

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**INSPECCION Y EVALUACION DE SUPERESTRUCTURA DE
PONTONES DE MADERA**

**MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA
CAÑETE – HUANCAYO Km. 220+000 AL Km. 235+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

RAUL FERNANDO CHUQUILLANQUI HERRERA

**Lima- Perú
2010**

INDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE FOTOGRAFIAS	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO I: PERFIL DEL PROYECTO	9
1.1. Aspectos generales	9
1.2. Identificación del proyecto	10
1.3. Formulación y evaluación	18
CAPITULO II: PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS DE MADERA	27
2.1. Pandeos y rajaduras	27
2.2. Pudrimiento de las piezas de madera	28
2.3. Acción del fuego	29
2.4. Efectos del desgaste mecánico	29
2.5. Deformaciones	30
CAPITULO III: PRUEBAS EN COMPONENTES DE UN PONTON DE MADERA	31
3.1. Punzón de prueba	31
3.2. Prueba de velocidad de pulso sónico	32
3.3. Medidores manuales de humedad	34
CAPITULO IV: INSPECCION	35
4.1 Generalidades	35
4.2. Tipos de inspección	35
4.3. Requisitos y obligaciones del personal de inspección	36
4.4. Ejecución de la inspección	39
4.5. Toma de datos de la inspección	43

4.6. Condición global del pontón	43
4.7. Panel fotográfico	43
4.8. Frecuencia de las inspecciones	51
CAPITULO V: EVALUACION	53
5.1. Evaluación del pontón	53
5.2. Planteamiento de soluciones	54
5.3. Acciones para la conservación del pontón de madera	55
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	63

RESUMEN

En la actualidad existe la vía Cañete – Lunahuaná – Pacarán - División Yauyos – Ronchas Chupaca – Huancayo, la cual es ruta alternativa de la Carretera Central, recorriéndose en nueve horas partiendo desde Lima. En esta ruta solamente pueden transitar vehículos ligeros (autos y camionetas), camiones y buses de dos ejes.

Esta carretera forma parte del Programa de Infraestructura Vial Proyecto Perú del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual ha sido diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, formando corredores viales de desarrollo sostenido con el fin de elevar la competitividad de las zonas del interior del país, buscando la integración del mismo.

Con el mejoramiento de la carretera, se ha originado que circule una mayor cantidad de vehículos ligeros, camiones y buses, provocando un incremento en la carga vehicular de la vía, lo cual afecta directamente en el funcionamiento de los puentes de madera (pontones), que fueron construidos para soportar cargas vehiculares menores y sin los criterios técnicos adecuados.

En el presente trabajo se muestra la importancia de la inspección y evaluación de los puentes de madera, ya que son las obras de arte más costosas dentro de las obras de infraestructura vial, además de mencionar las causales de deterioro de los componentes de la estructura, así como los métodos para identificar dichos problemas.

Uno de los aportes más importantes del presente estudio es la determinación de la frecuencia de las inspecciones de puentes de madera y las acciones normativas que se podrían ejecutar para su conservación.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01: Distancias y tramos carretera Cañete – Chupaca	11
Cuadro N°1.02: Árbol de causas y efectos	15
Cuadro N°1.03: Árbol de medios y fines	16
Cuadro N°1.04: Resumen del IMD-2009 (tráfico normal)	19
Cuadro N°1.05: Tasa de crecimiento	19
Cuadro N°1.06: Resumen del IMD-2010 (tráfico normal proyectado)	20
Cuadro N°1.07: Resumen del IMD-2012 (tráfico normal proyectado)	20
Cuadro N°1.08: Resumen del IMD-2012 (tráfico generado proyectado)	21
Cuadro N°1.09: Costos de inversión	21
Cuadro N°1.10: Costos de mantenimiento	22
Cuadro N°1.11: Evaluación económica-alternativa N°1 en US \$	22
Cuadro N°1.12: Evaluación económica-alternativa N°2 en US \$	23
Cuadro N°1.13: Evaluación económica-alternativa N°3 en US \$	23
Cuadro N°1.14: Condición base de trafico generado: 20% tráfico normal	24
Cuadro N°1.15: Matriz de marco lógico	26

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°4.01: Vista general del pontón ubicado en el Km. 181+70044	
Fotografía N°4.02: Medición de la elevación del pontón	44
Fotografía N°4.03: Vista de las vigas peraltadas de madera (circular)	45
Fotografía N°4.04: Vista del estribo derecho (mampostería de piedra y mortero	45
Fotografía N°4.05: Vista del estribo izquierdo	46
Fotografía N°4.06: Medición del tablero de rodadura	46
Fotografía N°4.07: Medición de la altura en m.s.n.m.	47
Fotografía N°4.08: Medición de la luz principal	47
Fotografía N°4.09: Medición de la altura libre	48
Fotografía N°4.10: Medición del ancho de acceso	48
Fotografía N°4.11: Vista de las señales informativas existentes en las cercanías del pontón	49
Fotografía N°4.12: Vista de las rajaduras de la madera	49
Fotografía N°4.13: Vista de la falta de limpieza y desgaste de la superficie de rodadura	50
Fotografía N°4.14: Vista de la condición regular de los accesos	50
Fotografía N°5.01: Vista de la humedad excesiva y pudrimiento de las vigas	57

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia, titulado *“INSPECCION Y EVALUACION DE SUPERESTRUCTURA DE PONTONES DE MADERA – MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA CAÑETE – HUANCAYO Km. 220+000 AL Km. 235+000”* se desarrolla dentro de los lineamientos consignados en el Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos cuyo tema es el “Monitoreo de conservación carretera Cañete – Huancayo”, cuyo objetivo es proponer alternativas de solución a los problemas identificados en la vía y sus componentes.

En el primer capítulo se presenta el Resumen del estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil, en el que se describe los aspectos generales, identificación del proyecto, formulación y evaluación del proyecto.

En el segundo capítulo se indica los problemas más comunes en estructuras de madera, los cuales son causantes directos para el deterioro de la misma. Además se indica las causas principales y las alternativas de solución para estos problemas.

En el tercer capítulo se describe las pruebas de ensayos en los componentes de un puente de madera, lo cuales sirven para identificar daños en los puentes de madera, cabe mencionar, que estas pruebas son realizables in-situ.

En el cuarto capítulo se proporciona toda la información para la adecuada realización de una inspección de puentes de madera, además de mencionar los tipos de inspección y la frecuencia recomendada de los mismos. Se adiciona un registro fotográfico del pontón de madera durante la inspección.

En el quinto capítulo está orientado a la evaluación de los datos obtenidos en la inspección al pontón de madera asignado. Se diagnostica el estado del pontón y se ofrece las alternativas de solución para finalmente conforman un plan de acciones de mantenimiento y conservación del pontón.

Al final del informe se desarrollan las conclusiones y recomendaciones como consecuencia de los resultados obtenidos en el informe. Adicionalmente se adjuntan anexos de datos recopilados y utilizados.

CAPITULO I

PERFIL DEL PROYECTO

1.1. ASPECTOS GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto lleva por nombre; Estudio de Preinversión a nivel de Perfil para "Cambio de estándar de la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo".

PARTICIPACION DE LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS

La principal entidad involucrada es el Provías Nacional la cual es la encargada de gestionar la red vial nacional.

Los beneficiarios principales serían los usuarios de la vía, para el presente informe los beneficiarios directos son los pobladores de las localidades de Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, Calachota, Magdalena, Yauyos, Alis, Tomas, Tinco de Yauricocha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Roncha, Huarisca y Chupaca y zonas aledañas.

MARCO DE REFERENCIA

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León, (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca de 245.15 km de longitud aproximadamente, que está ubicada en los Departamentos de Lima y Junín; la vía forma parte de la Ruta 22 (Transversal) de la Red Vial Nacional, obteniéndose la aprobación mediante Resolución Directoral N° 815-2004-MTC/20 del 22.11.2004.

Según el Informe N° 838-2004-MTC/09.02 de fecha 07.09.2004, del Director de Inversiones de la Oficina General de Planificación y Presupuesto, el estudio de Perfil del Proyecto presentado satisface las exigencias de contenidos mínimos para un estudio a nivel de perfil, establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública. Con oficio N° 513-2004-MTC/09.02 de fecha 16.09.2004 el Director General de la OPP solicita al Director General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas la autorización para la elaboración del estudio de Factibilidad del Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca. Con oficio N° 1411-2004-EF/68.01 de fecha 06.10.2004 el Director General de Programación Multianual del Sector Público del MEF autoriza la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca.

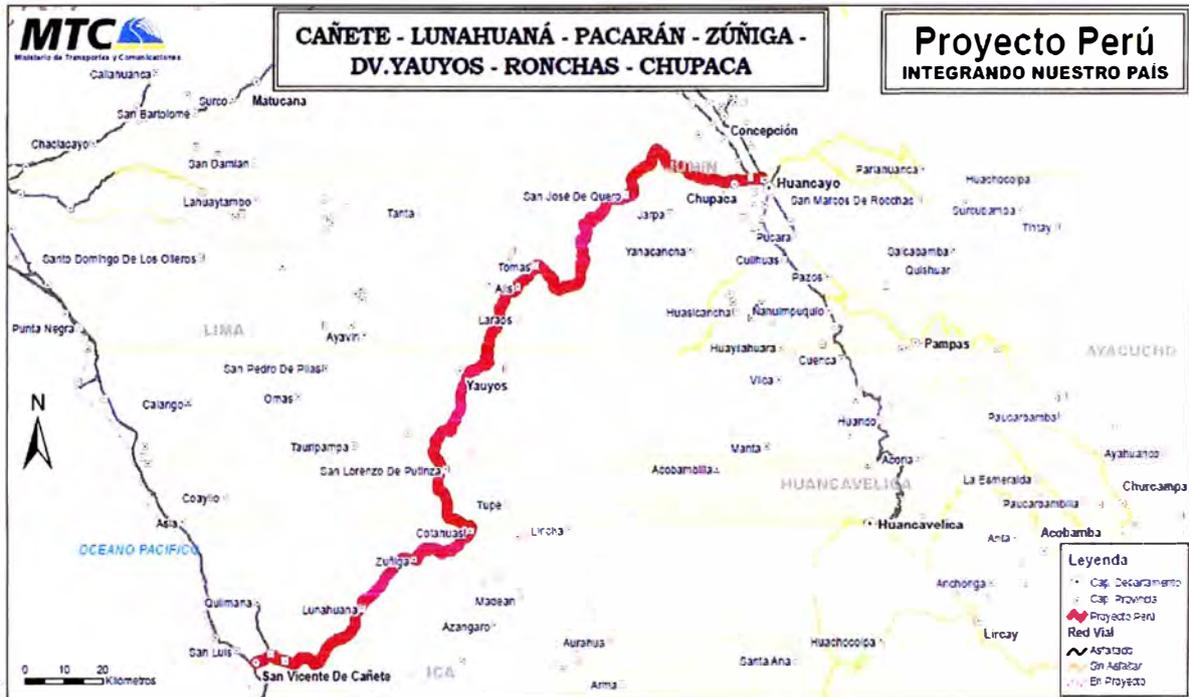
1.2. IDENTIFICACION DEL PROYECTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

La carretera se desarrolla entre los distritos de Cañete-Lunahuana-Pacarán-Chupaca; la cual pertenece a la red vial nacional, con código de ruta R22 de 245 km de longitud, con origen en Lunahuaná (40+750) y destino en Chupaca (285+900).

El tramo en estudio se encuentra en los Departamentos de Lima y Junín. En el Departamento de Lima recorre la provincia de Cañete, pasando por los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zúñiga; en la provincia de Yauyos pasa por los distritos de Catahuasi, Ayanca, Yauyos, Catania, Miraflores, Alis y Tomas. En el Departamento de Junín recorre la provincia de Chupaca, pasando por los distritos de Jarpa, Ahuac y Chupaca; en la provincia de Concepción pasa por los distritos de San José de Quero y Chambará.

FIG N° 1.01: Mapa de ubicación del tramo a ser evaluado



Fuente: Proviás Nacional

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

La carretera se desarrolla entre los distritos de Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Chupaca; la cual forma parte de la Red Vial Nacional R22. La altitud de la vía varía entre los 450 m.s.n.m. y 4,600 m.s.n.m. y tiene una longitud de 271.72 km.

La vía en estudio se divide en los siguientes tramos:

CUADRO N°1.01: Distancias y tramos Carretera Cañete-Chupaca

Localidad	Progresiva	Tramo	Distancia Km
Cañete	0+000	Cañete-Lunahuaná	40,950
Lunahuaná	40+950	Lunahuaná - Pacarán	11,907
Pacarán	52+857	Pacarán - Zúñiga	3,743
Zúñiga	56+600	Zúñiga - Dv. Yauyos	70,400
Magdalena	127+000	Dv. Yauyos - Roncha	128,185
Roncha	255+185	Roncha - Chupaca	16,541
Chupaca	271+726	Total	271,726

Fuente: Elaboración propia

SITUACION Y PROBLEMÁTICA QUE MOTIVA EL PROYECTO

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones tiene como objetivo crear nuevas rutas de integración económica y promocionar el desarrollo sostenible de las localidades interconectadas, así como de aligerar la carga vehicular en la carretera central razones por las cuales se ha tomado la decisión de rehabilitar y mejorar la carretera existente desde el distrito de Zúñiga hasta el distrito de Chupaca, enmarcado en el Proyecto Perú.

La superficie de rodadura presenta ondulaciones, encalaminado, baches, hundimientos, erosión; la situación se agrava en épocas de verano cuando las condiciones climáticas incrementan la temperatura la temperatura de la superficie de rodadura y originan pérdida de humedad que da lugar a una consecuente pérdida de material fino ocasionando problemas ambientales como la generación de polvo en el aire.

La razón principal de la comunidad es mejorar el intercambio comercial regional entre los departamentos de Junín y Lima con un enfoque agro-exportador.

Para resolver esta situación es necesario mejorar la transitabilidad de la vía lo que generara la reducción de los costos de transporte, tanto para los costos de mantenimiento vehicular como la disminución del costo de los fletes. Así mismo se disminuirá el tiempo de viaje y se reducirá el riesgo de accidentes ocasionados por el estado actual de la vía.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

El deterioro de la superficie de rodadura ocasiona en el poblador rural, en su condición de agricultor, dificultades para el traslado de sus productos, prolongado tiempo de traslado y elevado costo, colocando al agricultor en una situación desventajosa, ya que los precios de sus productos no compensan el incremento de los costos, lo que ocasiona un bajo nivel de vida de los pobladores.

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central: “Deficiente nivel de transitabilidad que limita el traslado de carga y pasajeros”.

A continuación se describe la condición actual de la carretera por tramos:

*El tramo **Cañete – Lunahuaná***, presencia de agua sobre la estructura del pavimento, presenta puntos críticos por insuficiente y/o ausencia de elementos de señalización en tramos curvos, la neblina en horas de la mañana dificulta la visibilidad.

*El tramo **Lunahuaná - Pacarán***, tiene registrado un total de 68 obras de drenaje y obras de arte, dichas obras presentan una condición estructural buena, sin embargo su condición funcional es parcialmente buena y regular, en general presenta buena señalización preventiva e informativa. Presenta puntos críticos por inestabilidad de taludes, falta de mantenimiento e insuficientes obras de drenaje, lo cual se refleja en el deterioro acelerado de la vía, como consecuencia de la presencia de agua sobre la estructura del pavimento en épocas de lluvia.

*El tramo **Pacarán – Zúñiga***, no presenta puntos críticos por inestabilidad de taludes, sin embargo encontramos deformaciones (huellas/hundimientos) en el afirmado, el estado del Puente Pacarán es preocupante (actualmente se encuentra fuera de servicio), las alcantarillas, cunetas y canales tienen buena condición estructural sin embargo su funcionamiento varía entre mala a regular, esto se debe a la falta de mantenimiento preventivo. Presenta en general deficiente señalización preventiva e informativa.

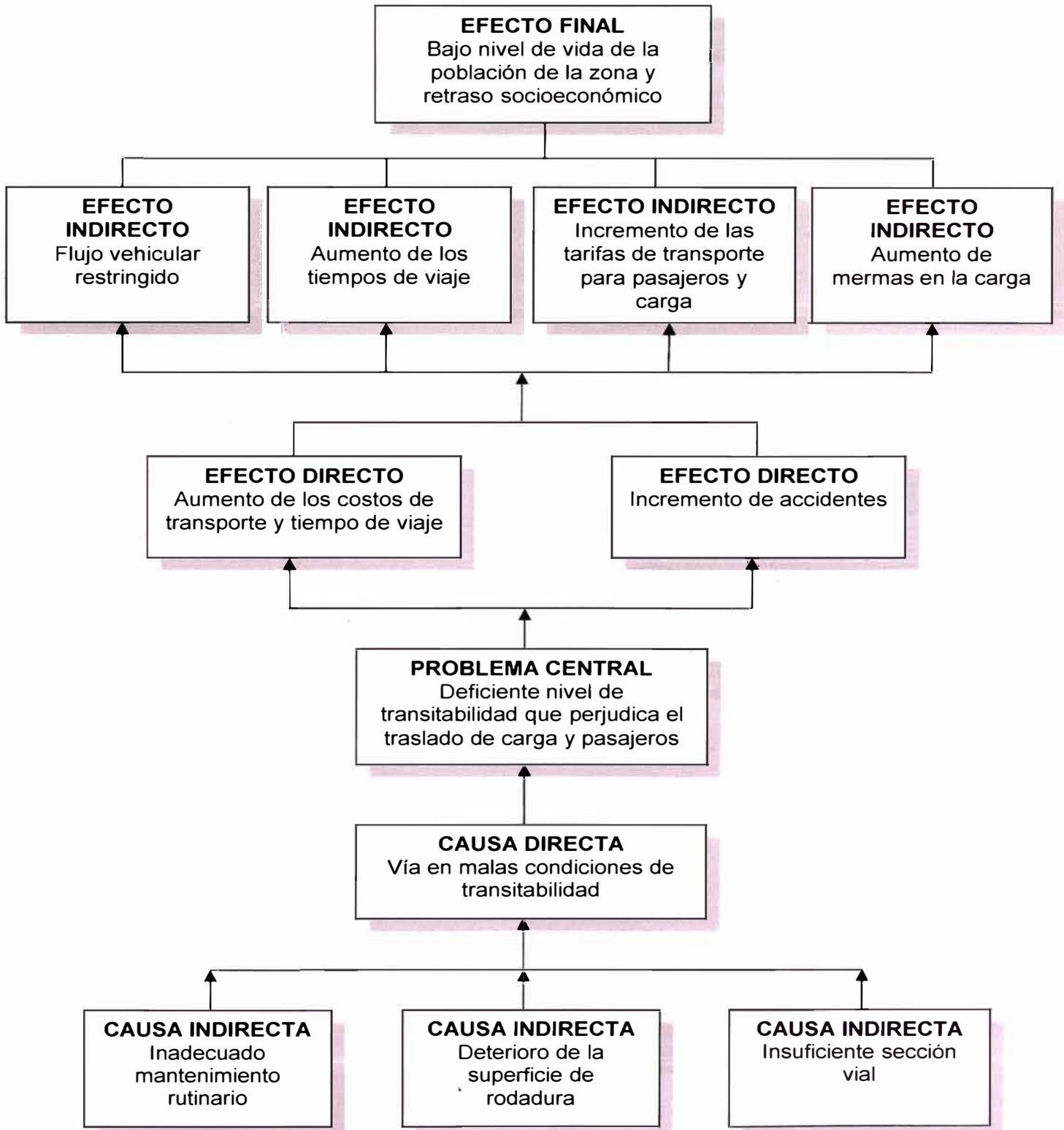
*En el tramo **Zúñiga – Dv. Yauyos***, presenta una superficie de rodadura a nivel de slurry seal y monocapa se observa erosión, vía angosta, topografía accidentada (curvas con radios menores al mínimo establecido), inestabilidad de taludes, erosión de plataforma. Se tiene registrado un total de 164 obras de drenaje.

*El tramo **Dv. Yauyos – Ronchas**, presenta una superficie de rodadura a nivel de monocapa con secciones que varían entre 2,6 a 8 m, erosión, inestabilidad de taludes, topografía accidentada, presenta 23 puentes en servicio de los cuales 12 se encuentran en preocupante condición estructural.*

*El tramo **Ronchas - Chupaca**, presenta una superficie de rodadura a nivel de afirmado con secciones q varían entre 3,8-8,5 m.*

ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

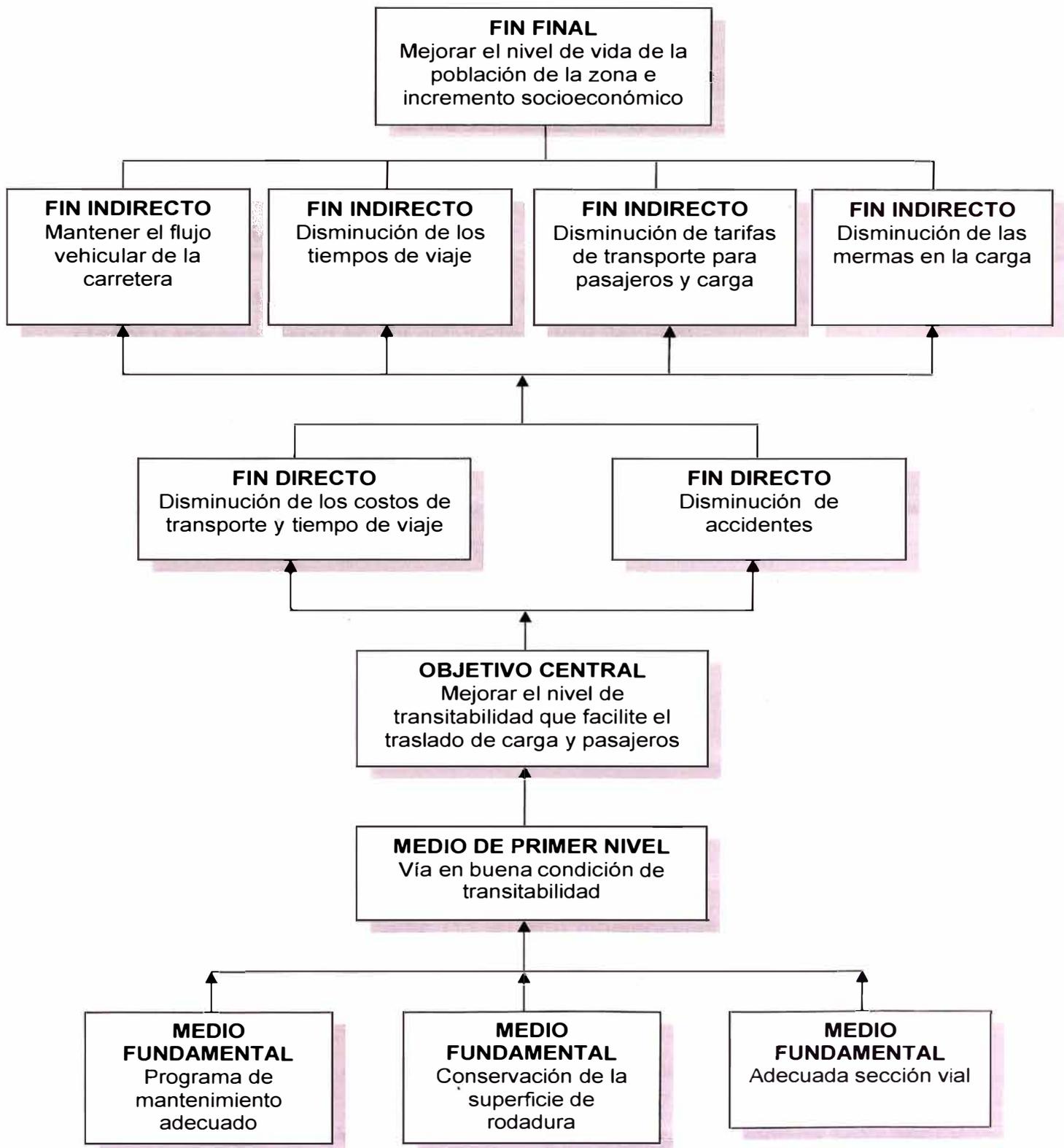
CUADRO N°1.02: Árbol de causas y efectos



Fuente: Elaboración propia

ARBOL DE MEDIOS Y FINES

CUADRO N°1.03: Árbol de medios y fines



Fuente: Elaboración propia

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Las alternativas de intervención que se sugieren y se desprenden del análisis anterior son las siguientes:

ALTERNATIVA 1:

Tramo 1 Cañete – Lunahuaná (40,950km) mantenimiento rutinario antes y después de rehabilitación de la vía asfaltada.

Tramo 2 Lunahuaná – Pacarán (11,907km) mantenimiento rutinario en vía con cambio estándar.

Tramo 3 Pacarán – Zúñiga (3,743km) mantenimiento rutinario en vía afirmada (1año) y mantenimiento en vía asfaltada (2do y 3er año)

Tramo 4 Zúñiga - Dv. Yauyos (70,400km) Conservación periódica y rutinaria en vía con cambio estándar

Tramo 5 Dv. Yauyos - Roncha (128,185km) Conservación rutinaria en vía con cambio estándar x 6 meses + 26km cambio estándar con slurry seal entre las progresivas km 227+000 al km 253+000

Tramo 6 Roncha – Chupaca (16,541km) mantenimiento rutinario en vía afirmada (1año) y mantenimiento en vía asfaltada (2do y 3er año)

ALTERNATIVA 2:

Tramo 1 Cañete – Lunahuaná (40,950km) mantenimiento rutinario antes y después de rehabilitación de la vía asfaltada.

Tramo 2 Lunahuaná – Pacarán (11,907km) mantenimiento rutinario en vía con cambio estándar.

Tramo 3 Pacarán – Zúñiga (3,743km) mantenimiento rutinario en vía afirmada (1año) y mantenimiento en vía asfaltada (2do y 3er año)

Tramo 4 Zúñiga - Dv. Yauyos (70,400km) Conservación periódica (2do año) y rutinaria en vía con cambio estándar 81er y 3er año)

Tramo 5 Dv. Yauyos - Roncha (128,185km) Conservación rutinaria en vía con cambio estándar x 6 meses + 26km cambio estándar monocapa entre las progresivas km 227+000 al km 253+000

Tramo 6 Roncha – Chupaca (16,541km) mantenimiento rutinario en vía afirmada (1año) y mantenimiento en vía asfaltada (2do y 3er año)

ALTERNATIVA 3:

Tramo 1 Cañete – Lunahuaná (40,950km) mantenimiento rutinario antes y después de rehabilitación de la vía asfaltada.

Tramo 2 Lunahuaná – Pacarán (11,907km) mantenimiento rutinario en vía con cambio estándar.

Tramo 3 Pacarán – Zúñiga (3,743km) mantenimiento rutinario en vía afirmada (1año) y mantenimiento en vía asfaltada (2do y 3er año)

Tramo 4 Zúñiga - Dv. Yauyos (70,400km) Conservación periódica (3er año) y rutinaria en vía con cambio estándar (1er y 2do año)

Tramo 5 Dv. Yauyos - Roncha (128,185km) Conservación rutinaria en vía con cambio estándar x 6 meses + 26km cambio estándar monocapa entre las progresivas km 227+000 al km 253+000

Tramo 6 Roncha – Chupaca (16,541km) mantenimiento rutinario en vía afirmada (1año) y mantenimiento en vía asfaltada (2do y 3er año)

1.3. FORMULACION Y EVALUACION

HORIZONTE DEL PROYECTO

Para la elaboración del estudio a nivel de perfil, según lo indicado en los Términos de Referencia, el horizonte del proyecto se ha planteado para 3 años.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda del proyecto está dada por el flujo vehicular existente en la actualidad. Para la proyección del tráfico utilizaremos los indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento poblacional y otros parámetros relacionados, que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico. Estos parámetros son la tasa de crecimiento anual del PBI nacional y la tasa de crecimiento anual de la población.

CUADRO N°1.04: Resumen del IMD-2009 (Tráfico normal)

RESUMEN DEL IMDA 2009 - POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)									
Tramo	CAÑETE - LUNAHUA NA	LUNAHUA NA - PACARAN	PACARAN - ZUÑIGA	ZUÑIGA - CATAHUA SI	CATAHUA SI - CAPILLUC	CAPILLUC A - DY. YAUYOS	DY. YAUYOS - COLPA	COLPA - HUARISCA	HUARISCA - CHUPACA
Estación	LUNAHUA NA	PACARAN	ZUÑIGA	SAN JUAN	CHICHICA Y	YAUYOS	COLPA	RONCHA	HUARISCA
Tipo de Vehículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Auto	139	31	13	46	6	2	4	13	26
Camioneta	611	242	217	340	355	27	204	296	493
C.R.	406	140	143	306	63	12	22	27	32
Micro	149	14	27	193	81	3	2	3	4
Ómnibus 2	32	14	12	31	32	12	4	6	7
Ómnibus +2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Camión 2 Ejes	86	68	64	58	40	20	36	42	43
Camión 3 Ejes	17	14	18	10	5	14	5	5	5
Camión 4 Ejes	0	2	0	2	0	0	0	0	0
Semitraylers	37	30	25	49	67	0	28	38	32
Traylers	0	0	0	110	73	0	0	0	0
IMDa (Veh/día)	1,477	555	520	1,145	722	90	305	430	642
IMDa (Veh/día) 2008	1010	417	418	461	569	53		347	454
Tasa Prom. Crec. 2009/2008	46.20%	33.10%	24.40%	148.40%	26.90%	69.80%		23.90%	41.40%

Fuente: proporcionado por la empresa ICGSA

CUADRO N°1.05: Tasas de crecimiento

Indicadores Macroeconomicos	2009	2010	
Tasa de crecimiento anual de ingreso per cápita (PBI per cápita)	2.80%	3.40%	Vehículos Ligeros
Tasa de crecimiento anual de la población	1.60%	1.60%	Transporte Público
Tasa de crecimiento anual del PBI económico (agropecuario departamental o nacional) (Prom. 2000-2009)	4.40%	5.00%	Transporte de Carga
Tráfico generado		20.00%	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N°1.06: Resumen del IMD-2010 (Tráfico normal proyectado)

RESUMEN DEL IMDA 2010 - POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)										
Tramo	CAÑETE - LUNAHUA	LUNAHUA NA - PACARAN	PACARAN - ZUÑIGA	ZUÑIGA - CATAHUA	CATAHUA SI - CAPILLUC	CAPILLUC A - DV. YAUYOS	DV. YAUYOS - COLPA	COLPA - HUARISCA	HUARISCA - CHUPACA	
Estación	LUNAHUA NA	PACARAN	ZUÑIGA	SAN JUAN	CHICHICA Y	YAUYOS	COLPA	RONCHA	HUARISCA	
Tipo de Vehículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Auto	144	32	13	48	6	2	4	13	27	Vehículo ligero
Camioneta	632	250	224	352	367	28	211	306	510	
C.R.	412	142	145	311	64	12	22	27	33	Transporte Público
Micro	151	14	27	196	82	3	2	3	4	
Ómnibus 2	33	14	12	31	33	12	4	6	7	
Ómnibus +2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Camión 2 Ejes	90	71	67	61	42	21	38	44	45	Transporte de Carga
Camión 3 Ejes	18	15	19	11	5	15	5	5	5	
Camión 4 Ejes	0	2	0	2	0	0	0	0	0	
Semitraylers	39	32	26	51	70	0	29	40	34	
Traylers	0	0	0	116	77	0	0	0	0	
IMDa (Veh/día) 2010	1,519	572	534	1,179	746	93	315	444	665	

Fuente: Elaboración propia utilizando los indicadores macroeconómicos

CUADRO N°1.07: Resumen del IMD-2012 (Tráfico normal proyectado)

RESUMEN DEL IMDA 2012 - POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)										
Tramo	CAÑETE - LUNAHUA	LUNAHUA NA - PACARAN	PACARAN - ZUÑIGA	ZUÑIGA - CATAHUA	CATAHUA SI - CAPILLUC	CAPILLUC A - DV. YAUYOS	DV. YAUYOS - COLPA	COLPA - HUARISCA	HUARISCA - CHUPACA	
Estación	LUNAHUA NA	PACARAN	ZUÑIGA	SAN JUAN	CHICHICA Y	YAUYOS	COLPA	RONCHA	HUARISCA	
Tipo de Vehículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Auto	154	34	13	52	6	2	4	13	29	Vehículo ligero
Camioneta	675	268	240	376	392	30	225	327	545	
C.R.	426	146	149	321	66	12	22	27	35	Transporte Público
Micro	155	14	27	202	84	3	2	3	4	
Ómnibus 2	35	14	12	31	35	12	4	6	7	
Ómnibus +2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Camión 2 Ejes	100	79	74	67	46	23	42	48	49	Transporte de Carga
Camión 3 Ejes	20	17	21	13	5	17	5	5	5	
Camión 4 Ejes	0	2	0	2	0	0	0	0	0	
Semitraylers	43	36	28	57	78	0	32	44	38	
Traylers	0	0	0	128	85	0	0	0	0	
IMDa (Veh/día) 2012	1,608	610	565	1,249	797	99	336	473	712	

Fuente: Elaboración propia utilizando los indicadores macroeconómicos

CUADRO N°1.08: Resumen del IMD-2012 (Tráfico generado proyectado)

RESUMEN DEL IMDA 2012 - POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)										
Tramo	CAÑETE - LUNAHUA NA	LUNAHUA NA - PACARAN	PACARAN - ZUÑIGA	ZUÑIGA - CATAHUA SI	CATAHUA SI - CAPILLUC	CAPILLUC A - DY. YAUYOS	DY. YAUYOS - COLPA	COLPA - HUARISCA	HUARISCA - CHUPACA	
Estación	LUNAHUA NA	PACARAN	ZUÑIGA	SAN JUAN	CHICHICA Y	YAUYOS	COLPA	RONCHA	HUARISCA	
Tipo de Vehículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Auto	30	7	3	10	1	0	1	3	6	Vehículo ligero
Camioneta	131	52	46	73	76	6	44	63	105	
C.R.	84	29	29	63	13	2	4	5	7	Transporte Público
Micro	31	3	5	40	17	1	0	1	1	
Ómnibus 2	7	3	2	6	7	2	1	1	1	
Ómnibus +2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Camión 2 Ejes	19	15	14	13	9	4	8	9	9	Transporte de Carga
Camión 3 Ejes	4	3	4	2	1	3	1	1	1	
Camión 4 Ejes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Semitraylers	8	7	5	11	15	0	6	8	7	
Traylers	0	0	0	24	16	0	0	0	0	
IMDa (Veh/día) 2012	314	119	108	242	155	18	65	91	137	

Fuente: Elaboración propia utilizando los indicadores macroeconómicos

COSTOS

Los costos de inversión y mantenimiento se han basado en la recopilación de información de proyectos similares y banco de datos proyectos viales del SNIP, los factores utilizados para convertir los costos de inversión y los costos de mantenimiento a costos económicos son 0.79 y 0.75 respectivamente.

Se considera que el proyecto vial se ejecutará en el periodo de un año (2010). La tasa social de descuento será el 11%.

Los siguientes cuadros muestran un resumen de los costos de inversión y los costos de mantenimiento, utilizados en la evaluación económica.

CUADRO N°1.09: Costos de inversión

ANALISIS DE COSTOS	REGION	US\$ x Km
Slurry Seal (1cm)	Sierra	25,680.00
Monocapa	Sierra	17,976.00

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N°1.10: Costos de mantenimiento

ANÁLISIS DE COSTOS	TIPO	US\$ / Km * año
Afirmado	Rutinario	8,300.60
	Periódico (cada 3 años)	24,901.80
Slurry Seal	Rutinario	8,318.00
	Periódico (cada 3 años)	20,685.15
CAC	Rutinario	2,830.00
	Periódico (cada 3 años)	8,852.00

Fuente: Elaboración propia

EVALUACION

Se ha realizado una evaluación económica para las res alternativas, resultando la alternativa 3 la más factible tanto técnica como económica.

CUADRO N°1.11: Evaluación económica-alternativa N°1 en US \$

Año	Ahorro por Costos Mantenimiento	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	1,263,676.96	-	1,263,676.96
2011	0.00	476,198.00	476,198.00
2012	0.00	492,696.47	492,696.47

VAN (US\$)	-434,786.24
TIR	-15.94%
B/C	-0.16

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N°1.12: Evaluación económica-alternativa N°2 en US \$

Año	Ahorro por Costos Mantenimiento	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	-452,451.28	-	-452,451.28
2011	-652,985.52	2,517,152.39	1,864,166.87
2012	0.00	2,613,222.14	2,613,222.14

VAN (US\$)	3,347,928.05
TIR	422.55%
B/C	1.77

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N°1.13: Evaluación económica-alternativa N°3 en US \$

Año	Ahorro por Costos Mantenimiento	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	-452,451.28	-	-452,451.28
2011	-652,985.52	4,039,637.24	3,386,651.72
2012	0.00	4,209,337.16	4,209,337.16

VAN (US\$)	6,014,978.77
TIR	757.06%
B/C	3.17

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad se realiza considerando el incremento del 10% en los Costos de mantenimiento periódico y rutinario, incremento del 25% y 50% del PBI, obteniéndose los siguientes resultados.

CUADRO N°1.14: Condición base de tráfico generado: 20% tráfico normal

ALTERNATIVA	INDICES ECONOMICOS	Incremento 10% en los Costos de mantenimiento periódico y rutinario.	Incremento 25% del PBI	Incremento 50% del PBI
		-10%	+25%	+50%
ALTERNATIVA 1	VAN (x10 ³ US\$)	(508,407.22)	(414,681.81)	(396,257.87)
	TIR (%)	-18.94%	-14.59%	-13.37%
	B / C	-0.17	-0.15	-0.15
ALTERNATIVA 2	VAN (x10 ³ US\$)	3,280,778.10	3,460,224.07	3,566,565.73
	TIR (%)	403.12%	434.79%	446.83%
	B / C	1.60	1.83	1.88
ALTERNATIVA 3	VAN (x10 ³ US\$)	5,947,828.82	6,204,422.25	6,339,218.16
	TIR (%)	730.78%	778.17%	792.57%
	B / C	2.90	3.27	3.34

Fuente: Elaboración propia

SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad del proyecto está dada principalmente por el adecuado mantenimiento que debe darse a la nueva infraestructura. Teniendo en cuenta que es una vía componente de la red vial nacional.

Con el mejoramiento de la vía vendría un incremento de circulación vehicular, lo que provocaría un vínculo económico entre las regiones de Lima y Junín; los gobiernos que estarán dispuestos a darle la debida importancia para la realización del proyecto.

IMPACTO AMBIENTAL

Durante el proceso de ejecución de proyectos viales se desarrollan actividades que originan grandes problemas ambientales o impactos negativos que alteran el

componente abiótico, biótico, socioeconómico existente en el área de influencia del proyecto.

Se deben tomar medidas de mitigación consistentes en presentar las acciones a seguir en el manejo de las canteras, botaderos, control de erosión y sedimentos, control de contaminación, manejo de residuos sólidos e industriales a fin de minimizar las alteraciones ambientales dentro de un contexto lógico y de sentido común con la finalidad de reducir o eliminar sus efectos.

La metodología de trabajo para el EIA:

- La planificación de las actividades para identificar y evaluar los impactos ambientales en el proyecto.
- Revisión y análisis del proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Lunahuaná – Yauyos - Chupaca.
- Identificación del área de influencia y análisis de la situación ambiental actual (Línea Base Ambiental).
- Identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales.

Descripción de los resultados del reconocimiento:

El área de estudio no presenta restos arqueológicos, pese a estar considerado el sector Nor-Yauyos de ruinas, canales y andenes preincaicos.

Lineamientos de negocios ambientales potenciales en la zona:

De acuerdo al tramo de estudio, se determina que existen diversas actividades económicas ambientales que realizan los pobladores de la zona tales como ganadería, áreas de cultivo, desparasitación de ovejas; así como actividades que pudieran desarrollar en un futuro, la producción de biogás, que depende de los residuos sólidos o excremento de los animales que tienen la población.

MATRIZ DE MARCO LOGICO

Con todo el análisis realizado tanto del problema como de las soluciones alternativas, es posible determinar el marco lógico del proyecto, el cual se presenta a continuación:

CUADRO N° 1.15: Matriz de Marco Lógico

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
FIN	Mejorar el nivel socioeconómico de la zona influenciada	Ingreso Per Cápita. Disminución de las necesidades insatisfechas	PBI Encuesta a hogares	El Gobierno Central apoya la ejecución de los proyectos
PROPOSITO	Mejorar el nivel de transitabilidad de carga y pasajeros	Empresa de transportes de carga y pasajeros	Encuesta a transportistas. Estudio del tráfico vehicular	No catástrofes
COMPONENTES	Rehabilitación y mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado. Mantenimiento rutinario y periódico	271.726 km de vía mantenida por año	Inventario vial. Informes de mantenimiento	Programas de mantenimiento adecuados de la vía. Recurso presupuestal oportuno
ACCIONES	Elaboración del perfil. Elaboración de expediente técnico. Ejecución de obra. Ejecución del mantenimiento.	01 expediente técnico. Horizonte del proyecto	Informe de supervisión y monitoreo de la unidad ejecutora.	Financiamiento del Gobierno Central. Participación de la Sociedad Civil.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS DE MADERA

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.

2.1. PANDEOS Y RAJADURAS

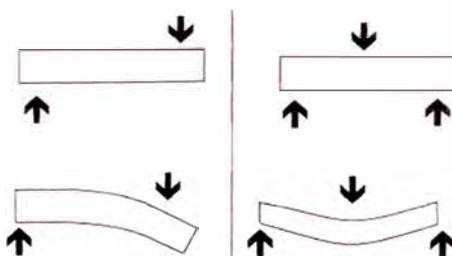
Los pandeos y las rajaduras pueden llegar a poner en riesgo la estructura. Las rajaduras comprometen las uniones, ya que neutralizan la acción de los elementos de unión, como clavos, tornillos o pernos.

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.

FIG. N°2.01: Vista de tipo de rajaduras en maderas



FIG. N°2.02: Esquema del pandeo en vigas de madera



Causa principal: secado inadecuado de las piezas de madera.

Alternativas de solución:

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

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 porque impermeabiliza las piezas tratadas.

Las piezas deben tratarse inmediatamente después de haber sido trabajadas, o sea, después de su corte y agujereado para que todas las superficies que quedan expuestas reciban una película de protección.

FIG. N°2.03: Ejemplo de pudrimiento en maderas



Causa principal: humedad en la pieza.

Alternativas de solución: Sustitución de la pieza.

2.3. ACCION DEL 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 cigarrillos 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.

2.4. EFECTOS DEL DESGASTE MECANICO

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 del tráfico y sobrecargas vehiculares

Alternativas de solución:

- (i) Sustitución de las piezas dañadas
- (ii) Implantación junto a los surcos de rueda de tablas de madera en la forma mencionada anteriormente.

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
- (iii) Prohibición del tránsito de vehículos que transportan cargas con tonelaje más elevado que el permitido por la estructura del puente.

CAPÍTULO III

PRUEBAS EN COMPONENTES DE UN PONTON 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:

3.1. PUNZON DE PRUEBA

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

Cuando se sospecha de pudrimiento de la madera, se usara un punzón o un cuchillo para ver si las fibras de la madera se han debilitado.

Si hay pudrimiento la punta del cuchillo o punzón va entrar fácilmente en la madera y se desprenderán pedazos de madera.

Si la madera no está dañada, se podrá extraer una astilla con la punta del cuchillo una astilla.

FIG. N°3.01: Vista de un punzón



3.2. PRUEBA DE VELOCIDAD DE PULSO SONICO

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 modulo de elasticidad. Para obtener valores absolutos es necesario correlacionar los resultados con muestras de conocida resistencia.

Las ondas elásticas se generan en la superficie de la madera, normalmente mediante impacto con martillo para generar frecuencias comprendidas entre los 20 Hz y 20 khz.

Estas ondas se propagan por la madera a una velocidad y se reflejan en la superficie del elemento, en anomalías internas y en los vínculos de contorno con otros materiales.

La velocidad de propagación siempre es superior en la madera sana que en la degradada, y la construcción de imagines digitales de distribución de velocidades mediante tomografía en distintas secciones permite localizar las áreas de degradación potencial.

La velocidad de propagación de una onda elástica de compresión se calcula con la siguiente expresión planteada en forma simplificada:

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Donde:

V: velocidad de propagación

E: modulo de elasticidad dinámico

ρ : densidad de la madera

FIG. N°3.02: Esquema de la prueba de velocidad del pulso sónico

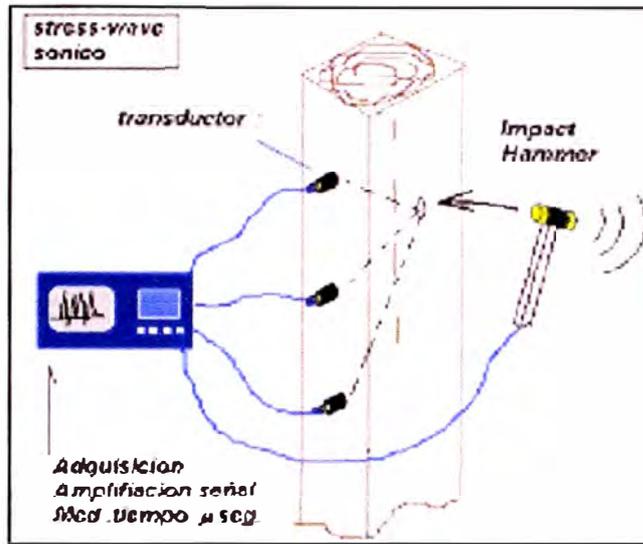
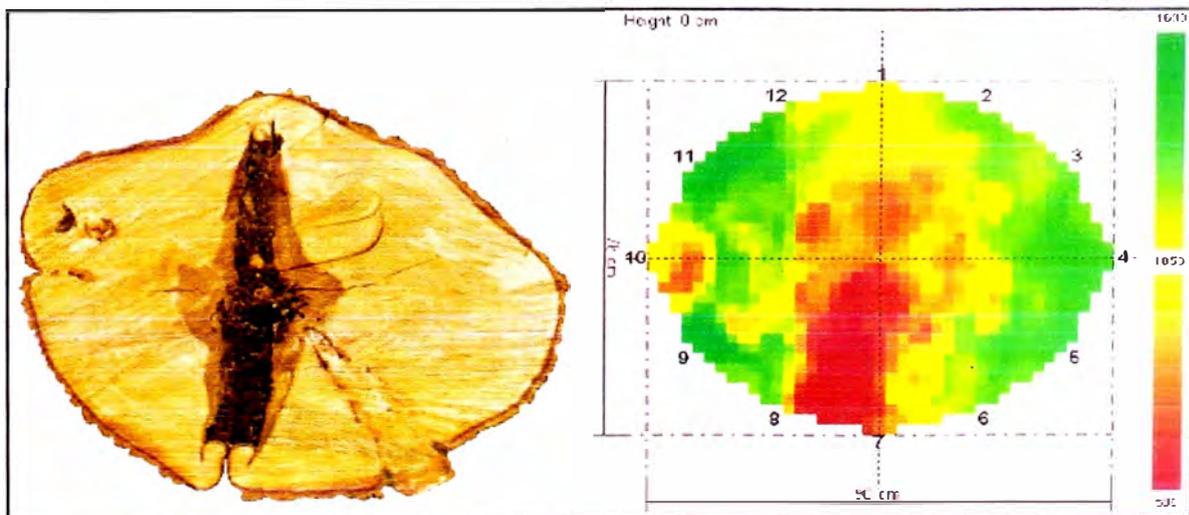


FIG. N°3.03: Graf. Distribución de velocidades mediante tomografía



FIG. N°3.04: Tomografía acústica para la ubicación de pudriciones



3.3. 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.

Las propiedades eléctricas de la madera más importantes son su resistencia al paso de la corriente eléctrica y sus características como material dieléctrico. Estas se utilizan como base para la fabricación de aparatos destinados a medir el contenido de humedad de la madera.

Estos medidores eléctricos tienen la ventaja de que las lecturas del contenido de humedad son inmediatas y es una determinación no destructiva.

El principal limitante en el uso de estos equipos es el rango de confiabilidad, el cual se encuentra entre el 6% a 25% de confiabilidad, se deberá corregir la lectura de acuerdo a la temperatura ambiente y humedad relativa.

FIG. N°3.05: Equipo para determinación del contenido de humedad



CAPÍTULO IV

INSPECCION

4.1. 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).

4.2. TIPOS DE INSPECCION

Los tipos de inspección son:

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

Inspección inicial

Consiste en realizar una inspeccion visual, registrar las condiciones reales del pontón mediante guías de inspección establecidas y evaluar cada uno de los elementos del pontón a fin de identificar posibles deficiencias de la madera y daños estructurales.

Inspección Rutinaria

Consiste en realizar una inspección en forma permanente a los pontones. Debe ser de carácter preventiva, consistiendo en la limpieza de los pontones, corte de vegetación y reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras.

Inspección Periódica

Consiste en realizar una inspección en periodos mayores al rutinario, en general, de no menos de dos veces por año y tienen el propósito de la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la madera y corregir algunos defectos puntuales mayores.

Inspección Especial

Consiste en realizar una inspección cuando se desea verificar el estado del pontón después de un acontecimiento fortuito, como puede ser una avenida extraordinaria, exceso de carga vehicular continua, quemaduras debido a incendios, choques vehiculares, estudios definitivos, etc.

4.3. REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCION

REQUISITOS MINIMOS DEL INGENIERO INSPECTOR

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.

Requisitos del 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.

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.

SEGURIDAD DEL PERSONAL DURANTE LA INSPECCION

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 huecas, escaleras de acceso y vigas cajón en puentes).

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.

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

Cinturón de herramientas

Chalecos reflectantes

Casco

Botas

Gafas

b) Herramientas para ayuda visual

binoculares

Flexómetro de 5 m.

- Wincha de 30 m.

Plomadas

Nivel de carpintero

Lupas micrométricas

Crayola o tiza

c) Herramientas para documentación

Cámara fotográfica

- Video cámara

Libreta de campo

d) Herramientas para acceso

Escaleras

Arneses

Chalecos salvavidas

Correa de seguridad

e) Herramientas para misceláneas

Caja de herramientas

Botiquín de primeros auxilios

Radios (walkie-talkies)

Linterna

Martillo, destornillador, navaja, etc.

f) Equipo de señalamiento para la inspección de calzadas

Conos de plástico

Triángulos

4.4. EJECUCION DE LA INSPECCION

La inspección visual 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.

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

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.

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.

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

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.

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.

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.

4.5. TOMA DE DATOS DE LA INSPECCION

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.

De acuerdo a la guía de inspección de puentes, se debe utilizar el anexo N°03-01 para la toma de datos de inspección (VER ANEXO N°1).

4.6. CONDICION GLOBAL DEL PONTON

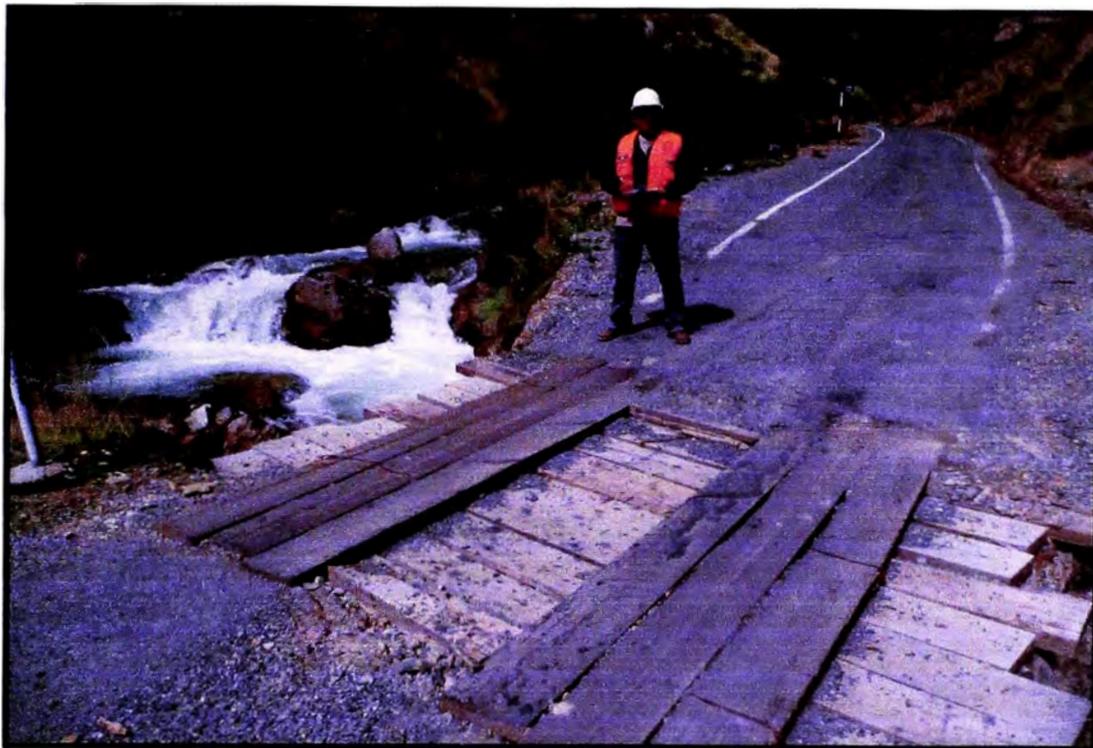
Se deberá hacer análisis de las condiciones de cada componente del pontón, las cuales servirán para determinar el nivel de deterioro de la estructura y las reparaciones o sustituciones que se deberán realizar.

De acuerdo a la guía de inspección de puentes, se debe utilizar el anexo N°03-02 para la determinar la condición global del pontón (VER ANEXO N°2).

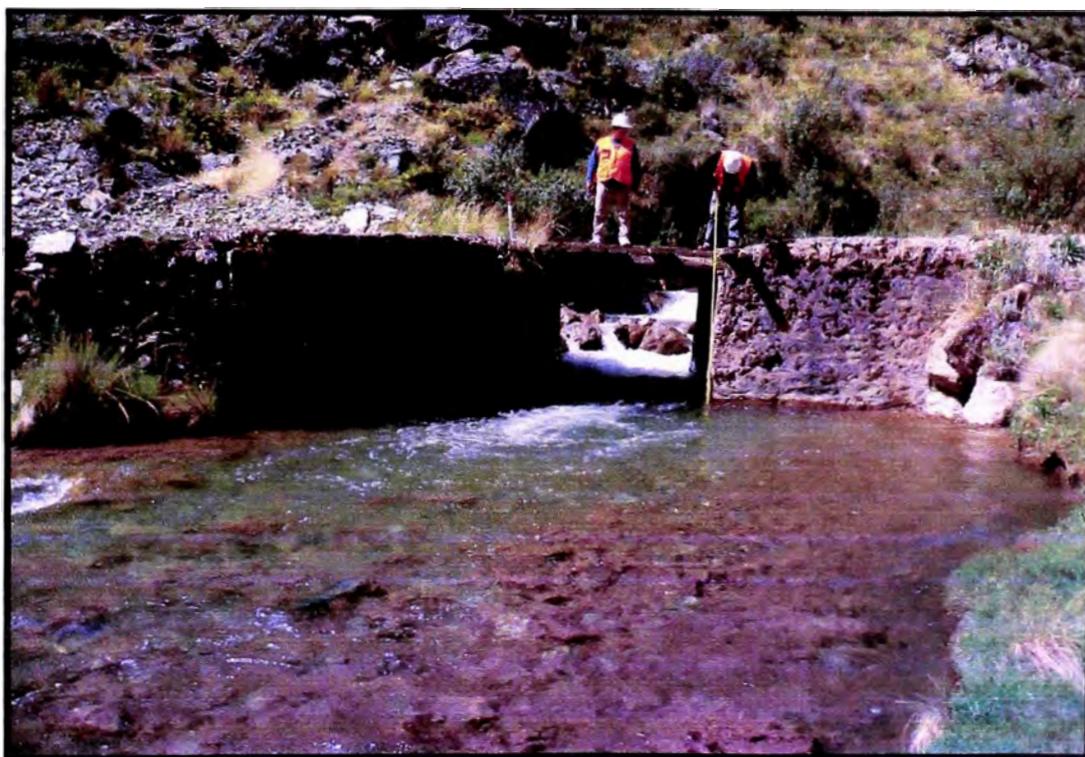
4.7. PANEL FOTOGRAFICO

Se deberá hacer una descripción de cada fotografía tomada en las inspecciones, con la finalidad de tener un registro visual.

De acuerdo a la guía de inspección de puentes, se debe utilizar el anexo N°03-03 para la descripción de fotografías (VER ANEXO N°3).



FOTOGRAFÍA N°4.01: Vista general del pontón ubicado en el Km. 181+700



FOTOGRAFÍA N°4.02: Medición de la elevación del pontón



FOTOGRAFÍA N°4.03: Vista de las vigas peraltadas de madera (circular)



FOTOGRAFÍA N°4.04: Vista del estribo derecho (mampostería de piedra y mortero)



FOTOGRAFÍA N°4.05: Vista del estribo izquierdo



FOTOGRAFÍA N°4.06: Medición del tablero de rodadura



FOTOGRAFÍA N°4.07: Medición de la altura en m.s.n.m.



FOTOGRAFÍA N°4.08: Medición de la luz principal



FOTOGRAFÍA N°4.09: Medición de la altura libre



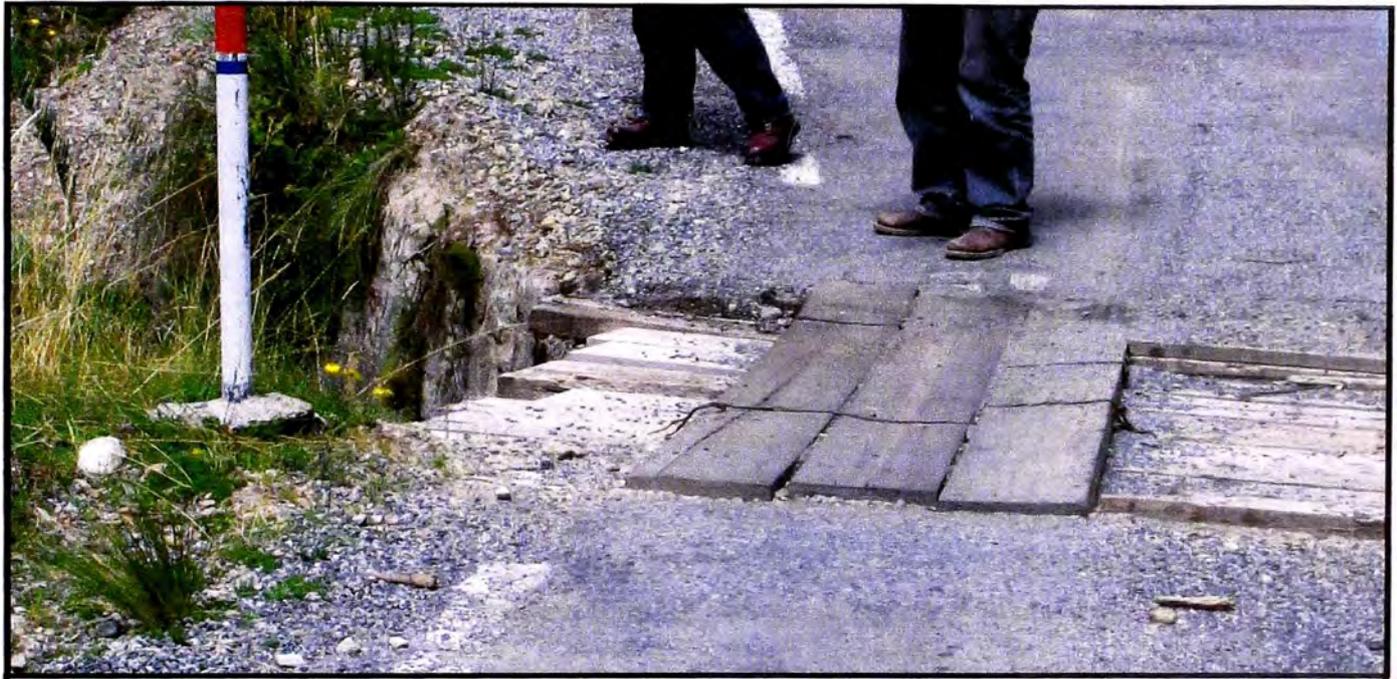
FOTOGRAFÍA N°4.10: Medición del ancho de acceso



FOTOGRAFÍA N°4.11: Vista de las señales informativas existentes en las cercanías del pontón



FOTOGRAFÍA N°4.12: Vista de las rajaduras de la madera



FOTOGRAFÍA N°4.13: Vista de la falta de limpieza y desgaste de la superficie de rodadura



FOTOGRAFÍA N°4.14: Vista de la condición regular de los accesos

4.8. FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES

Los puentes de madera (pontones) en servicio deben ser inspeccionados a lo largo de su vida útil por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños.

La frecuencia de para cada uno de los tipos de inspección es como sigue:

Inspección inicial

Este tipo de inspección se realiza una sola vez en la etapa de inventario vial.

Inspección Rutinaria

Este tipo de inspección se debe realizar cada mes por parte de personal no especializado en puentes, pero si, adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños. El personal contara con equipo mínimo y la inspección será fundamentalmente visual.

Inspección Periódica

Este tipo de inspección se debe realizar por lo menos dos (02) veces por año y al finalizar la época de lluvias y durante la época de lluvias con la finalidad de verificar el estado del pontón e identificar los daños existentes, si los hubiera.

Esta inspección deberá realizarse por personal especializado en puentes.

Inspección Especial

Este tipo de inspección se deberá realizar en cualquier momento del año, cuando se produzca un acontecimiento extraordinario, el cual ocasione un eminente deterioro de la estructura.

Además, esta inspección se realizara cuando un pontón va hacer rehabilitado y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la realización del proyecto definitivo. En este tipo de inspección se incluyen los levantamientos topográficos, la determinación y extensión de los daños.

Este tipo de inspección la realizara personal altamente calificado en puentes de madera.

CAPÍTULO V

EVALUACION

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 pontón.

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.

5.1. EVALUACION DEL PONTON

De acuerdo a la inspección realizada al pontón ubicado en el Km. 181+700 de la carretera Cañete – Huancayo, se pudo identificar los siguientes problemas:

1. **Superficie de rodadura:** se observa que presenta deformaciones y agrietamientos (rajaduras) en la madera debido a la acción continua del tráfico vehicular de la zona.
2. **Tablero de madera:** se observa la aparición de rajaduras y humedad local. Además, es evidente la falta de limpieza.
3. **Vigas peraltadas de madera (circular):** se observa la aparición de rajaduras y exceso de humedad, lo cual ha ocasionado el pudrimiento de algunas partes de la viga (especialmente en el área de contacto con el estribo)
4. **Estribos de mampostería de piedra con mortero:** no se observa deterioro alguno en los estribos del pontón.

5. **Accesos:** se observa un deterioro en los accesos al pontón, mostrando un desgaste de la vía, principalmente por la acción de frenado de los vehículos antes de ingresar al pontón.

Se debe tener en cuenta que la inspección del pontón fue estrictamente visual, con el equipo mínimo para la toma de medidas y registros fotográficos.

5.2. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

Identificados los problemas existentes en cada componente del pontón se plantea las siguientes alternativas de solución:

Alternativa N° 1:

Debido al desgaste mecánico de la superficie de rodadura y a la presencia de humedad, lo cual ha iniciado el proceso de pudrimiento de algunas piezas de la estructura, como primera alternativa se plantea la restitución del maderamen de la estructura.

Alternativa N° 2:

Debido al desgaste mecánico de la superficie de rodadura y a la presencia de humedad, lo cual ha iniciado el proceso de pudrimiento de algunas piezas de la estructura, como segunda alternativa se plantea la sustitución del maderamen de la estructura por una estructura de concreto armado simplemente apoyado.

Alternativa N° 3:

Como tercera alternativa se plantea el mantenimiento del maderamen existente, que consiste en el cambio de la superficie de rodadura (por presencia de rajaduras), limpieza del tablero, corte de maleza e impermeabilización de las áreas rajadas y/o agrietadas mediante preservantes como la creosota.

5.3. ACCIONES PARA LA CONSERVACION DEL PONTON DE MADERA

El mantenimiento de puentes de madera es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de una red de carreteras.

La falta de mantenimiento adecuado en el pontón de madera da lugar a problemas de funcionalidad y seguridad que pueden ser graves: limitación de cargas, restricciones de paso, riesgo de accidentes y riesgo de interrupciones de la red.

La correcta y oportuna evaluación del pontón, permitirá definir las acciones que deben tomarse, las cuales, en pueden ser:

Acciones normativas:

Como acciones normativas se pueden colocar señales reglamentarias, preventivas e informativas, para indicar limitaciones de uso (imposición de peso máximo, reducción de velocidad, etc).

En el pontón del km. 181+700, existen señales preventivas indicando la presencia de un puente angosto.

Fig. N° 5.01: Señalización preventiva (puente angosto)



Se considera necesario la colocación de señales reglamentarias como: Peso máximo y velocidad máxima tránsito pesado.

Fig. N° 5.02: Señales reglamentarias necesarias



También se considera necesario la colocación de señales informativas mostrando la indicación de distancia.

Fig. N° 5.03: Señal informativa necesaria



Acciones Preventivas:

Como acciones preventivas esta el monitoreo de grietas, rajaduras, deformaciones, presencia de hongos, prevención de pudrimiento de la madera y verificación del contenido de humedad.

En el pontón del Km. 181+700 es recomendable el monitoreo de rajaduras en el maderamen, especialmente en el tablero, además del control de humedad de las vigas peraltadas ya que muestran signos de pudrimiento.



FOTOGRAFÍA N°5.01: Vista de la humedad excesiva y pudrimiento de las vigas

Acciones Ejecutivas:

Como acciones ejecutivas se tiene la realización de todos los trabajos necesarios para el mantenimiento, rehabilitación y/o mejoramiento del pontón de madera.

En el caso del mantenimiento del pontón de madera se tiene las siguientes acciones:

a) Las acciones que se deben ejecutar para el **Mantenimiento rutinario** son las siguientes:

- Limpieza de los componentes de madera, retirando la gravilla y arena que se incrustan entre las separaciones de las maderas.
- Limpiar los hongos que se originan debido a la humedad excesiva en la madera.
- Cortar la maleza existente en la parte aledaña al pontón.

b) Las acciones que se deben ejecutar para el **Mantenimiento Periódico** son las siguientes:

- Reparación de barandas (si existieran)
- Impermeabilización de rajaduras en la madera
- Sustitución de elementos de madera que se encuentran dañados
- Limpieza del cauce o lechos de quebradas menores, empleando maquinaria y herramientas manuales, para quitar restos de ramas o troncos de madera, basuras, materiales producto de la erosión y otros obstáculos que puedan afectar el paso del agua durante las crecientes y, como consecuencia producir impactos sobre el pontón y deteriorarlo o destruirlo.
- Remoción de los elementos que presenten pudrimiento severo.
- Obtención del contenido de humedad mediante aparatos manuales para evitar posibles daños.

El mantenimiento rutinario deberá efectuarse una vez al mes, mientras que el mantenimiento periódico deberá realizarse por lo menos dos veces al año, especialmente después de la época de lluvias.

CONCLUSIONES

- ✓ Con una adecuada inspección y con el personal adiestrado en puentes se puede tener un buen control del estado de los puentes de madera, para de esta manera monitorear el desempeño de la estructura
- ✓ Actualmente existen métodos e instrumentos manuales como el visual, el ultrasónico y el sónico para la inspección y diagnóstico de las estructuras de madera, los cuales facilitan el trabajo de mantenimiento de los pontones de madera
- ✓ La inspección rutinaria deberá realizarse una vez por mes y deberá ser principalmente visual con personal adiestrado en puentes y se deberá llenar la guía de inspección de puentes.
- ✓ La inspección periódica deberá realizarse por lo menos dos veces al año y especialmente cuando haya terminado la época de lluvias, además, es conveniente hacer una inspección durante la época de lluvias debido a que se puede presentar daños en los pontones por el arrastre de troncos, basuras y derrumbes en los ríos.
- ✓ La inspección realizada al pontón ubicado en el Km. 181+700, evidencia la existencia de daños estructurales producidos por la acción del tráfico, la sobrecarga vehicular y la humedad, los cuales se ven reflejados en las rajaduras existentes, el pudrimiento de las vigas peraltadas producto de la humedad.
- ✓ La conservación de los pontones de madera es muy importante ya que son componentes de la infraestructura vial que necesitan de un adecuado monitoreo de sus componentes, en caso contrario, al presentarse una falla en estos se ocasionara la interrupción del tráfico, perjudicando de esta manera la actividad económica de la zona.

- Las normas Peruanas son muy limitadas en lo que se refiere a pontones (puentes de menos de 10m de longitud), es por eso que se ve la necesidad de realizar estudios referente a este tema, debido a que en el Peru es muy común la existencia de pequeñas quebradas que necesitan la dotación de pequeños puentes, ya sean de madera, concreto, acero u otro material.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda reemplazar el maderamen del pontón en la brevedad posible, ya que este presenta un avanzado deterioro por los factores antes mencionados.
- Posteriormente a los trabajos de reemplazo del maderamen, se recomienda que se realice un plan de conservación del pontón, que consista en un mantenimiento rutinario y un periódico.
- Se recomienda instruir adecuadamente al personal encargado de las inspecciones y mantenimientos de los pontones, ya que este será un factor determinante para la conservación de los pontones.
- Se recomienda colocar señales que limiten el peso de los vehículos, teniendo en cuenta que los pontones normalmente son de madera.

BIBLIOGRAFÍA

- CIDEMCO "Centro de Investigación Tecnológica", Técnicas de Ensayo no destructivas en madera estructural, Universidad de Valladolid, Madrid, España, 2005.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Guía para Inspección de Puentes, directiva N°01-2006-MTC/14, Lima, Perú, 2006.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, Lima, Perú, 2007.

ANEXOS

ANEXO N° 01
DATOS DE LA INSPECCIÓN

1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN			
Nombre Puente: S/N	Tramo: TOMAS – TINCO YAURICOCHA		
Tipo de Puente: PONTON DE VIGAS DE MADERA	Dpto. Político: LIMA		
Sobre (*): RÍO	Dpto. Vial:		
Altitud (msnm): 3,949	Provincia: YAUYOS		
Latitud (grad,min):	Distrito:		
Longitud (grad, min):	Poblado más Cercano: TINCO YAURICOCHA		
Ruta: CAÑETE-CHUPACA	Kilometraje: 181+700		
2) DATOS GENERALES			
Puente Sobre: RÍO	Nombre: S/N		
Longitud Total (m): 3.20	Número Vías Tránsito: 1		
Ancho Calzada (m): 3.60	Sobrecarga Diseño:		
Ancho Vereda (m): NO HAY	Numero Proyecto:		
Altura Libre Superior (m): ---	Año Construcción:		
Altura Libre Inferior (m): 1.75	Última Inspección (dd/mm/aa):		
Tipo Servicio: VEHICULAR PUBLICO Y PRIVADO	Último Trabajo: INSPECCION INICIAL DE INVENTARIO		
Tráfico (veh/día):	% Camiones y Buses:		
Año:	Alineamiento:		
Condiciones Ambientales:			
3) TRAMOS			
Numero Tramos: 1	Longitud Total: 3.20	Longitudes Restantes:	
Tramos:	Longitud Segundo Tramo (m):		
Luz Principal (m): 2.50	Longitud Tercer Tramo (m):		
	TRAMO 1 (Principal)	TRAMO 2	
Categoría/Tipo:	Categoría/Tipo:		
Características Secundarias:	Características Secundarias:		
Condición Borde:	Condición Borde:		
Material Predominante:	Material Predominante:		
4) TABLERO DE RODADURA			
	LOSA	VIGAS	
Material: MADERA	Tipo: VIGAS PERALTADAS DE MADERA		
Espesor (m): 0.05	N° Vigas: 7		
Superficie de Desgaste: MADERA	Material: MADERA		
	Forma: CIRCULAR		
	Peralte (m): 0.25		
	Separación entre Ejes (m) : 0.55		
5) SUBESTRUCTURA			
	ESTRIBO IZQUIERDO	ESTRIBO DERECHO	
Elevación / Tipo: CUERPO/MURO	Elevación /Tipo: CUERPO/MURO		
Elevación / Material: CUERPO/PIEDRA y MORTERO	Elevación/ Material: CUERPO/PIEDRA y MORTERO		
Cimentación / Tipo:	Cimentación/Tipo:		
Cimentación / Material:	Cimentación/Material:		
6) PILARES			
	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
Elevación /Tipo:	Elevación /Tipo:	Elevación /Tipo:	
Elevación / Material:	Elevación / Material:	Elevación / Material:	
Cimentación / Tipo:	Cimentación / Tipo:	Cimentación / Tipo:	
Cimentación / Material:	Cimentación / Material:	Cimentación / Material:	

7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE					
IZQUIERDO			DERECHO		
Elevación /Tipo:			Elevación /Tipo:		
Elevación / Material:			Elevación / Material:		
Cimentación / Tipo:			Cimentación / Tipo:		
Cimentación / Material:			Cimentación / Material:		
8) DETALLES					
BARANDAS			VEREDAS Y SARDINELES		
Tipo: <i>NO HAY</i>			Ancho Vereda (m): <i>NO HAY</i>		
Material:			Altura Sardinela (m):		
Material:			Material:		
APOYO 1		APOYO 2		APOYO 3	
Tipo:		Tipo:		Tipo:	
Material:		Material:		Material:	
Ubicación:		Ubicación:		Ubicación:	
Número:		Número:		Número:	
JUNTAS DE EXPANSIÓN			DRENAJE DE CALZADA		
Tipo: <i>NO HAY</i>			Tipo: <i>NO HAY</i>		
Material:			Material:		
9) ACCESOS					
ACCESO IZQUIERDO			ACCESO DERECHO		
Longitud Transición (m): <i>0.35</i>			Longitud Transición (m): <i>0.35</i>		
Alineamiento (m): <i>RECTO</i>			Alineamiento (m): <i>RECTO</i>		
Ancho de Calzada (m): <i>3.60</i>			Ancho de Calzada (m): <i>3.60</i>		
Altura Total Bermas (m):			Altura Total Bermas (m):		
Pendiente Alta:			Pendiente Alta:		
Visibilidad: <i>REGULAR</i>			Visibilidad: <i>REGULAR</i>		
10) SEGURIDAD VIAL					
ACCESO IZQUIERDO			ACCESO DERECHO		
Señal Informativa: <i>SI</i>			Señal Informativa: <i>SI</i>		
Señal Preventiva: <i>NO</i>			Señal Preventiva: <i>NO</i>		
Señal Reglamentaria:			Señal Reglamentaria:		
Señal Horizontal:			Señal Horizontal:		
11) SOBRECARGA					
Carga de Diseño:			Cara Máxima Actual:		
Sobreesfuerzo:			Señalización de Carga: <i>NO</i>		
12) RUTA ALTERNA					
Tipo Otras Rutas: <i>NO EXISTE</i>					
VADO			PUENTE PARALELO		
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) CONDICIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA					
Condición de la Carretera: <i>REGULAR</i>					
14) SUELO DE CIMENTACIÓN					
	ESTRIB IZQ.	ESTRIBO DER.	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
Material:					
Comentarios:					

ANEXO N° 02
CONDICION GLOBAL DEL PONTON

CONDICION GLOBAL DEL PUENTE

NOMBRE DEL PUENTE : NO TIENE
 TIPO DE PUENTE : PUENTE DE VIGAS DE MADERA (PONTON)
 PROVINCIA : YAUYOS
 DISTRITO : TOMAS
 TRAMO : TOMAS - TAYCO YAUROCCHA
 PROGRESIVA (m) : 181+700
 AÑO CONSTRUCCION :
 SOBRECARGA :
 LONGITUD TOTAL : 3.20 m
 ANCHO DE CALZADA : 3.60 m

CONDICION DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS										
N°	DESCRIPCION	METRADO	UND	CALIFICACION					OBSERVACIONES	
				0	1	2	3	4		5
107	TABlero DE RODADURA	1	GLB			X				SIENDE DE OSESSETE
116	VIGAS FERALTADAS (CIRCULAR)	1	GLB			X				SIENDE DE PLURIMINTO
207	ESTRIBO IZQUIERDO	1	GLB		X					NO SE OBSERVA PROBLEMAS
207	ESTRIBO DERECHO	1	GLB		X					NO SE OBSERVA PROBLEMAS
	ACCESOS	1	GLB				X			SIENDE DE OSESSETE
501	SENALES	2	UND	X						EN BUEN ESTADO
COMENTARIOS:										
MUY BUENO: 0										
BUENO: 1										
REGULAR: 2										
MALO: 3										
MUY MALO: 4										
PESIMO: 5										
FECHA INSPECCION: 22 / 05 / 2010										
INSPECTOR : RAUL F. CHUQUILLANQUI HERRERA										
FIRMA										

ANEXO N° 03 PANEL FOTOGRAFICO

NOMBRE DEL PUENTE : <i>NO TIENE</i>	PROGRESIVA (m) : <i>181+700</i>
TIPO DE PUENTE : <i>PUENTE DE VIGAS DE MADERA (PONTON)</i>	AÑO CONSTRUCCION :
PROVINCIA : <i>YAUYES</i>	SOBRECARGA :
DISTRITO : <i>TOMAS</i>	LONGITUD TOTAL : <i>3.20 m</i>
TRAMO : <i>TOMAS - TUNCO YAUZUCOMA</i>	ANCHO DE CALZADA : <i>3.60 m</i>

LISTA DE FOTOGRAFIAS						
N°	FECHA	DESCRIPCION	ROLLO	NEG.	DIGITAL	VIDEO
1	22/05/2010	Vista general del ponton, Km. 181+700			X	
2	22/05/2010	Elevacion del ponton			X	
3	22/05/2010	Vista de las vigas peraltadas de madera (circular)			X	
4	22/05/2010	Vista del estribo derecho			X	
5	22/05/2010	Vista del estribo izquierdo			X	
6	22/05/2010	Obtencion de medidas del tablero de rodadura			X	
7	22/05/2010	Obtencion de la altura en msnm			X	
8	22/05/2010	Obtencion de medidas de luz principal			X	
9	22/05/2010	Obtencion de medida de altura libre			X	
10	22/05/2010	Obtencion de medida de ancho de acceso			X	
11	22/05/2010	Vista de las señales informativas			X	
12	22/05/2010	Se observa la presencia de rajaduras en la madera			X	
13	22/05/2010	Se observa la falta de limpieza y desgaste de la superficie de rodadura			X	
14	22/05/2010	se observa la condicion regular de los accesos			X	

COMENTARIOS:

.....

FECHA INSPECCION: *22/05/2010*

INSPECTOR : *RAUL F. CHUQUILLANQUI HERRERA*

.....
FIRMA