ras del suelo en áreas próximas a los puentes para reducir el potencial de destrucción en caso de que se produzcan incendios en la vegetación circundante.

5.2.4 EFECTOS DEL DESGASTE MECÁNICO

En puentes de madera, la acción de la fricción de las ruedas de los vehículos puede ocasionar la formación de fibras junto a la superficie de la plataforma de madera, lo que resulta en una reducción importante del espesor de las piezas sujetas al contacto directo con el tráfico. La práctica usual de cubrir los surcos de la rueda con

tablas de madera dispuestas en el sentido del tráfico mejora sensiblemente el confort del usuario al atravesarlo, al mismo tiempo que facilita sobremanera las actividades para su mantenimiento.

Causa principal: acción continua en el tráfico

Alternativas de solución: (i) sustitución de las piezas dañadas e (ii) implantación junto a los surcos de rueda de tablas de madera en la forma mencionada anteriormente.

5.2.5 DEFORMACIONES

Las vigas longitudinales se deforman acentuadamente debido al paso de los vehículos.

Causa principal: Vehículos que transitan sobre el puente con exceso de carga.

Alternativas de solución: (i) sustitución de las vigas por elementos de mayor sección (ii) refuerzo de las piezas con deformación excesiva, o (iii) prohibición del tránsito de vehículos que transportan cargas con tonelaje más elevado que el permitido por la estructura del puente.

5.2.6 ATAQUES DE INSECTOS Y CRUSTÁCEOS

Las estructuras de madera pueden ser atacadas por insectos (termes), moluscos (teredo), o incluso crustáceos (limnea).

El uso de pesticidas o creosota en las piezas de construcción de los puentes minimiza la aparición de tales plagas junto a las superficies de las estructuras de madera. Estas plagas aparecen principalmente en áreas del litoral o también en manglares.



Causa principal: Falta de protección de las piezas de madera

5.3. PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

5.3.1 ALTERACION DEL CONCRETO

La alteración del concreto ocurre cuando el mismo está sometido a medios agresivos como sales y sulfatos. El uso de cementos con



resistencia a la acción de dichos agentes debe ser objeto de análisis cuando se prevea la aparición de este tipo de problema.

Causas principales: (i) presencia de aguas sulfatadas y (ii) infiltraciones a través de vacíos o hendiduras en las estructuras del concreto.

Alternativas de solución: (i) inyección de lechada de cemento o resina en las hendiduras existentes, y (ii) impermeabilización de las piezas de concreto que estén en contacto con el agua.

5.3.2 CORROSION DE LAS ARMADURAS

En regiones próximas al mar la acción de la intemperie en las armaduras expuestas ocurre rápidamente, lo que puede comprometer gravemente toda la estructura del puente.

Causas principales: (i) falta de recubrimiento de las armaduras y (ii) presencia de hendiduras en el concreto.



Alternativas de solución: Uso de lechada con aditivos como la resina epóxica o solamente lechada de cemento para el recubrimiento de las armaduras expuestas al aire;

Se consideran normales pequeñas hendiduras en las piezas de concreto armado siempre y cuando no haya exposición visible de las armaduras. Sin embargo, las mismas deben ser objeto de controles de rutina para verificar si son ocasionadas por los defectos de la retracción del concreto o si pueden estar indicando algún problema de orden estructural. Las hendiduras de mayor magnitud que son más visibles y con un espesor y profundidad mayores, se denominan grietas. Estas indican la existencia de probables problemas estructurales.

Causas principales: (i) retracción excesiva del concreto por problemas de cura insuficiente, (ii) variación excesiva de la temperatura ambiente y (iii) armaduras mal distribuidas o con problemas de adherencia.

Alternativas de solución: Relleno de las hendiduras con resina epóxica.

5.3.3 ACCION DE FUEGO

Las altas temperaturas generadas por el fuego afectan las estructuras de concreto ocasionado graves hendiduras. Las armaduras a su vez, también pueden afectarse dependiendo de la magnitud del siniestro.

Causas principales: temperatura excesivamente alta

Alternativas de solución: (i) reparación de las hendiduras con lechada de cemento o resina epóxica en el caso de que las armaduras no hayan sido afectadas y (ii) evaluación estructural de los daños en su totalidad para verificar las posibilidades de recuperación de la estructura, en el caso de que las armaduras hayan sido afectadas por el fuego.

5.3.4 DEFECTOS EN EL CONCRETO

Los problemas causados por el vertido incorrecto del concreto o errores al realizar los movimientos y/o las vibraciones en el encofrado durante la etapa de construcción, pueden dar origen a defectos en el concreto con o sin exposición de las armaduras.

Causas principales: (i) segregación del concreto durante su vertido en el encofrado, (ii) armaduras con falta de espacio para la penetración del concreto, (iii) encofrado con aberturas y (iv) vibración deficiente del concreto.

Alternativas de solución: Cubrir los defectos con la aplicación de una mezcla de cemento y arena o su relleno con resina epóxica.

ANEXO N° 06

PRUEBAS EN LOS COMPONENTES DE UN PUENTE

ANEXO N° 06 : PRUEBAS EN LOS COMPONENTES DE UN PUENTE

6.1. INTRODUCCIÓN

Para planificar una reparación o mantenimiento de un puente, en algunos casos es necesario obtener más información de la condición del material existente que la que se puede obtener con la inspección visual.

Normalmente el Supervisor no ejecuta estas pruebas, pero si debe saber cuando son necesarias y conocer lo que se determina con ellas. Por esta razón, es importante que el Inspector revise los conceptos técnicos sobre pruebas en los Componentes de un Puente, para facilitar su trabajo de inspección en campo y la preparación de su Informe de Inspección.

6.2. RECONOCIMIENTO DE LA CORROSIÓN DEL ACERO EN EL CONCRETO ARMADO

Hay varias pruebas para investigar el deterioro de un elemento debido a la corrosión del acero de refuerzo.

El reconocimiento de la delaminación se hace golpeando el tablero de concreto para que aparezcan las fisuras internas causadas por la corrosión del acero de refuerzo, quedando las marcas en la superficie; la superficie usualmente se sondea mediante una cadena de arrastre, mostrando la delaminación.

Las áreas que presentan este tipo de deterioro, quedan marcadas en la superficie y el mapa se usa como un informe de reconocimiento. La cantidad de delaminación es medida como porcentaje del área de la superficie tratada.

No se incluyen las cavidades que se han producido por otros motivos.



6.3. COBERTURA DEL ACERO DE REFUERZO USANDO UN MEDIDOR DE ESPESOR

Hay instrumentos comercialmente disponibles que, usando un campo magnético, detectan la presencia, dentro del concreto, de las barras de acero de refuerzo. Si se conoce el diámetro de la barra, el instrumento puede determinar el espesor de concreto sobre la barra.



La estimación de la profundidad a la que se encuentran las barras de refuerzo es útil cuando hay que remover parte de la superficie para trabajos de mantenimiento.

Para ayudar a comprobar la precisión y calibrar el instrumento, se expone una barra de refuerzo y se compara la lectura con la profundidad hallada. Esta práctica es útil puesto que el concreto puede contener partículas magnéticas que afectan las medidas dadas por el instrumento.

6.4. CONTENIDO DE CLORUROS

Es una Inspección Especial que se efectúa recogiendo muestras del polvo de concreto por efecto de taladrar la superficie y analizando las muestras obtenidas a varias profundidades.

El contenido de sales de cloro se puede medir en kg/m^3 . El umbral de contaminación empieza con $16 \text{ kg}/\text{m}^3$ (una libra por pie cúbico).

6.5. RECONOCIMIENTO DEL POTENCIAL DE CORROSIÓN

El procedimiento para medir el potencial de corrosión del acero de refuerzo es midiendo el potencial

eléctrico de este acero. Estas medidas se hacen conectando una sonda a un detector de corrosión.

La superficie es usualmente mojada para un mejor contacto eléctrico.

Esta prueba no es recomendable cuando el tablero está armado con acero galvanizado o cubierto con material epóxico.

6.6. MAPA DE CONTORNO DE CORROSIÓN

Los test de corrosión están típicamente circunscritos a un cuadrado de 1.3 m de lado (cuatro pies) establecido en el tablero del puente. Los resultados de la prueba se registran en la misma ubicación mostrada en un esquema del tablero y los contornos muestran las áreas que tienen delaminación, contaminación por cloruros y corrosión activa.

6.7. NUEVAS PRUEBAS DE CORROSIÓN

Los tableros de concreto, deteriorados por contaminación con sales de cloro, continúan aumentando el costo del mantenimiento en puentes. La investigación y los esfuerzos que se desarrollan para hallar métodos de detección y cuantificación de daños por corrosión, en forma más confiable y rápida, hacen más efectiva la administración para el mantenimiento de puentes.

Uno de tales esfuerzos es el desarrollo de un índice de la medida de corrosión basada en la determinación de la polarización potencial del acero de refuerzo. Otro método de prueba, es de acuerdo a la permeabilidad del concreto, indicado por la carga eléctrica que pasa a través de este material.



6.8. PRUEBAS EN CONCRETO SIN RELACIÓN A LA CORROSIÓN

En un tablero de concreto armado, se puede determinar las características del material que son más útiles en la planificación de su mantenimiento, mediante:

6.8.1 TESTIGOS.

Que pueden ser extraídos mediante taladros del material endurecido que forma el tablero. Estos testigos pueden luego ser probados a la compresión.



Sin embargo, como la mayoría de los problemas tiene más relación con la durabilidad que con la resistencia, raramente estos testigos se ensayan la compresión simple y, mas bien, son usados para análisis petrográficos de aire incorporado y para pruebas de contaminación química. Como esta prueba es costosa y destructiva, los testigos se extraen solo cuando es necesario efectuar investigación adicional.

6.8.2 REACTIVIDAD ALCALINA DE LOS AGREGADOS

Algunos agregados reaccionan con el cemento creando un gel en el concreto endurecido; con el tiempo, este gel se expande causando fisuras y desintegración de la adherencia entre los ingredientes del concreto. Una prueba con luz ultravioleta y acetato de uranio permite determinar la presencia del gel.

Poco puede hacerse para prevenir este problema en los puentes existentes, excepto hacer lo posible para impedir el uso de agregados reactivos en las futuras reparaciones.

6.8.3 PRUEBAS PARA PROBLEMAS ESPECIALES

Hay pruebas consideradas muy costosas para ser usadas en forma rutinaria. Sin embargo algunas pueden ser usadas en situaciones especiales, tales como:

6.8.3.1 VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO

Con esta medición se obtiene el tiempo de transmisión de energía de un pulso ultrasónico a través de una cierta distancia de concreto. Esta velocidad es proporcional al módulo dinámico de elasticidad o endurecimiento, el cual a su vez es un indicador de la resistencia del concreto.



La prueba evalúa la homogeneidad y determina la ubicación de las fisuras. El resultado puede ser afectado por muchos factores, incluyendo la variación de los agregados y la ubicación del acero de refuerzo. Se obtiene resultados cuantitativos, pero ellos son de naturaleza relativa, por lo que es necesario correlacionarlos con testigos, para conseguir valores absolutos.

6.8.3.2 INSPECCION RADIOGRÁFICA

Puede usarse para ubicar fisuras, acero de refuerzo y vacíos internos en el concreto. Se puede penetrar hasta 200 mm dentro del concreto.



Es un método no destructivo pero requiere acceso a la parte posterior del elemento. Es muy costoso y debe ser usado con cuidado por el potencial de riesgo a la salud de los rayos X.

6.8.3.3 TOMOGRAFÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA

Esta prueba emplea una fuente nuclear para obtener una sección transversal del elemento. Entrega información sobre la ubicación de los agregados, fisuras, vacíos, densidad y extensión de la corrosión.



Es un método no destructivo y puede ser usado para observar elementos de hasta un metro de espesor. Es muy costoso, no da medidas directas de resistencia y tiene un alto riesgo para el usuario.

6.9. PRUEBAS EN ELEMENTOS DE ACERO

Existen varios métodos de prueba para evaluar los problemas que tienen los elementos de acero. Es importante conocer la resistencia del acero, sus ingredientes y la presencia de fallas o fisuras que no se pueden observar a simple vista.

6.9.1 PLACAS DE MUESTRA

Se pueden extraer muestra del área de un elemento donde no cause problema a la estructura (determinada por un especialista estructural calificado). La muestra puede ser probada a esfuerzos de tracción y análisis de sus ingredientes (para capacidad de carga y

soldabilidad). La prueba es destructiva por lo que su uso es restringido.



6.9.2 TINTES DE PENETRACIÓN

Esta prueba es usada para identificar y aumentar las fisuras en la superficie de elementos de acero. La prueba es simple y no es costosa. Fotografiando las fisuras se obtiene un registro duradero.



6.9.3 PRUEBAS CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Con esta prueba se ubican fisuras en la superficie de elementos de acero, introduciendo un campo magnético. Las partículas magnéticas son fluorescentes y están suspendidas en un líquido espeso. El campo magnético atrae las partículas hacia las discontinuidades de la superficie de acero. El método es rápido y de bajo costo, aunque sólo es aplicable a defectos superficiales.



6.9.4 PRUEBAS ULTRASÓNICAS

Este método emplea ondas de sonido para ubicar fisuras o fallas dentro de miembros de acero. Es comúnmente usado en uniones soldadas terminales de platabandas, partes de péndolas con pines.

Es más efectiva en la identificación de fisuras que son perpendiculares, más que paralelas, a la dirección de la onda de

sonido. Es una prueba no destructiva y puede ser usada para medir espesores de elementos.



6.9.5 INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

Se localizan fisuras con empleo de películas y una fuente de rayos X o rayos gamma, colocada en el lado opuesto del elemento, obteniendo



un registro permanente. Se puede penetrar hasta 350 mm. en el acero.

El método es costoso, difícil de usar, con riesgo de salud para el operador, a menos que se tomen cuidados extremos durante su aplicación.

6.9.6 HOLOGRAFIA ACÚSTICA

Con este método se ubican fisuras empleando transductores ultrasónicos que producen una figura multidimensional y un registro permanente. La prueba es costosa y algo experimental.

6.10. PRUEBAS EN ELEMENTOS DE MADERA

La madera es uno de los materiales antiguos más usados en los puentes. A pesar de su larga historia, aun están en desarrollo métodos de prueba para

añadir a esos actualmente en uso:

6.10.1 PUNZÓN DE PRUEBA

Un punzón (Picahielos) puede ser usado para que, en forma subjetiva, se mida la calidad de la madera.

6.10.2 PERFORACIONES

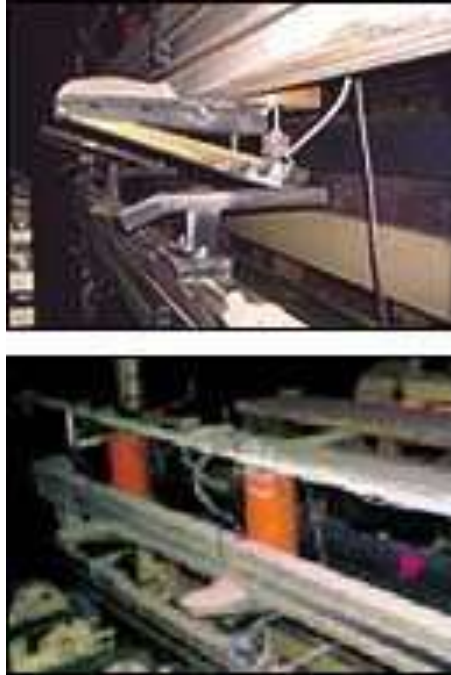
Se emplean para obtener muestras del interior de una pieza de madera ya que el deterioro empieza en el interior de un elemento tratado. Con esta prueba se define si el elemento debe ser cambiado como parte de una operación de reparación.

6.10.3 PRUEBAS AVANZADAS PARA MADERA

Las siguientes son dos de las muchas pruebas que se han desarrollado para evaluar la capacidad de los elementos de madera.

6.10.3.1 PRUEBA DE VELOCIDAD DE PULSO SÓNICO

Con este método se tiene la resistencia relativa de la madera y la pérdida de sección como un solo valor, basándose en la velocidad del pulso, que es proporcional a la densidad y al módulo de elasticidad. Para obtener valores absolutos es necesario correlacionar los resultados con muestras de conocida resistencia.



MEDIDORES MANUALES DE HUMEDAD

Con estos medidores se obtiene la humedad contenida en una pieza sólida, incluyendo madera laminada. Estos aparatos pueden ser de medición dieléctrica o de conducción. Con ello se obtiene una medida rápida del contenido de humedad y también proporcionan información sobre resistencia, basándose en parámetros eléctricos, aunque esa información no es confiable.



Las medidas deben ser comparadas con una curva de calibración, para obtener una medida indirecta del contenido de humedad.

Ciertos preservantes (creosota) y adhesivos (cola de madera laminada) pueden afectar las lecturas.

6.11. PRUEBAS DE CARGAS

La mayoría de los métodos de medición de capacidad de un elemento de un puente, predicen el esfuerzo que puede producirse en ese elemento por el peso de un vehículo.

La predicción se basa en una simple aplicación de la teoría estructural, combinada con factores experimentales. Las lecturas de los medidores de deformación, aplicados en ciertos puntos de la estructura, son convertidas a esfuerzos, registrando los producidos por diferentes cargas.

Este método es aplicable en caso que exista duda del estado de un puente y debe realizarse con un proceso específico y aprobado.

