

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE CONSERVACION DEL PUENTE CALACHOTA  
MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA CAÑETE –  
HUANCAYO KM.107+100**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**FELIPE AULLA HUAYTA**

**Lima- Perú**

**2010**

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	03
<b>LISTA DE CUADROS</b>	04
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	05
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b>	06
<b>INTRODUCCIÓN</b>	07
<b>CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO</b>	
1.1 Antecedentes del proyecto.	10
1.2 Ubicación del proyecto.	12
1.3 Características del proyecto.	12
1.3.1 Aspectos demográficos	12
1.3.2 Aspectos Socio Económicos.	13
1.3.3 Aspectos Geográficos.	13
1.3.4 Aspectos Geológicos.	14
1.3.5 Aspectos Geotécnicos.	15
1.3.6 Trafico Vehicular.	15
1.4 Antecedentes del Puente Calachota.	16
<b>CAPÍTULO II: INSPECCION</b>	
2.1. Generalidades de inspección	17
2.2 Medios y requisitos para llevar acabo una inspección	18
2.2.1 Medios Humanos	19
2.2.2 Medios materiales	19
2.3 Procedimientos de Inspección	19
2.3.1 Procedimientos de Inspección de la Superestructura	21
2.3.2 Procedimiento de Inspección de la Subestructura	22
2.3.3 Procedimiento de Inspección de la Cimentación.	23

2.3.4	Procedimiento de Inspección del Equipamiento.	24
2.4	Informe de Inspección del Puente	24
2.4.1	Ficha de Inspección del MTC del Puente Calachota.	25

### **CAPÍTULO III: EVALUACION Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PARA LA CONSERVACION DEL PUENTE CALACHOTA**

3.1.	Identificación y reparación de las condiciones actuales de la Subestructura del puente	26
3.1.1	Socavación local en el pilar del Puente Calachota	26
3.1.2	Degradación del concreto y corrosión del acero producido por golpes e impactos al pilar del puente	34
3.2.	Identificación y reparación de las condiciones actuales de la Superestructura del puente	37
3.2.1	Reposición de sardinel del tablero del Puente	37
3.2.2	Colocación de Neopreno	38
3.2.3	Drenaje en la plataforma	41
3.3.	Identificación y reparación de las condiciones actuales de la cimentación del puente.	43
3.4.	Identificación y reparación de las condiciones actuales del equipamiento del puente	44
3.4.1	Colocación de barandas	44
3.4.2	Colocación de Juntas de Dilatación	46

## **CAPÍTULO IV: ESTIMACION ECONOMICA DE MANTENIMIENTO PARA LA CONSERVACION DEL PUENTE CALACHOTA**

4.1.	Estimación de los costos y los recursos más conveniente para la reparación de la Subestructura del puente	51
4.2.	Estimación de los costos y los recursos más conveniente para la reparación de la Superestructura del puente	52
4.3.	Estimación de los costos y los recursos más convenientes para la reparación de la cimentación del puente	53
4.4.	Estimación de los costos y los recursos más convenientes para la reparación del equipamiento del puente	54
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>55</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>58</b>

## RESUMEN

Como parte de los trabajos de Conservación a la Carretera Cañete-Huancayo, se hizo la inspección visual al Puente Calachota, para poder evaluar, proponer la alternativa de solución más conveniente y estimar costos de conservación.

El presente Informe de Suficiencia se inicio en función al periodo de mantenimiento de la carretera como alcance general, el área de influencia de la carretera que comprende 2 Provincias con más de 36 distritos y una población de 309,496 habitantes aproximadamente; además de considerar sus principales características geológicas, físicas, climáticas, etc.

Como segundo alcance, se ha tomado en cuenta, cómo debe realizar una inspección a un puente.

Como tercer y cuarto alcance del Informe de Suficiencia se procedió a la inspección a fin de constatar el estado de los componentes de la principales del puente, se ha analizado y estimando costos a la Subestructura, Superestructura, Cimentación y el equipamiento del puente.

En la Subestructura existen problemas como es la degradación del concreto de una parte del pilar que expone al acero a la corrosión; que compromete la estabilidad del Puente Calachota es la Socavación local a la zapata del pilar; como alternativa de mantenimiento para darle protección al pilar se tuvo que determinar la altura socavado de la zapata del pilar mediante métodos empíricos matemáticos válidos, para luego proceder a estabilizar la zapata mediante el sistema de calzaduras y por último una cubierta a la zapata, con un enrocado asentado con concreto.

En la Superestructura, también se presentan problemas de degradación de los sardineles del puente, además se aprecio perdida de espesor de apoyos de neopreno y la falta construcción de los tubos de drenaje.

En la cimentación y el equipamiento se pudo apreciar que había mucha bolonería en el cauce del rio, inexistencias de barandas y junta de dilatación.

## LISTA DE CUADROS.

	<b>Pág.</b>
Cuadro N°1.1.-Ubicación de estación de control	16
Cuadro N°1.2.- Resumen del IMD por estación de control	16
Cuadro N°3.1.- Equivalencia de resistencia de concreto con el número de bolsas de cemento	37

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura N° 1.1. Ubicación de la Zona del Proyecto	12
Figura N° 3.1. Fotos de socavación del pilar	27
Figura N° 3.2. Foto panorámica donde se evidencia la socavación	31
Figura N° 3.3.-Podemos apreciar la degradación del concreto del pilar	34
Figura N° 3.4. Se puede apreciar distintos tipos de traslapes	35
Figura N° 3.5. Necesita resane al concreto del pilar	36
Figura N° 3.6.-Apreciación del deterioro del sardinel	37
Figura N° 3.7.- Sardinel desfasado de su posición	37
Figura N° 3.8.-Ya los apoyos inoperativos del estribo	39
Figura N° 3.9.-Forma como se colocan los gatos hidráulicos	39
Figura N° 3.10. Colocación de los apoyos de neopreno	41
Figura N° 3.12. Limpieza del cauce del río	43
Figura N° 3.13.-No presenta baranda el puente	44
Figura N° 3.14. No tiene junta de dilatación-vista de perfil	46
Figura N° 3.15. No presenta ya junta de dilatación-vista de planta	46
Figura N° 3.16. Demolición de tratamiento superficial y losa	47
Figura N° 3.17. Ya listo para la colocación de la nueva junta de dilatación	47
Figura N° 3.18. Colocación de la Junta de dilatación	48

## LISTA DE SÍMBOLOS.

MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials.
IMD	: Índice Medio Diario
VLL	: Carga vertical debido a la carga viva
VDC	: Carga vertical debido a la carga muerta
$\theta_s$	: Rotación de diseño de apoyo
$\Delta T$	: Cambio maximo de temperatura



## INTRODUCCIÓN.

La gran cantidad de puentes que hay en todo el Perú, estructuras con más de cincuenta años, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad, estas estructuras presentan problemas de estabilidad, fatiga estructural, generando gran incertidumbre en la seguridad del tránsito, sin tomar en cuenta que los puentes se ven afectados por otros aspectos, como el exceso de carga, fenómenos naturales, terremotos, inundaciones, etc. Lo cual es un reto, para los ingenieros civiles para mejorar e innovar en la política de gestión de la infraestructura vial, incluyendo los puentes con mayor énfasis.

El objetivo de este Informe de Suficiencia es principalmente lograr la conservación del Puente Calachota, mediante un programa de mantenimiento periódico, conservando la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura, para mejorar la calidad de vida de las comunidades aledañas en el periodo de conservación enmarcado dentro del Proyecto Perú

En el capítulo I, se presentan los antecedentes y características de la carretera que comprende el puente Calachota como; ubicación, aspectos geográficos, aspectos demográficos, aspectos socioeconómicos, etc. Para dar un panorama general de su ubicación y entorno

En el capítulo II, se desarrollan los medios y requisitos que se necesitan para llevar a cabo la inspección, seguir un procedimiento sistemático, es decir una rutina de inspección, cumplir con los objetivos previstos, utilizando formatos que servirán para la toma de datos.

En el capítulo III, se evalúan las condiciones actuales del puente dividiéndole en cuatro partes Subestructura, Superestructura, cimentación y Equipamiento. Luego de evaluar estas condiciones, se procederá a buscar alternativas para mantener el puente, explicando paso a paso su procedimiento constructivo.

En el capítulo IV, se estiman los costos de los insumos y equipos que se requieren de cada actividad para poder mantener el puente

Finalmente, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones del presente Informe de Suficiencia.

## **CAPITULO I.- PERFIL DEL PROYECTO**

### **1.1.- Antecedentes**

El tramo de la carretera en estudio se encuentra ubicado en las provincias de Cañete y Chupaca en el departamento de Lima y Concepción en el departamento de Junín.

Esta carretera de penetración fue proyectada y ejecutada por etapas durante el gobierno de Sr. Augusto B. Leguía entre los años de 1920 y 1930, mediante la Ley decretada de la Conscripción Vial Territorial del Perú.

Por lado de la costa, durante el gobierno de Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944, avanza los trabajos de la carretera desde Cañete llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurado por el propio presidente en junio del mismo año.

En febrero de 1956, llega el contratista arequipeño Sr. Lesmer Málaga con experiencia en carretera para realizar el corte del cañón de Uchco.

En mayo de 1957, se cumplen varios puntos más de las metas, el corte, el puente Uchco y llegando hasta el pueblo de Alis; concluyendo con el trazo de la carretera, integrando la región costa con la sierra.

En 1958 se realizan trabajos de mantenimiento a la vía por las empresas Cementos Lima y ARPL Tecnología Industrial.

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio “Asociación Aguas y Estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT S.A.” para realizar el servicio de consultoría a nivel de estudio definitivo de la carretera Lunahuaná - Huancayo.

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 formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil de la carretera Ruta 24, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca de 271.73 km de longitud aproximadamente.

Con el informe N° 838-2004-MTC/09.02 de 07 de septiembre de 2004, el Director de Inversiones de la Oficina General de Planificación y Presupuesto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su función de OPI MTC aprueba el estudio de pre inversión a nivel perfil del “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná - Dv Yauyos-Chupaca” identificado con Código SNIP N° 9895 y autorizó la formulación del siguiente nivel de estudios.

Con oficio N° 513-2004-MTC/09.02 de 16 septiembre de 2004 el Director General de la OPI MTC solicita al Director General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas la exoneración del estudio de prefactibilidad y que se autorice la elaboración del estudio de factibilidad del precitado proyecto, en virtud que el perfil identifico claramente la alternativa seleccionada.

El Programa “Proyecto Perú” que fue creado por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02 y modificado por Resolución Ministerial N°408-2007-MTC/02 es parte del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL) con la finalidad de establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al contratista.

En el marco del precitado programa, PROVIAS NACIONAL suscribió el CONTRATO DE SERVICIOS N° 288–2007 MTC/20 de 27 de diciembre del 2007, con el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS por un período de cinco años, a fin que este brinde el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas.

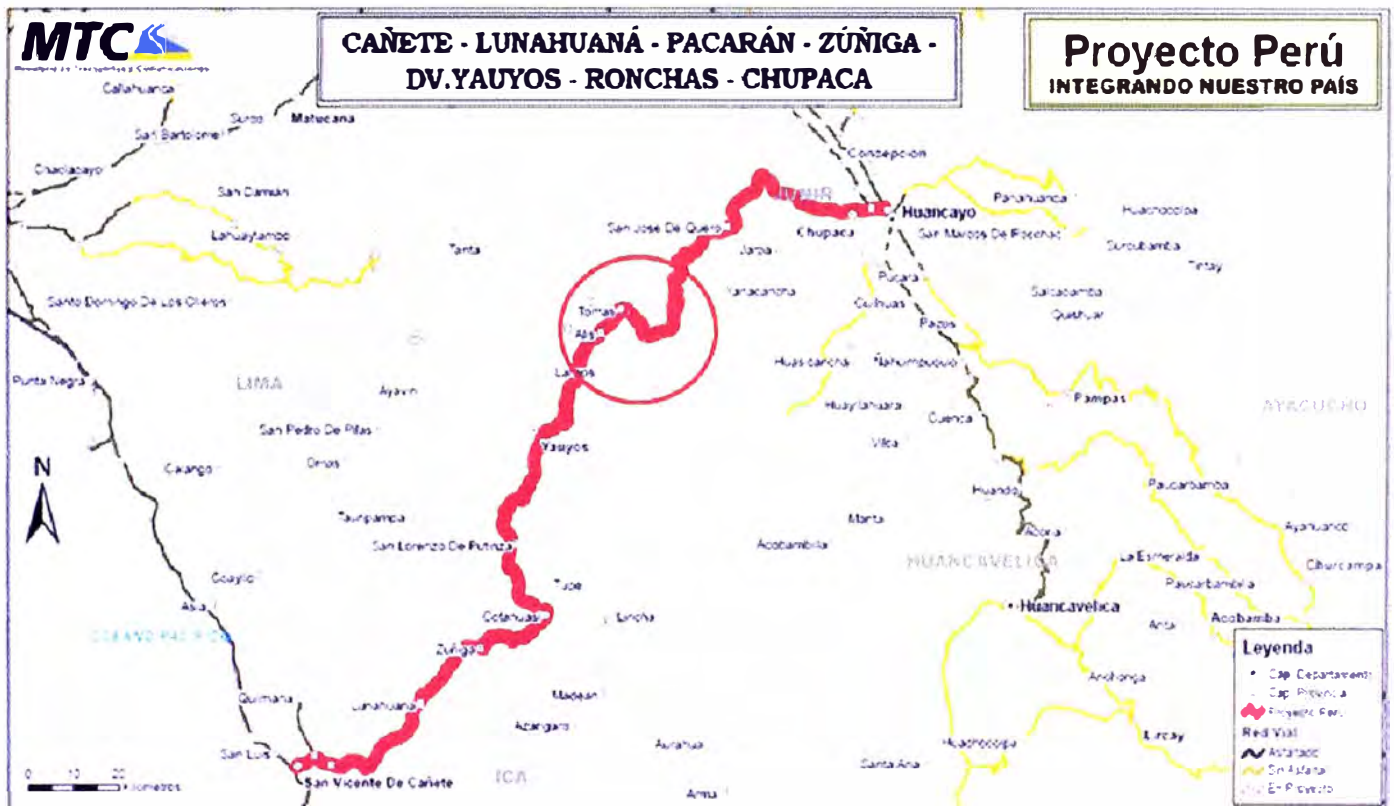
Con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad de las carreteras de bajo volumen de tránsito de la red vial nacional, el MTC a través de PROVIAS NACIONAL suscribió un convenio de cooperación interinstitucional con la Universidad Nacional De Ingeniería (UNI), convenio realizado en agosto del 2008 por un periodo de cinco años, denominado: “Acompañamiento y Monitoreo de los Trabajos del Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio, del Corredor Vial N° 13: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca, (Rehabilitación del tramo: Zúñiga – desvío Yauyos - Ronchas)”.

La carretera Cañete-Yauyos-Chupaca se proyecta como una ruta alterna, la cual ayudará a aligerar el tránsito vehicular de carga y pasajeros de la Carretera Central, disminuyendo el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo y permitiendo el transporte continuo de vehículos durante la temporada de máximas avenidas.

## **1.2.- Ubicación del Proyecto**

La carretera Cañete - Yauyos - Chupaca, forma parte de la Ruta N° PE-24 de la Red Vial Nacional, está ubicado al oeste centro del país que conecta las regiones de Lima y Junín con sus diversas capitales provinciales, distritales y centros poblados localizados en el área de influencia directa de la vía. Su altitud varía desde los 710 m.s.n.m. hasta 4,600 m.s.n.m.

**Figura N° 1.1**  
**Ubicación de la Zona del Proyecto**



(Fuente: Proyecto Perú - Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

### 1.3.- Características de la Carretera

#### 1.3.1 Aspectos Demográficos

##### Población.-

La población directamente beneficiada por el proyecto se estima en aproximadamente 309,496 habitantes, ubicados en las provincias de Cañete, Yauyos del departamento de Lima, Chupaca y Huancayo del departamento de Junín. (Ver anexo 01.- Población Directamente Beneficiada).

#### 1.3.2 Aspectos Socioeconómicos

##### Actividad Económica

La población del ámbito de influencia del proyecto, tiene como base económica principal, la explotación de la actividad agropecuaria (de autoconsumo, principalmente), cuyas formas de producción son básicamente "tradicionales", en relación a los sistemas de producción mecanizados y agroquímico, que se practican en la costa, en los grandes complejos agroindustriales, principalmente.

En segundo término, de manera limitada y complementaria, la población de esta zona de influencia del proyecto se dedica a actividades como los Servicios, Comercio y Turismo (Lunahuaná). En los distritos de Alis, Tomas y Laraos, la actividad minera tiene mayor relevancia. La economía de la zona de influencia del proyecto, presenta un débil crecimiento con tendencia al estancamiento, donde los niveles de producción y productividad expresan bajos rendimientos.

### **Aspectos del Sistema de Transportes**

La Infraestructura del sistema de transporte está enmarcada por la ruta nacional N° 24: Cañete – Yauyos – Chupaca, la que actualmente se encuentra en afirmado desde la salida de Lunahuaná hasta el empalme con la ruta longitudinal de la Sierra. El tramo desde el empalme con la longitudinal de la Costa (Cañete) hasta Lunahuaná se encuentra a nivel de asfaltado con diferentes estados de conservación desde regular a malo. En esta ruta se encuentra ubicada la estación de peaje Lunahuaná en el km 12+400.

#### **1.3.3 Aspectos Geográficos**

##### **Geografía e Hidrología**

Políticamente, la cuenca del río Cañete forma parte de las provincias de Cañete y Yauyos, pertenecientes ambas al departamento de Lima.

La cuenca del río Cañete tiene una extensión aproximada de 6192 km<sup>2</sup>, de los cuales el 78.4% (4856 km<sup>2</sup>) corresponde a la cuenca húmeda.

La longitud del río Cañete, entre su nacimiento y desembocadura, es de aproximadamente 220 km., presentando una pendiente promedio de 2%; sin embargo, presenta sectores en donde la pendiente es mucho más pronunciada, especialmente en la parte alta, llegando hasta 8% en el tramo comprendido entre la localidad de Huancaya y la desembocadura del río Alis.

Las zonas generalmente afectadas por las lluvias están localizadas en las alturas de Matucana, Huarochirí Oyón, Lunahuaná, etc. En general todas las cuencas hidrográficas de Lima aumentan su caudal, poniendo en peligro a las poblaciones y originan desabastecimiento, por el bloqueo de carreteras.

## **Clima y Meteorología**

La zona presenta un clima variado entre templado - frío y sub húmedo. La temperatura media anual fluctúa entre 6 y 12°C. Las temperaturas medias mensuales no difieren más de 2°C de la media anual. Las temperaturas medias diarias tampoco difieren significativamente respecto a la temperatura media mensual, se mantienen más o menos uniformes durante las cuatro estaciones del año. Solo durante fines de otoño y durante todo el invierno se presentan temperaturas mínimas extremas por debajo de 0° C hasta -10° C.

El promedio de precipitación pluvial total por año varía entre 300 y 500 mm. que se distribuyen durante los doce meses del año, de acuerdo a las estaciones. En verano es la estación lluviosa donde se concentra el 65 a 70% del volumen total anual; en otoño disminuye hasta el 8 a 12%, en invierno casi no hay lluvia, solo unos días durante los dos últimos meses, que representan 12 y 15% del total; y finalmente en primavera se reinicia el período de lluvias, principalmente a partir de octubre, acumulando durante esta estación 20 a 25% del total anual.

Las lluvias en este tipo climático, más las lluvias de las partes altas, que sobrepasan los 500 mm afectan la conservación de la carretera, mediante avenidas y huaycos provocando desbordes e inundaciones.

### **1.3.4 Aspectos Geológicos**

La zona Lunahuaná - Tinco Yauricocha, que se considera de media a alta vulnerabilidad ante los riesgos geológicos.

La geología del área presenta rocas ígneas y sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Terciario y los suelos están representados por depósitos de origen aluvial, proluvial, eluvial, deluvial, coluvial, fluvio-glaciar, entre otros.

Los factores geológico estructurales, geomorfológicos e hidrológicos juegan un rol importante en el comportamiento geodinámico de la cuenca del río Cañete, se han podido detectar eventos como deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, huaycos, erosión de laderas, entre otros que han modificado y modifican el relieve de la cuenca.



### 1.3.5 Aspectos Geotécnicos

Los estudio realizados por el Consorcio Gestión de Carreteras, correspondientes a los suelos y materiales de construcción, encontrándose entre los Km. 57+000 al Km. 130+000, predominante es la arena y grava limosa que en el sistema SUCS clasifican como GC-GM, en el sistema AASHTO es variable entre A-1-b(0) y A-2-4(0), presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,40 aumenta su presencia a 50% y entre los Km. 130+000 al Km. 258+000 se encuentra con suelos del tipo Arenas y gravas limosas y arcillosa clasificando en el sistema SUCS como GC, GC-GM, SC, SC-SM y en el AASHTO, A-2-4(0).

### 1.3.6 Tráfico Vehicular

La información de estudio de tráfico corresponde al realizado por el Consorcio encargado del mantenimiento.

Se debe tener en cuenta que los datos de tráfico diario obtenidos de los conteos de tráfico efectuado en campo, son solo representativos de los días en los que fueron realizados, además están influenciados por la construcción de la Central Hidroeléctrica el Platanal.

La actividad principal de las provincias del área de influencia directa e indirecta del Proyecto es agrícola, donde sus ingresos son por la venta de frutas y paltas por eso es importante el transporte vía terrestre por la carretera.

La demanda de viajes que se está generando en zonas cercanas al área de influencia se detalla en el cuadro 1.4, donde se muestran los conteos vehiculares realizados recientemente en el año 2009 por el **Consorcio Gestión Carreteras**.

Las estaciones de control vehicular entregados por el Consorcio efectuó, de acuerdo a los puntos de aforo, donde los tramos son lo más homogéneos en volumen y en composición vehicular, lo cual indicamos el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 1.1: Ubicación de las estaciones de control**

CODIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
<b>1.- Volumen y clasificación vehicular</b>			
E1	Cañete-Lunahuana	Lunahuana	Conteo Continuo
E2	Lunahuana-Pacaran	Pacaran	Conteo Continuo
E3	Pacaran - Zuñiga	Zuñiga	Conteo Continuo
E4	Zuñiga -Catahuasi	San Juan	Conteo Continuo
E5	Catahuasi- Capilluca	Chichicay	Conteo Continuo
E6	Capilluca-Dv. Yauyos	Yauyos	Conteo Continuo
E7	Colpa-Dv Yauyos	Colpa	Conteo Continuo
E8	Huarisca-Colpa	Ronchas	Conteo Continuo
E9	Huarisca-Chupaca	Huarisca	Conteo Continuo

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

**Cuadro N° 1.2: Cuadro resumen del IMD por estación de control**

Tramo	Cañete- Lunahuana	Lunahuana Pacaran	Pacaran- Zuñiga	Zuñiga- Catahuasi	Catahuasi - Capilluca	Capilluca - Dv. Yauyos	Dv. Yauyos Collpa	Collpa - Huarisca	Huarisca - Chupaca
Tipo Vehículo	E1 LUNAHUANA	E2 PACARAN	E3 ZUÑIGA	E4 SAN JUAN	E5 CHINCHAY	E6 YAUYOS	E7 COLLPA	E8 RONCHAS	E9 HUARISCA
VL (Auto+SW+Camioneta)	750	273	230	386	361	29	208	309	519
Camta Rural+Micro	555	154	170	499	144	15	24	30	36
Ómnibus	32	14	13	31	32	12	4	6	7
Camión Unitario (2,3,4 Ejes)	103	84	82	70	45	34	41	47	48
Camión Acoplado	37	30	25	159	140	0	28	38	32
IMDa (Veh/día) 2009	1477	555	520	1145	722	90	305	430	642

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras.

#### 1.4.- Antecedentes del Puente Calachota

Se realizó la búsqueda de información de antecedentes, planos del Puente Calachota en el Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), además en el Provias Nacional y no hubo ninguna respuesta de estas instituciones. Teniendo como resultado final, que no existe información alguna del puente (Ver carta dirigida a MTC solicitando Información Anexos).

## CAPITULO II.- INSPECCION

### 2.1.- Generalidades de la Inspección

La única forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos de un puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparados a tiempo.

Para obtener una información satisfactoria, las inspecciones deben llevarse a cabo con una cierta periodicidad.

Según la Guía de Inspección de Puentes del MTC nos sugiere que los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de un personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de los daños y que los componentes sumergidos del puente deben de ser inspeccionados cada 3 años con personal especializado. La época más recomendable para realizar una inspección es al término de la temporada de lluvias, ya que el nivel del agua baja y facilite el acceso bajo las obras y se pueda observar los indicios de socavación, que es una de las principales consecuencias del colapso de los puentes. Se hacen, varios tipos de inspección con distintas finalidades:

- 1.- Para trabajos de mantenimiento normal o rutinario.
- 2.- Para evaluación estructural.
- 3.- Para permiso de tránsito de cargas especiales.
- 4.- Por emergencias.

Para programar los trabajos de mantenimiento rutinario, se hacen en forma anual, al efectuarse en inventario de las necesidades de todos los conceptos del camino.

Las inspecciones para evaluación estructural se recomienda realizarlas cada 2 o 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser este tipo de inspecciones de carácter

conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser este tipo de inspecciones de carácter minucioso y que requieren herramientas y equipo apropiados, generalmente se recurre a empresas especializadas.

Debido al desarrollo de nuestro país, principalmente, en la minería, se ha tenido la necesidad de transportar piezas de gran masa y volumen, para ello se revisan todos los puentes localizados en la ruta o rutas escogidas, determinando normas, especificaciones y preceptos que deben cumplirse durante la transportación, incluyendo la construcción de desviaciones, recalces, apuntalamientos o reforzamientos que se requieran de acuerdo con el dictamen técnico pero este tipo de inspección no se le toma mucho en cuenta.

Por fenómenos meteóricos, como ciclones, lluvias torrenciales, sismos o por colisiones o impactos provocados, principalmente, por accidentes, se presentan situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

En casos extraordinarios se deberá disponer de Inspecciones Especiales.

La Inspección será visual y física, existiendo otras técnicas avanzadas (Destructiva y no destructivas), para inspección específica de concreto, Acero y madera. Para efectos de la tesis solo haremos la Inspección visual del Puente Calachota

## **2.2.- Medios y requisitos para llevar a cabo la inspección**

Evidentemente, el sistema más sencillo para aportar datos para el conocimiento del estado de una estructura, es la simple observación visual de la misma. Para que de ella puedan extraerse datos útiles deben darse tres condiciones básicas:

- Poder ver: lo que significa acceder a todas las partes que se desean inspeccionar, y en su caso ayudar con medios complementarios al ojo humano.
- Saber ver: para lo cual se necesita un equipo de inspección calificado y con suficiente experiencia.

- Saber lo que se quiere ver: es decir, hay que preparar con antelación las inspecciones, estudiando el proyecto, los posibles incidentes ocurridos en la construcción y los informes obtenidos en anteriores inspecciones, si existen.

### **2.2.1.- Medios humanos.**

En la Guía de Inspección del Ministerio de Transporte (MTC), detalla claramente el perfil que debe cumplir el equipo que este a cargo de la inspección y sobre todo el ingeniero a cargo, 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.

En consecuencia, se define que la persona encargada de ocupar ese puesto será responsable de la exactitud de la inspección, el análisis de todo lo que se descubra en la misma y las correspondientes recomendaciones para corregir los defectos.

### **2.2.2.- Medios materiales.**

En los puentes la estructura, habitualmente estará a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin unos medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma.

Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación del personal de la inspección a las distintas partes de la estructura se incluyen desde los medios más rudimentarios y básicos (cuerdas, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) a sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, pasando por sistemas integrados en la propia estructura

En la Guía de Inspección nos indican detalladamente los equipos necesarios que debemos de llevar para poder hacer la inspección del puente.

## **2.3 Procedimientos de Inspección**

Los síntomas que presenta la estructura ante una primera inspección visual, nos permite determinar el agrietamiento, las deformaciones y las flechas de la estructura, si existe carbonatación o corrosión.

Una inspección visual debe completarse con una auscultación con métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura, profundidades de carbonatación y contenido de ion-cloro y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

Los ensayos estáticos y dinámicos sirven para conocer la variación de determinados parámetros generales del puente, como son la rigidez, el amortiguamiento, los modos de vibración, etc.

Los diferentes elementos que deben ser inspeccionados normalmente son agrupados en cuatro grandes divisiones:

1. Cimientos
2. Subestructura
3. Superestructura
4. Equipamientos

En general, se deberán considerar los siguientes puntos de inspección:

1. Juntas de dilatación
2. Apoyos
3. En puentes de concreto reforzado:
  - Diafragma
  - Nervaduras
  - Losas
  - Flechas
4. En puentes de concreto presforzado:
  - Diafragmas
  - Nervaduras
  - Losa
  - Anclajes
  - Flechas

5. En estructuras metálicas:

- Rotura de remaches, pernos o soldaduras.
- Fallas en la protección con anticorrosivos.
- Nodos
- Corrosión
- Pandeo, alabeo o rotura de elementos
- Conexión entre sistema de piso y estructura
- Fallas en el sistema de piso
- Espesores actuales de los elementos estructurales
- Revisión del gálibo

6. Estudio del cauce:

- Efectos de socavación
- Encauzamiento
- Obstrucción

7. Subestructura:

- Socavación
- Destrucción por impacto
- Hundimientos
- Desplomes
- Agrietamientos

8. Revisión de accesos y conos de derrame.

9. Drenaje de la superestructura y la subestructura.

10. Vialidad y señalamiento.

11. Alumbrado.

Es importante observar todos los elementos del puente y tomar apuntes de los detalles y dimensiones, a fin de llenar correctamente el formato del reporte de la inspección.

### **2.3.1.- Superestructura**

La inspección de los elementos de la superestructura y los daños típicos que estos presentan varían notablemente dependiendo de que se trate de puentes metálicos, puentes de concreto armado o pretensado u obras prefabricadas.

**Armaduras Metálicas.-** Vigilar las uniones del armazón, que son puntos críticos en los que se acumulan residuos que provocan la corrosión y pérdida de sección en elementos de la armadura.

**Vigas y largueros.-** En el caso de las vigas de acero, debe vigilarse la existencia de grietas y de corrosión, principalmente, en las alas superiores, alrededor de los remaches, pernos y en las áreas de soldadura. Asegurarse de que estén adecuadamente sostenidas, que no haya torceduras o desplazamientos, ni tengan daños debidos a colisiones o pérdidas de sección por corrosión.

Para las trabes de concreto, en caso de existir grietas, deben observarse por un tiempo para determinar si son activas y con la ayuda de un grietometro medirlas. Debe tomarse en cuenta si han sido tratadas con inyecciones de resina epoxicas. Igual atención requieren las áreas que sufren desintegración de concreto y la existencia de las vibraciones o deflexiones excesivas.

En los elementos pretensados, como trabes o diafragmas, es importante la vigilancia frecuente para que el agua no penetre por las fisuras ni por los anclajes extremos de los ductos, ya que cualquier inicio de corrosión es difícil de detectar.

Es importante revisar que la altura de los gálibos sean las requeridas para evitar accidentes o colisiones con las trabes u otro elemento del puente.

También, deben revisarse los miembros principales de la armadura que son susceptibles a daños por colisión, principalmente al paso de cargas voluminosas.

### **2.3.2.- Subestructura**

Dentro del término subestructura se incluyen estribos, pilas y sistemas de apoyo. de la amplia variedad de defectos y deterioros observables en este tipo de elementos, deben incluirse en un informe las fisuras y grietas que puedan



observarse y que puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, el mal funcionamiento de apoyos, etc.

**Pilas y estribos.-** Revisar su cimentación, principalmente, cuando es directa para detectar cualquier inicio de erosión o socavación, la presencia y severidad de grietas, así como mencionar cualquier cambio en la posición o verticalidad. Revisar la existencia de grietas, ya que estas pueden ser indicios de socavación o hundimientos.

**Apoyos.-** Es importante asegurar su adecuado funcionamiento, cuidando que no existan daños en los pernos de anclaje que estén ajustados adecuadamente y libres de materiales extraños para que haya libertad de movimientos

Se debe asegurar que no exista:

- Grietas por compresión, intemperismo o sobrecarga.
- Humedad
- Sedimentación

Por lo regular, los apoyos de los extremos son los más intemperizados y necesitan limpieza continua para asegurar su funcionalidad.

### **2.3.3.- Cimentación**

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

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades:

- Nivelación del tablero.
- Inspecciones subacuáticas.

Algunas consideraciones que deben observarse, a fin de determinar las condiciones de la cimentación:

**Accesos.-** Detectar la presencia de deslaves, asentamientos o rugosidades que motivan que los vehículos que se acercan a puente causen esfuerzos de impacto indeseable.

**Cauces.-** Verificar la suficiencia de cauce bajo la estructura, cerciorándose de que no esté obstruido por depósitos de materiales de arrastre, como bancos de arena y crecimiento de vegetación que pueden modificar la orientación de la corriente, causando socavación a las pilas o a los estribos.

### **2.3.4.- Equipamiento**

Dentro de los equipamientos se incluyen la inspección de calzada y aceras, juntas de dilatación, sistemas de drenaje, parapeto, barandales, señalización, etc.

**Juntas de expansión.-** Observar que tengan el espacio adecuado para los desplazamientos por efectos térmicos y que estén libres de basura.

**Tableros.-** Buscar agrietamientos, descascaramientos, baches u otras evidencias de deterioro.

**Señalizaciones.-** Debe revisarse la presencia, la legibilidad, la visibilidad y la necesidad de las señales existentes.

**Sistemas de drenaje.-** Revisar el drenaje para evitar encharcamientos, que los drenes estén libres de basura y funcionen correctamente.

**Parapetos.-** Buscar golpes causados por colisiones de vehículos.

En el caso de tableros de acero, revisar signos de corrosión, barras quebradas, soldaduras frágiles, etc.

### **2.4.- Informe de Inspección**

El archivo de datos de cada puente se puede considerar formado por dos elementos: Una información sobre el puente que permanece invariable (inventario) y una información que si se modifica con el transcurso del tiempo (datos de inspección).

Los puntos esenciales que comprenden un reporte de inspección son:

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

Lo que llevo a adoptar una ficha que pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1. Tratar de condensar la mayor cantidad de información posible.
2. Reducir al mínimo las posibilidades de subjetivización de los datos recopilados.
3. Conseguir que un formato fuera guía de los elementos a inspeccionar en una estructura.

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.

#### **2.4.1- Ficha de Inspección del MTC**

Se encuentra ubicado en los anexos correspondientes

## **CAPÍTULO III: EVALUACION Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PARA LA CONSERVACION DEL PUENTE CALACHOTA**

### **3.1. Identificación y reparación de las condiciones actuales de la Subestructura del puente**

#### **3.1.1 Socavación local en el Pilar del Puente Calachota**

##### **Generalidades:**

La experiencia mundial indica que la acción del agua es una de las causas principales de las fallas que ocurren en los puentes que interactúan con ríos. De acá que el problema de la socavación producida por pilares y estribos deba ser vista fundamentalmente como un problema de hidráulica fluvial, aunque sin perder de vista su carácter multidisciplinario.

A fin de garantizar la estabilidad de los puentes el ingeniero tiene que participar en una labor multidisciplinaria. Un puente que interactúa con un río es una estructura hidráulica y debe ser concebido y diseñado como tal, de modo que produzca la menor perturbación posible en el escurrimiento fluvial y, a un costo razonable, cumpla adecuadamente con los fines buscados. Cuando el río y el puente se cruzan cada uno trata de influir sobre el otro. El puente, como toda estructura, necesita estabilidad y permanencia en el tiempo

En lo que respecta al Perú la situación es aún más grave. Los dos últimos Meganiños causaron daños considerables a la infraestructura vial, especialmente a los puentes. En 1983, 55 puentes resultaron afectados o destruidos y en 1998 hubo 58 puentes destruidos y 28 afectados. Prácticamente, la totalidad de las fallas ocurridas en ambos Meganiños tuvo su origen en problemas hidráulicos.

El objeto de la presente tesis es mostrar la naturaleza de la erosión local a la zapata del pilar, los aspectos hidráulicos y sedimentológicos involucrados, el cálculo de la profundidad de la socavación y las medidas de protección usualmente recomendadas.

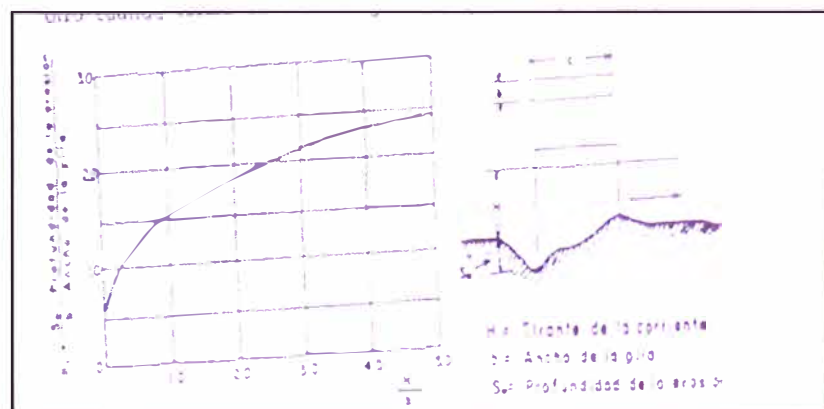
Se puede apreciar en la inspección visual del Puente Calachota, que existen inicios de socavación por lo tanto es importante saber cuanto es la profundidad de socavación.



**Figura 3.1, Fotos Socavación del pilar (Fuente: Libro Mecánica de suelos de Juárez Badilla-Rico Rodríguez)**

Metodología para el Cálculo de la profundidad de Socavación- Método de Laursen y Toch

Basado principalmente en las experiencias realizadas por los investigadores en los institutos de Investigación Hidráulica de Iowa, fue conformada con mediciones realizadas en un puente sobre el río Skunk por P.G.Hubbard del mismo laboratorio. Este método fue presentado resumidamente en el Volumen II.



**Tabla N° 3.1, Relación entre la erosión relativa y la profundidad relativa (Fuente: Libro Mecánica de suelos de Juárez Badilla-Rico Rodríguez)**

Cuando la mayor dimensión transversal de la pila está alineada con el flujo, la socavación puede expresarse por la Tabla N° 3.1

$$S_o = K_1 K_2 b$$

En donde

$S_o$ : Profundidad de la socavación, a partir del fondo

$K_1$ : Coeficiente que depende de la relación tirante entre ancho del pilar y que se encuentra en la grafica de la figura N° 3.1

$K_2$ : Coeficiente que depende de la forma de la nariz del pilar y que se encuentra en la tabla N° 3.2

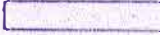

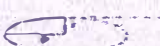

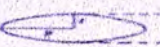
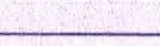
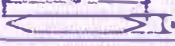
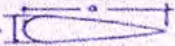
FORMA DE LA NARIZ		COEFICIENTE $K_2$ DE SCHNEIBLE
RECTANGULAR $a/b = 4$		1.00
SEMICIRCULAR		0.90
ELIPTICA	$\frac{P}{r} = \frac{2}{1}$ 	0.81
	$\frac{P}{r} = \frac{3}{1}$ 	0.75
LANTICULAR	$\frac{P}{r} = \frac{2}{1}$ 	0.81
	$\frac{P}{r} = \frac{3}{1}$ 	0.69
FORMA DE LA NARIZ		SEGUN TISON
SELADA $a/b = 4$		0.78
PERFIL DRODINAMICO $a/b = 4$		0.75

Tabla N° 3.2, Coeficiente de corrección que depende de la forma de la pila (Fuente: Libro Mecánica de suelos de Juárez Badilla-Rico Rodríguez)

Como se observa, para Laursen y Toch la socavación depende únicamente del tirante, ancho del pilar y de la forma de esta, no toma en cuenta la velocidad, ni el diámetro del material del fondo. Este se considera únicamente arenoso, por lo que el método no es aplicable si existen Boleos en el cauce.

Reemplazando valores en la formula de Laursen y Toch

$$S_o = K_1 K_2 b$$

### **Datos tomados en campo del Puente Calachota:**

b=1.20 m (Medido en campo)

c=2.26 m (Medido en campo)

H=2.20 m (según la línea que señala el nivel de agua alcanzado en épocas de avenidas)

- i)  $H/b = 2.10/1.20 = 1.75$
- ii) Reemplazo en la figura de la tabla y encontramos la relación  $K1 = 1.80$
- iii)  $K2 = 1.00$
- iv) Obtenemos  $S_o = 1.80 \times 1.00 \times 1.20 = 2.16 \text{ m}$

### **Método para reparar y reducir la socavación del pilar**

#### **a) Colocación de calzadura con concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

##### Generalidades

Las calzaduras son estructuras provisionales que se diseñan y se construyen para sostener las cimentaciones vacías y el suelo de la pared expuesta, producto de las excavaciones efectuadas. Tienen por función principal, prevenir fallas por inestabilidad o asentamiento excesivo y mantener la integridad del terreno colindante y de las obras existentes en él, hasta que entren en funcionamiento las obras de calzadura y/o sostenimientos excesivos.

Las calzaduras, a diferencias de otras obras de sostenimiento, se diferencian en que se construyen de forma alternada y progresivamente a la excavación.

Cabe señalar que para comenzar con los trabajos de calzadura, el Profesional Responsable deberá de proveer de toda la información referente al perfil de suelos que será involucrado por la obra de calzadura, dicha información debe incluir como mínimo: el perfil del suelo mostrando sus diferentes estratos, el nivel freático, las características físicas, el peso unitario, el valor de la cohesión y el ángulo de la fricción interna de los estratos que lo componen

## **Procedimiento constructivo**

### **Encofrado no cara vista y desencofrado**

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de la calzada, de modo que éste, al endurecer tome la forma que se estipule en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en la ubicación en la estructura.

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del llenado, y la carga viva durante la construcción, sin deformarse y teniendo en cuenta la contra flechas correspondientes para cada caso. Se construirán empleando materiales adecuados que resistan los esfuerzos solicitados, debiendo obtener la aprobación del supervisor.

Antes de recibir al concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y sus superficies interiores recubiertas adecuadamente con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del concreto.

### **Colocación del concreto**

Se colocará concreto para la calzada previamente puesto el encofrado de un concreto que tiene resistencia de  $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .

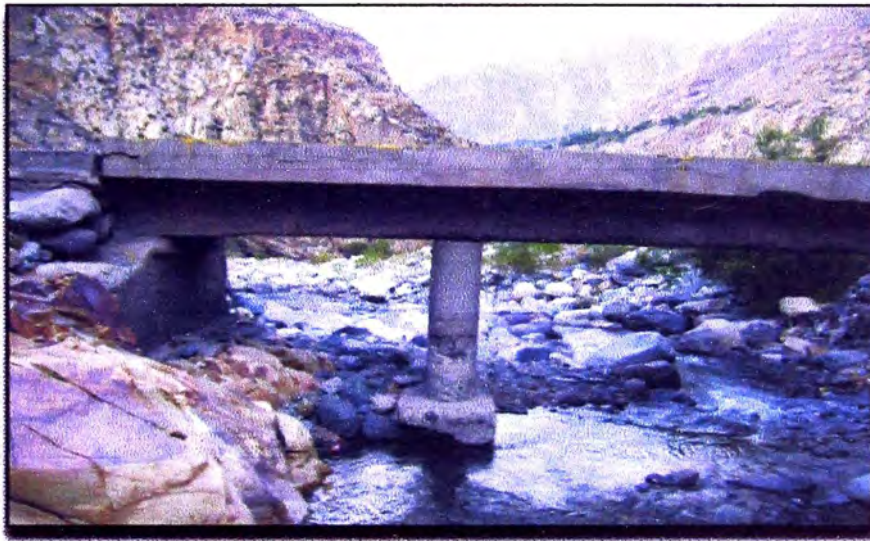
El Concreto deberá ser colocado evitando la segregación de sus componentes, permitiéndose solamente para su transporte las carretillas o buggies con llantas neumáticas

No se aceptarán para el llenado, concretos que tengan más de 30 minutos de preparados, haciéndose la salvedad si no han sido utilizados de inmediato deberán haberse mantenido en proceso de agitación adecuada hasta su utilización, siempre que este tiempo no sobrepase los 30 minutos citados.



No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

Se va a calzar el pilar socavado en paños alternados, como trabajo preliminar a la calzadura se desviara el rio con maquinaria



**Figura N° 3.2, Foto de panorama donde evidencia socavación**

b) Protección contra la socavación local al pie del pilar

Generalidades

Hay dos formas principales para reducir o evitar la socavación. La primera es que, el cambio de dirección de las líneas de corriente se produzca frente al pilar con lo cual se reduce los vórtices que se generan en las esquinas propuestas por Levy y Luna. La segunda consiste en hacer que alrededor del pilar resista la acción erosiva alternativa más factible, ya que se va aprovechar las bolonerías existentes que van a servir como protección al pilar, además la ventaja de colocar protección directamente sobre el fondo actual es generalmente un procedimiento que resulta más económico.

Un tipo de protección utilizada sería de Maza y Sánchez, consiste fundamentalmente en sustituir el material del fondo del cauce por otras más resistentes rocas, cantos rodados son los más convenientes que resistan a la erosión. Las recomendaciones que debemos tener en cuenta esta clase de protección son los siguientes:

- De preferencia, las bolonerías deben ser de un diámetro uniforme y el diámetro debe ser como mínimo mayor al que esta especificado en la tabla 3.3.
- La protección tendrá que estar formada por un mínimo de tres capas, ya que de lo contrario el material del fondo será extraído por los huecos.
- Para no reducir el área hidráulico útil de la sección transversal recomienda colocar la bolonería bajo el nivel inferior de la socavación general.
- Esta protección nos va a servir cualquiera sea el ángulo de incidencia de la corriente. Cuando tenemos la certeza que el ángulo es 0°, se coloca la protección frente al pilar. Cuando la corriente tiene un ángulo de incidencia hay que rodear el pilar y en los extremos del pilar disminuimos la profundidad a la mitad del ancho del pilar.

VELOCIDAD DE LA CORRIENTE	PESO ESPECIFICO DEL ENROCAMIENTO (Kg/M <sup>3</sup> )				
	1600	1800	2000	2200	2400
1	8	8	7	6	6
1.5	15	13	12	11	10
2	18	16	15	13	12
2.5	27	24	21	19	18
3	38	34	31	28	26
3.5	53	46	42	38	35
4	68	60	54	50	46
4.5	86	77	69	63	58

**Tabla N° 3.3, Diámetro mínimo, en cm del fragmento del enroca miento de protección, en función de su peso específico y de la velocidad de la corriente (Fuente: Libro Mecánica de suelos de Juárez Badilla-Rico Rodríguez**

### **Metodología para el Cálculo del diámetro y forma del enrocado para la protección.**

Por la deficiencia de los datos hidráulicos como la velocidad de la corriente y el peso específico del enrocamiento vamos a estimar un diámetro acorde con las recomendaciones y aprovechando que existe una gran cantidad de bolonería de diámetros que varían de 0.30 m hasta 0.80 m y proponemos un enrocado con concreto  $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$  que tenga además un perfil hidrodinámico.

### **Procedimiento constructivo**

Se colocara concreto para la calzadura, previamente puesto el encofrado de un concreto que tiene resistencia de  $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .

El Concreto deberá ser colocado evitando la segregación de sus componentes, permitiéndose solamente para su transporte las carretillas o buggies con llantas neumáticas

No se aceptarán para el llenado, concretos que tengan más de 30 minutos de preparados, haciéndose la salvedad que hallan sido utilizados de inmediato deberán haberse mantenido en proceso de agitación adecuada hasta su utilización, siempre que este tiempo no sobrepase los 30 minutos citados.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

### **3.1.2 Degradación del concreto y corrosión del acero producido por golpes e impactos al pilar del Puente Calachota**

#### Generalidades

Luego de haber asegurado la cimentación del pilar a través de la calzadura y la protección con rocas debemos revisar el concreto, del cuerpo del pilar, para ello viendo las fotos tomadas en el viaje de salida al campo se pudo apreciar que existe desgaste y corrosión en una parte del pilar.

Procedimiento constructivo de la degradación del concreto y corrosión del acero

Para poder reponer el concreto degradado del pilar, preparamos la superficie, se eliminara todo tipo de manchas de óxido, fisuraciones, o de laminaciones. Estas operaciones deberán extenderse hasta donde se tenga la certeza de encontrar zonas sanas y como existe armadura, se retirará el concreto de la parte posterior de las barras, dejando unos 2 cm por detrás de estas, para permitir su limpieza y que el material de reparación envuelva perfectamente las barras. Esta eliminación del concreto se podrá realizar mediante el picado manual con una punta de acero.



**Figura Nº 3.3 Se aprecia la degradación del concreto del pilar**

hará preferentemente al peso, evitando en lo posible que sea por volumen, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla. El "Supervisor" comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla rechazando todo material defectuoso.

La mínima cantidad de cemento con la cual se debe realizar una mezcla, será la que indica la siguiente tabla:

TIPO DE CONCRETO	Nº DE BOLSAS
Concreto de nivelación (solados)	3 bolsas
Concreto ciclópeo	4 bolsas
Concreto $f'c=140 \text{ Kg/Cm}^2$	6 bolsas
Concreto $f'c=175 \text{ Kg/Cm}^2$	7 bolsas
Concreto $f'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$	8 bolsas
Concreto $f'c=245 \text{ Kg/Cm}^2$	9 bolsas
Concreto $f'c=280 \text{ Kg/Cm}^2$	9.5 bolsas
Concreto $f'c=350 \text{ Kg/Cm}^2$	12 bolsas

Cuadro N°3.1. Equivalencia de resistencia de concreto con el número de bolsas de cemento

La correcta ejecución de las obras de concreto deberá ceñirse a las especificaciones que se muestra en el anexo N° 8:



Figura N° 3.5 Necesita urgente resane con concreto y reposición del acero corroído.

hará preferentemente al peso, evitando en lo posible que sea por volumen, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla. El "Supervisor" comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla rechazando todo material defectuoso.

La mínima cantidad de cemento con la cual se debe realizar una mezcla, será la que indica la siguiente tabla:

TIPO DE CONCRETO	Nº DE BOLSAS
Concreto de nivelación (solados);	3 bolsas
Concreto ciclópeo	4 bolsas
Concreto $f'c=140 \text{ Kg/Cm}^2$	6 bolsas
Concreto $f'c=175 \text{ Kg/Cm}^2$	7 bolsas
Concreto $f'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$	8 bolsas
Concreto $f'c=245 \text{ Kg/Cm}^2$	9 bolsas
Concreto $f'c=280 \text{ Kg/Cm}^2$	9.5 bolsas
Concreto $f'c=350 \text{ Kg/Cm}^2$	12 bolsas

Cuadro N°3.1. Equivalencia de resistencia de concreto con el número de bolsas de cemento

La correcta ejecución de las obras de concreto deberá ceñirse a las especificaciones que se muestra en el anexo N° 8:



Figura N° 3.5 Necesita urgente resane con concreto y reposición del acero corroído.

### 3.2. Identificación y reparación de las condiciones actuales de la Superestructura del puente

#### 3.2.1 Reposición de Sardinell del tablero del puente

Como se puede apreciar el deterioro del sardinel y como parte del mantenimiento rutinario de conservación de puentes, se tiene que reponer el sardinel que tiene una longitud total de 27 ml de concreto  $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .

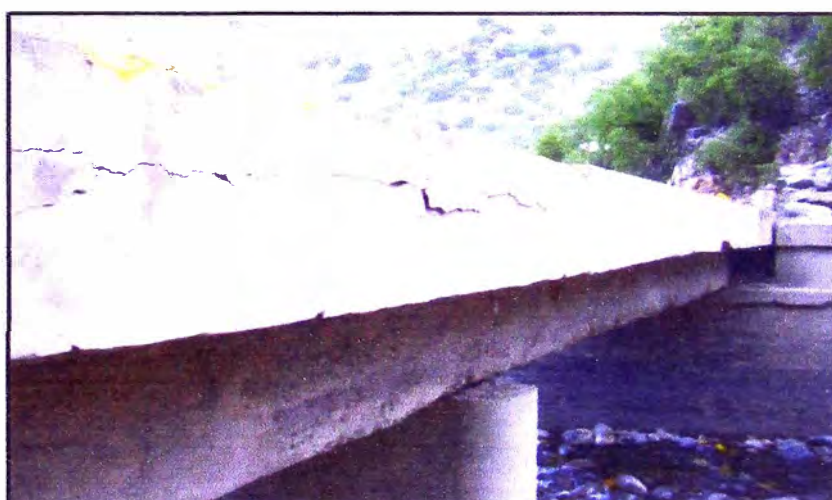


Figura N° 3.6 Se puede apreciar el deterioro del sardinel



Figura N° 3.7 Ya el sardinel no cumple su función de proteger

Las obras de concreto se refieren a todas aquellas ejecutadas con una mezcla de cemento, material inerte (agregado fino y grueso) y agua, la cual deberá, ser diseñada por el Contratista a fin de obtener un concreto de las características especificadas y de acuerdo a las condiciones necesarias de cada elemento de la estructura. La dosificación de los componentes de la mezcla se hará preferentemente al peso, evitando en lo posible que sea por volumen, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla. El "Supervisor" comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla rechazando todo material defectuoso.

Para la cantidad de cemento, es válido el empleo del cuadro N° 3.1

La correcta ejecución de las obras de concreto deberá ceñirse a las especificaciones que aparecen en el Anexo N° 8(Especificaciones técnicas)

### **3.2.2 Apoyos de Neopreno del puente**

#### **Generalidades**

De la inspección visual que se realizó al Puente Calachota se aprecia que es necesario la inclusión de los apoyos de neoprenos a los estribos y el pilar, ya que este dispositivo mejora las características del puente, porque permite combinar la rigidez y el amortiguamiento en el mismo elemento. Además, esta actividad optimiza las transferencias de las cargas de la superestructura a la subestructura, aísla y disipa los desplazamientos de translación y rotación que está sujeta dicha estructura.





**Figura N° 3.8, Ya los apoyos están Inoperativos del estribo**

El cambio de los apoyos de las 2 vigas principales tipo ASSHTO, esta requiere del levantamiento del tablero, en ese punto, lo cual se realiza colocando 2 gatos hidráulicos. Estos gatos se ubican frente a las vigas principales del tablero.



**Figura N° 3.9, La forma de cómo se colocan los gatos hidráulicos(ejemplo de un caso similar )**

Colocaremos 2 gatos hidráulicos, levantamos el tablero hasta una altura necesaria para realizar el colocado de apoyos de neopreno. Esta operación se realiza vigilando que estos mecanismos desarrollen la misma fuerza para garantizar una elevación uniforme del tablero (ver figura N° 3.9)



**Figura N° 3.9 Los gatos hidráulicos (ejemplo de un caso similar)**

Después de obtener una altura suficiente, se comienza a colocar los apoyos de neopreno, quitando todo el material residual que se encontraba en el sitio

Posteriormente, se colocan los neoprenos, móviles o fijos, dependiendo donde se realizan los trabajos. Estos nuevos apoyos tienen una base cuadrada de 40 cm, por lado y un espesor de 5cm como espesor mínimo, si son apoyos móviles y 7.5 de espesor si son apoyos fijos



**Figura N° 3.10, Colocación de los apoyos de Neopreno (ejemplo de un caso similar)**

Es importante señalar, que esta operación se ejecuta levantando, uno a la vez los extremos de cada tablero, y para ello se utilizan 4 ayudantes.

Las maniobras de colocación de apoyo presentan una duración de menos de una hora en el programa de obra.

### 3.2.3 Drenaje en la plataforma

#### Generalidades

En la inspección visual que se hizo al puente, se pudo apreciar que la plataforma no presenta agujeros para drenaje o alivio presentando un problema en épocas de lluvias a la estructura del concreto del puente, Se deberá construir los drenajes para mantener el puente. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos. Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

#### (1) Materiales

El material conformante de los tubos será Fierro Galvanizado de 3" de diámetro, con rejillas de 3/8" con malla por tratarse de una zona urbana y así evitando que tenga problemas de obturación posterior..

#### (2) Ejecución

El Contratista conservador deberá ejecutar este trabajo, exactamente como se indican en los planos, paralelamente al encofrado. La colocación de los tubos de drenaje en su posición final deberá estar conforme a lo indicado en los planos. Se deberá tener cuidado de cubrir todas los posibles espacios que existan entre los tubos de drenaje y el encofrado, a fin de que no haya un derrame de la

mezcla del concreto al momento del vertido. El método a utilizar deberá ser aprobado por el "Supervisor". Todos las superficies de los tubos de drenaje deberán mantenerse libres de aceite, grasa, mortero seco, o cualquier otra materia extraña mientras los mismos estén siendo colocados, previos al vertido del concreto de la losa del puente.

### **Unidades de Medición**

La medición deberá efectuarse por el número de Unidades de tubos de drenaje efectivamente colocados.

### **Bases de Pago**

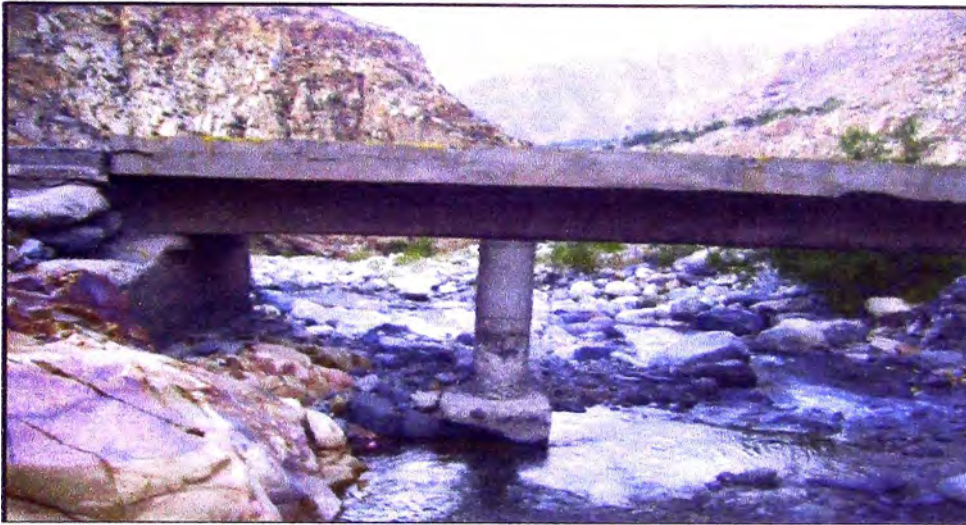
La partidas Drenaje en plataforma será pagado en base a su precio unitario, dicho pago será compensación total por el suministro de materiales, mano de obra, equipos y herramientas necesarios para la correcta ejecución de la partida.

## **3.3. Identificación y reparación de las condiciones actuales de la cimentación del puente.**

### **3.3.1 Limpieza de Cauce del rio**



**Figura N° 3.11 Se puede apreciar la cantidad de bolonería y canto rodado en la zona**



**Figura N° 3.12 La limpieza del cauce se tiene que realizar de forma inmediata para mantener la transitividad de la carretera**

Se puede apreciar en las fotos, el mantenimiento del cauce es importante para la conservación del puente, ya que estas bolonerías están produciendo colmatación e impactos al pilar.

Vamos a proponer de manera urgente que el mantenimiento del cauce se haga de manera rápida con un tractor sobre orugas para que pueda dejar libre y limpio el cauce del río.

### **3.4. Identificación y reparación de las condiciones actuales del equipamiento del puente**

#### **3.4.1 Colocación de barandas**

##### Generalidades

Luego de la inspección visual al puente se ha podido verificar que no hay barandas, por lo que es indispensable reponer la baranda ya que este puente tiene un distrito cercano y no existe vereda, como medida de seguridad ya que diariamente transitan niños, ancianos y personas de toda edad.



**Figura N° 3.13, No tiene baranda el puente**

### Descripción

Se deberá efectuar convenientemente la construcción de postes de acero y pasamanos de tubos de fierro, y que es parte integrante de la superestructura del puente, en conformidad con la ubicación y detalles indicados en los planos.

### Materiales

Los perfiles y planchas serán con acero de calidad ASTM A36 y se utilizarán electrodos AWS E6011. Los tubos serán de Fierro Galvanizado, se utilizaran pernos de anclajes de diámetros y cantidades mostrados en los planos,

### Ejecución

En general, la fabricación de las barandas deberá cumplir con las especificaciones de fabricación de estructuras metálicas. Las barandas de los puentes deben ser construidas de acuerdo con las trazas y rasantes indicadas en los planos y no deberá reflejar ningún desnivel en la estructura. Todos los postes de la baranda deben ser verticales. La baranda no deberá ser colocada en el tramo a menos que esta sea capaz de auto sostenerse, es decir, luego de retirar los elementos de soporte auxiliares si los hubiera.

## Unidad de Medición

La medición de las barandas del puente deberá efectuarse por metro lineal, en la ubicación, medidas, alineamientos, limpieza y revestimiento de pintura, según lo mostrado en los planos.

## Bases de Pago

Las cantidades medidas en la forma descrita, se pagarán por metro lineal (m) en base a su precio unitario; dicho pago incluirá la adquisición de las planchas de acero, tubos galvanizado, habilitación, soldadura, colocación y pintura, además de los imprevistos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

### 3.4.2 Colocación de juntas de dilatación

#### Generalidades

Las juntas de dilatación tienen por objetivo, proporcionar una suave transición entre los módulos del puente, así como evitar la filtración del agua y otras sustancias químicas que oxidan y corroen los elementos de la subestructura, para cumplir este objetivo, las 2 juntas existentes del tramo son renovadas mediante la colocación de nuevas juntas de dilatación.



**Figura N° 3.14 No tiene junta de dilatación-Vista Perfil**



**Figura Nº 3.15 No presenta junta de dilatación-Vista planta**

El cambio de las 2 juntas implica la ejecución de las siguientes actividades: demolición del tratamiento superficial y de la losa del concreto reforzado, cambio de junta de dilatación y colocación de perfil de neopreno. La ejecución de estos trabajos exige un cierre parcial del puente en el tramo en construcción, realizando estos trabajos en la primera mitad de la calzada y posteriormente en la segunda mitad.

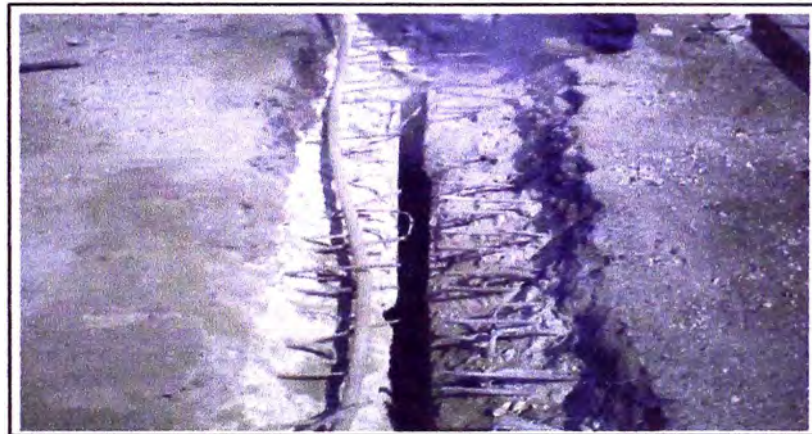
Los trabajos de demolición se realizan en la primera mitad de la calzada, estos trabajos corresponden a la fractura del tratamiento superficial y del concreto existente de la losa hasta exponer el acero de refuerzo de este 3.16.



**Figura 3.16. Demolición del tratamiento superficial y la losa de concreto (ejemplo de trabajos similares)**

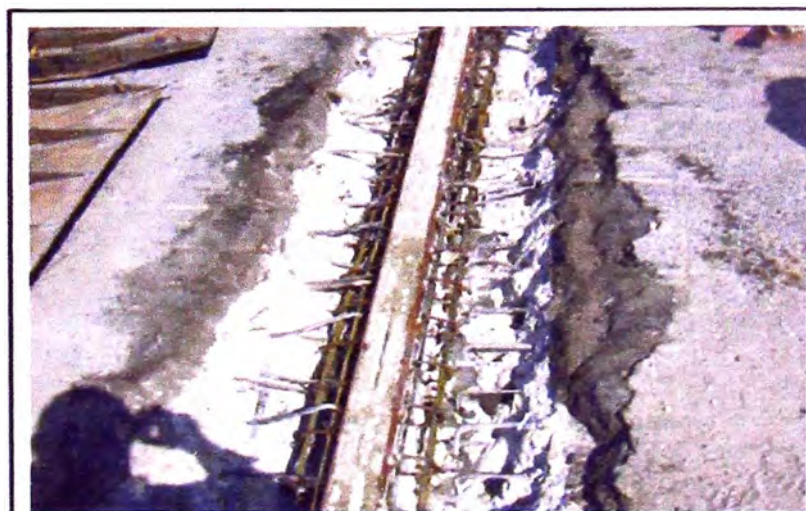


Esta operación de demolición se ejecuta con la ayuda de un martillo neumático cuidando que no se dañe el acero de refuerzo existente, puesto que, éste se utilizara para el armado de la nueva junta de dilatación. Una vez expuesta el acero de refuerzo y la junta existente



**Figura 3.17 .listo para la colocación de la nueva junta de dilatación  
(ejemplo de trabajos similares)**

Posteriormente, se arma y se coloca el nuevo perfil de acero que alberga la nueva de dilatación. Este perfil se ancla mediante alambres al acero de refuerzo existente, el cual se limpia con el propósito de eliminar los residuos de óxido existente.



**Figura 3.18. Colocación de junta de dilatación**

Al concluir estas actividades, se recupera la zona debilitada en la junta de la calzada mediante la colocación de concreto con una resistencia a la compresión de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , esta obra se elabora en obra y se coloca en capas de 10 cm. de espesor. Además, para el acomodo del concreto se realiza el vibrado de cada capa de la mezcla cuidando el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo (ver en la figura 3.19). Al término del vaciado, se proporciona a la cara expuesta un acabado liso, obteniendo una superficie continua y libre de oquedades o salientes (ver en la Figura 3.20).



**Figura 3.19. Colocación y vibrado del concreto en juntas de dilatación.**



**Figura 3.20. Acabado superficial liso en juntas de dilatación (ejemplo de trabajos similares)**

De esta forma, se terminan los trabajos en la primera mitad de la calzada y se procede a la ejecución de estas mismas actividades en la segunda mitad de la calzada. Al finalizar, para el cambio de juntas de dilatación y cuando el colocado alcanza su resistencia de diseño, se coloca en todo lo ancho de la calzada el perfil de cierre del neopreno.

Este perfil se introduce a presión al dispositivo de la junta. Antes de colocar el perfil, se limpia perfectamente el dispositivo de la junta librándose de cualquier sustancia y después se aplica a este mecanismo una resina de sello que proporciona protección contra la corrosión. De este modo se concluye los trabajos para el cambio de juntas de dilatación.

Cabe mencionar que, al término de cada jornada de trabajo durante la ejecución de las actividades y como propósito de restablecer el tránsito de los vehículos en el tramo de construcción, se colocan las placas de acero sobre la superficie de rodamiento, lo cual protege a los usuarios y trabajos realizados para el cambio de juntas



**Figura N° 3.21 Placas de protección (foto un ejemplo similar)**

## CAPÍTULO IV: ESTIMACION ECONOMICA DE MANTENIMIENTO PARA LA CONSERVACION DEL PUENTE CALACHOTA

### 4.1. Estimación de los costos y los recursos más conveniente para la reparación de la Subestructura del puente

PRESUPUESTO DE REPARACION PARA EL MANTENIMIENTO DE SUBESTRUCTURA DEL PUENTE CALACHOTA							
Obra : Puente Calachota Carretera : Cañete - Huancaayo Localidad : Calachota Luz : 13.50 m Plazo : 20 días							
Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio U. (S/.)	Parcial U. (S/.)	Subtotal (S/.)	Precio Total U. (S/.)
<b>Subestructura del Puente Calachota</b>							
<b>01.00.00 Calzaduras</b>							
<b>01.01.00 Movimiento de tierra</b>							
01.01.01	Acondicionamiento del cauce a máquina	m		51.79	0		
01.01.02	Excavación P/ estructura bajo el agua con máquina	m3	12	12.37	148.44	148.44	
<b>01.02.00 Concreto Simple</b>							
01.02.01	Concreto F'c=175 Kg/cm <sup>2</sup> , para calzaduras	m3	12	438.19	5258.28		
01.02.02	Encofrado y desencofrado de calzaduras	m2	28	56.18	1123.6	6381.88	
<b>02.00.00 Reparacion de concreto del pilar</b>							
<b>02.01.00 Concreto armado</b>							
02.01.01	Concreto armado F'c=210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	1	478.95	478.95		
02.01.02	Encofrado y desencofrado de pilar	m2	1	63.27	63.27		
02.01.03	Acero de refuerzo F <sub>y</sub> =4200 Kg/cm <sup>2</sup> en el pilar	Kg	5.04	6.68	33.6672	575.887	
<b>03.00.00 Enrocado de proteccion del Pilar</b>							
03.01.00	Excavacion para el vaciado de enrocado	m3	6	12.37	74.22		
03.02.00	Enrocado asentado en concreto F'c=175 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	12	216.55	2598.6	2672.82	9779.0272
Nota : los GG y Unidad se han tomado referencialmente						COSTO DIRECTO	9779.0272
						GG-UT(10%)	977.90272
						SUBTOTAL	10756.9299
						IGY	2043.81668
						TOTAL	12800.7466

4.2. Estimación de los costos y los recursos más conveniente para la  
reparación de la Superestructura del puente

**PRESUPUESTO DE REPARACION PARA EL MANTENIMIENTO DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CALACHOTA**

Obra : Puente Calachota  
Carretera : Cañete - Huancaayo  
Localidad : Calachota  
Luz : 13.50 m

Item	Descripción	Unidad	Metro	Precio U. (S/.)	Parcial U. (S/.)	Subtotal (S/.)	Precio Total U. (S/.)
<b>Superestructura del Puente Cal.</b>							
<b>01,00,00</b>	<b>Reposicion de sardinel</b>						
<b>01,01,00</b>	<b>Obras Preliminares</b>						
01,01,01	Demolicion de sardinel	ml	27	30	810	810	
<b>01,02,00</b>	<b>Concreto Armado</b>						
01,02,01	Concreto f'c=175 Kg/cm2	m3	0.81	438.19	354.934		
01,02,02	Encofrado y desencofrado	m2	8.1	63.27	512.487		
01,02,03	Acero de refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	Kg	25.2	6.68	168.336	1035.76	
<b>02,00,01</b>	<b>Apoyo de Neopreno</b>	Und	6	5557.42	33344.5	33344.5	
<b>03,00,01</b>	<b>Drenaje en la plataforma</b>	Und	6	100.6	603.6	603.6	35793.8769
<b>COSTO DIRECTO</b>							35793.8769
<b>GG+UT(10%)</b>							3579.38769
<b>SUBTOTAL</b>							39373.2646
<b>IGV</b>							7480.32027
<b>TOTAL</b>							46854.1849

Nota : los GG y Unidad se han tomado referencialmente

4.3. Estimación de los costos y los recursos más convenientes para la  
reparación de la cimentación del puente

PRESUPUESTO DE REPARACION PARA EL MANTENIMIENTO DE CIMENTACION DEL PUENTE CALACHOTA								
Obra : Puente Calachota Carretera : Cañete - Huancayo Localidad : Calachota Luz : 1350 m								
Item	Descripcion	Unidad	Metra do	Precio U. (S:)	Parcial U. (S:)	Subtotal (S:)	Precio Total U. (S:)	
	<b>Cimentacion del Puente Calachota</b>							
01.00.00	Limpieza de Cauce							
01.01.00	Obras preliminares							
01.01.01	Movilizacion y desmovilizacion de equipos	gc	1	6594	6594	6594		
01.02.00	Movimientos de tierras							
01.02.01	Acondicionamiento del cauce a maquina	m	72.45	51.79	3752.185			
01.02.02	Eliminacion de material excedente con maquina	m3	150	9	1350	5102.185	11692.1855	
Nota: los GG y Utilidad se han tomado referencialmente							COSTO DIRECTO	11692.1855
							GG-UT(10%)	1189.81855
							SUBTOTAL	12882.0041
							IGV	2444.50277
							TOTAL	15326.50688

#### 4.4. Estimación de los costos y los recursos más convenientes para la reparación del equipamiento del puente

PRESUPUESTO DE REPARACION PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPAMIENTO DEL PUENTE CALACHOTA							
Obra : Puente Calachota							
Carretera : Cañete - Huancayo							
Localidad : Calachota							
Luz : 13.50 m							
Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio U. (S/.)	Parcial U. (S/.)	Subtotal (S/.)	Precio Total U. (S/.)
<b>Equipamiento del Puente Calachota</b>							
01.00.00	Varios						
01.01.00	Barandas metalicas	ml	27	838.54	22646.7	22646.7	
01.02.00	Junta de dilatacion metalica	ml	8	1761.8	14094.4	14094.4	36743.08
COSTO DIRECTO							36743.08
GG-UTILIDAD							3674.308
SUBTOTAL							40417.388
IGV							7679.30372
TOTAL							48096.6917
Nota: los GG y Utilidad se han tomado referencialmente							

#### RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO DE LA CONSERVACION DEL PUENTE CALACHOTA

Obra : Puente Calachota  
Carretera : Cañete - Huancayo  
Localidad : Calachota  
Luz : 13.50 m

	SUBESTRUCTURA	SUPERESTRUCTURA	CIMENTACION	EQUIPAMIENTO	TOTAL
<b>COSTO DIRECTO</b>	9779.0272	35793.8769	11696.1855	36743.08	
<b>GG+ U(10%)</b>	977.90272	3579.38769	1169.61855	3674.308	
<b>SUBTOTAL</b>	10756.92992	39373.26459	12865.80405	40417.388	
<b>IGV</b>	2043.816685	7480.920272	2444.50277	7679.30372	
<b>TOTAL</b>	12800.7466	46854.18486	15310.30682	48096.69172	123061.93

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la inspección del puente y a su evaluación, para un periodo de 3 años de conservación se requiere :
  - Limpieza del cauce
  - Control de socavación
  - Inclusión de barandas
  - Inclusión de apoyos de neopreno
  - Inclusión de junta de dilatación metálica
2. El costo de construcción de un puente de una sola vía es aproximadamente 10,000 \$/ml, entonces para el Puente Calachota, que tiene una longitud de 13.50 ml, su reconstrucción valdría 378`270,000 soles y el costo de conservación del puente es 123,061.93 soles en porcentaje el costo seria de 32.5%con respecto a la reconstrucción del puente.
3. Para proteger el pilar a la socavación local se tomo algunas medidas, de estabilizar la zapata del pilar con calzaduras y disminuir el efecto de socavación mediante enrocados, asegurando la estabilidad del puente para un periodo de conservación de los tres últimos años según el contrato de conservación de Proyecto Perú de la Carretera Cañete - Huancayo.
4. Para que mejore la transferencia de las cargas de la superestructura a la subestructura, se va a implementar la colocación de apoyos de neopreno una en cada estribo y una en el pilar del puente Calachota.
5. En la inspección visual que se realizó se determinó que existen muchas bolonerías en el cauce del rio por lo cual se propone realizar una limpieza del cauce para evitar futuras colmataciones e inundaciones que comprometan al puente en su estabilidad.
6. Como parte del mantenimiento del puente se debe reponer la junta de dilatación para mantener una suave transición entre los módulos del puente, así como evitar la filtración del agua y otras sustancias químicas que oxidan y corroen los elementos de la subestructura



## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda incrementar los presupuestos para la conservación de puentes que en los contratos de Conservación de Carreteras, tomen más importancia en conservar un puente
- ✓ Se recomienda no lanzar conclusiones inmediatas, sin que se hayan analizado todas las posibles causas de deterioro.
- ✓ Desarrollar estudios hidrológicos e hidráulicos en la zona en estudio para que cuando se requiera cumpla con las exigencias de una buena cimentación para poder estimar mejor los niveles de socavación y otros posibles efectos.
- ✓ Se recomienda tomar medidas necesarias a fin de evitar, incrementar los daños y costo total de conservación, evitando también el riesgo de vida humana y la pérdida de la inversión pública y daños materiales.
- ✓ Se recomienda efectuar la limpieza del cauce de manera periódica de bolonería, material de arrastre sobre todo con mayor incidencia luego de los periodos de lluvias.
- ✓ Se recomienda controlar permanentemente el nivel de socavación para implementar medidas correctivas y que se estimen de acuerdo al grado de socavación.
- ✓ Se recomienda hacer el reforzamiento estructural del puente Calachota para poder excluir el pilar que está en el centro del eje del cauce del río por las grandes rocas que arrastra en épocas de avenidas del río
- ✓ Para ríos de la sierra, como el presente caso que en sus avenidas cargan bolonerías, y/o piedras grandes no es recomendable colocar pilar en el centro del cauce del río porque producto de estos golpes e impactos de esta bolonerías pueden comprometer la estabilidad del puente y por ende la transitabilidad.

# ANEXOS

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Consortio Gestión de Carreteras**, “Estudios Técnicos para el Cambio de Estándar de Afirmado a Solución Básica Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca; Tramo: Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas”, Lima, 2008
2. **Especificaciones AASHTO-LRFD** para Puentes y Carreteras.
3. **García- Rossell, Cesar Aranís(2006)**,”Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado-Método AASHTO-LRFD Tomo I” , Lima , Perú
4. **Juárez Badillo, Rico Rodríguez (2007)**,”*Flujo de agua en suelos-Tomo 3*”, Balderas 95, México, D.F.
5. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, “Guía de Inspección de puentes” de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
6. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, pagina Web de manuales:[http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual es.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual es.htm), Perú, 2010.
7. **Santillán Grandez, José Oriol, (1996)**; “*Titulación por Examen Profesional: Diseño y construcción del Puente Franco de 80 m. luz*”; UNI – FIC, Lima – Perú.
8. **Rocha Felices, Arturo, (2010)**; “Publicación: Erosión en Pilares y Estribos de Puentes”, ICG, Lima- Perú

# METRADOS

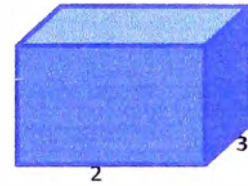
## Subestructura del Puente Calachota

### 01,00,00 Calzaduras

01,01,02 Excavacion P/ estructura de la calzada del pilar

12 M3

Largo	Hprom	Ancho	Vol(m3)
3	2	2	12
Total=			12



01,02,00 Concreto Simple

01,02,01 Concreto F'c=175 Kg/cm2, para calzaduras

12 M3

Largo	Hprom	Ancho	Vol(m3)	Observaciones
3	2	2	12	
Total=			12	

01,02,02 Encofrado y desencofrado de calzaduras

20 M2

Largo	Hprom	Cantidad	Area(m2)	Observaciones
3	2	2	12	
2	2	2	8	
Total=			20	

02,00,00 Reparacion de concreto del pilar

02,01,00 Concreto armado

02,01,01 Concreto armado F'c=210 Kg/cm2

1 M3

Largo	Hprom	Ancho	Vol(m3)	Observaciones
0,5	1	2	1	
Total=			1	

02,01,02 Encofrado y desencofrado de pilar

3 M2

Largo	Hprom	Cantidad	Area(m2)	Observaciones
3	1	1	3	
Total=			3	

02,01,03 Acero de refuerzo  $F_y=4200$  Kg/cm<sup>2</sup> en el pilar

25,20 Kg

$\phi$	Nº Barras	Peso/Barra	Kg	Observaciones
3/8	1	0,56	5,04	
		<b>Total=</b>	5,04	

03,00,00 Enrocado de proteccion del Pilar

03,01,00 Excavacion para el vaceado de enrocado

6 m3

Largo	Hprom	Ancho	Vol(m3)
4	1	3	12
3	1	2	-6
		<b>Total=</b>	6

03,02,00 Enrocado asentado en concreto  $F'_c=175$  Kg/cm<sup>2</sup>

12 m3

Largo	Hprom	Ancho	Vol(m3)
4	2	3	24
3	2	2	-12
		<b>Total=</b>	12

## Superestructura del Puente Calachota

### 01,00,00 Reposicion de sardinel

#### 01,01,00 Obras Preliminares

01,01,01 Demolicion de sardinel

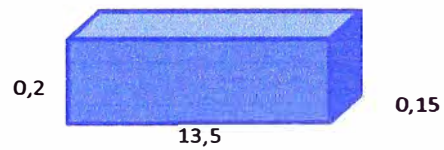
12 m3

#### 01,02,00 Concreto Armado

01,02,01 Concreto  $f'c=175$  Kg/cm2

12 m3

Largo	Hprom	Ancho	Vol(m3)	Observaciones
13,5	0,2	0,15	0,405	
13,5	0,2	0,15	0,405	
		<b>Total=</b>	<b>0,81</b>	



01,02,02 Encofrado y desencofrado

12 m3

Largo	Hprom	Cantidad	Area(m2)	Observaciones
13,5	0,3	2	8,1	
		<b>Total=</b>	<b>8,1</b>	

0,3

13,5

01,02,03 Acero de refuerzo  $Fy=4200$  Kg/cm2

25,20 m3

$\phi$	Nº Barras	Peso/Barra	Kg	Observaciones
3/8	5	0,56	25,2	
		<b>Total=</b>	<b>25,2</b>	

02,00,00 Apoyo de Neopreno(Inc. Dispositivo o conex. Sism

6 Und

	N
En estribos	4
En pilar	2

03,00,00 Drenaje en la plataforma

06 Und

L tramo(m)	Tub/Tramo	Nº tramo	Subtotal
13,5	3	2	6

**Cimentacion del Puente Calachota**

01,00,00 Limpieza de Cauce

01,01,00 Obras preliminares

01,01,01 Movilizacion y desmovilizacion de equipos

01 Gbl

01,02,00 Movimientos de tierras

01,02,01 Acondicionamiento del cauce a maquina

100 ml

	<u>L</u>	<u>Cant.</u>	<u>Long(m)</u>
Acondicionamiento	50	2	100

01,02,02 Eliminacion de material excedente con maquinaria

72,45 ml

	<u>Volumen</u>	<u>Factor</u>	<u>Volumen</u>
Excavacion P\ colocacion de calzada y Enrocado de Pilar	18	15,00%	20,7
Eliminacion Propia de Limpieza de cauce	45	15,00%	51,75

72,45



## Equipamiento del Puente Calachota

01,00,00 Varios

01,01,00 Barandas metalicas

27 ml

	L(m)	N	L total
Baranda	13,5	2	27

01,02,00 Junta de dilatacion metalica

8 ml

Entre el estribo Izquierdo y Losa de aproximacion

L(m)	N	Subtotal
4	2	8

# FICHA

**FORMATO 1 -INVENTARIO DE PUENTES**

**- IDENTIFICACION Y UBICACION**

Departamento Político : LIMA	Altitud : ## msnm	Nombre : CALACHOTA
Departamento Vial : LIMA	Latitud :	Código :
Provincia : LIMA	Longitud :	Ruta Nacional # : 022
Municipio : CALACHOTA	Poblado :	Kilometraje : 0+00

**- DATOS GENERALES**

Nombre Fuente Sobre <sup>(1)</sup> : RIO	Numero Proyecto :
Nombre : CALACHOTA	Año Construcción :
Longitud Total : 13,50 m.	Ultima Inspección : mm/dd/aa
Ancho Calzada : 4 m.	Ultimo Trabajo :
Ancho Vereda : 0 m.	Tipo Servicio <sup>(3)</sup> : IRRESTRICTO
Altura Libre Superior :	Flujo Trafico : 90 Veh/dia
Altura Libre Inferior : 4,48 m.	Año :
Num. Vias de Transito : 1	% Camiones y Buses : 45%,55%
Cobrecarga Diseño :	Cond. Ambientales <sup>(4)</sup> : MODERADO
Alineamiento <sup>(2)</sup> : RECTO	Angl. :

**I.- TRAMOS**

Numero de tramo : 1	Longitud 1º Tramo : 9	Luz Principal : 9.40 m.
Tramos <sup>(5)</sup> : IGUALES	Longitud 2º Tramo : 4,5	
Longitud Total : 13,5	Longitud 3º Tramo :	
Longitud restantes :	Longitud restantes :	

**I.A.- TRAMO 1 (PRINCIPAL)**

**III.B. TRAMO 2**

Categoría / Tipo <sup>(6)</sup> : LOSA CON VIGAS	Categoría / Tipo <sup>(6)</sup> :
Características Secundarias :	Características Secundarias :
Cond. De Borde <sup>(7)</sup> : CONTINUO	Cond. De Borde <sup>(7)</sup> :
Materiales Predominante <sup>(8)</sup> : CONCRETO ARMADO	Materiales Predominante <sup>(8)</sup> :

<b>Sobre (1)</b>	- Rio - Quebrada Seca - Quebrada	- Canal - Carretera - FFCC	- Valle (Viaducto Elevado) - Zona Urbana (Viaducto Elevado)
------------------	--	----------------------------------	--

<b>Alineamiento (2)</b>	- Recto - Curvo - Esviado	<b>Tipo de Servicio (3)</b>	- Irrestricto - Solo Automóviles - Solo Camiones	- Camiones hasta cierta carga - Fuera de servicio
-------------------------	---------------------------------	-----------------------------	--	--

<b>Condiciones Ambientales (4)</b>	- Severo - Moderado - Benigno	<b>Tramo (5)</b>	- Iguales - Desiguales
------------------------------------	-------------------------------------	------------------	---------------------------

<b>Categoría/Tipo (6)</b>	<b>Definitivo</b>	<b>Provisional</b>	<b>Alcantarilla</b>	<b>Artesanales</b>
	- Losa - Losa con Vigas - Portico - Arco - Reticulado - Colgante - Atirantado	- Modular - Tipo Yawata - Otros	- Marco - Circular/Ovalda - Arco - Portico - Otros	- Vigas de troncos de arboles - Arcos/Porticos de Mamposteria de Piedra - Arco de Concreto Simple - Losa de concreto reforzada con rieles de FFCC - Otros

<b>Condicion de Borde (7)</b>	- Simple Apoyado - Continuo - Gerber - Articulado	- Empotrado - Sobre el terreno - Otros	<b>Materiales Predominante Tramo (8)</b>	- Concreto Armado - Concreto Prestorzado - Acero Estructural - Planchas de Acero corrugado	- Cables de Acero - Madera - Otros
-------------------------------	--	--	--	---	--

**FORMATO 1 - INVENTARIO DE PUENTES**

**III.- TABLERO DE RODADURA**

**III.A- LOSA**

**III.B- VIGA**

Material <sup>(9)</sup>	: CONCRETO ARMADO	Tipo <sup>(11)</sup>	: VIGA LONGITUDINAL
Espesor	: 35cm	Nº Vigas	: 2
Superficie de Desgaste <sup>(10)</sup>	: CONCRETO	Material <sup>(12)</sup>	: CONCRETO ARMADO
		Forma <sup>(13)</sup>	: RETANGULAR Separacion : 1,9 m
		Peralte	: 0,8 m Ancho Base : 0,45 m.

**IV.- SUBESTRUCTURA**

**IV.A- ESTRIBO IZQUIERDO**

**IV.B- ESTRIBO DERECHO**

**ELEVACION**

**ELEVACION**

Tipo <sup>(14)</sup>	: GRAVEDAD	Tipo <sup>(14)</sup>	: GRAVEDAD
Material <sup>(15)</sup>	: CONCRETO SIMPLE	Material <sup>(15)</sup>	: CONCRETO SIMPLE
<b>CIMENTACION</b>		<b>CIMENTACION</b>	
Tipo <sup>(16)</sup>	: ZAPATA	Tipo <sup>(16)</sup>	: ZAPATA
Material <sup>(17)</sup>	: CONCRETO SIMPLE	Material <sup>(17)</sup>	: CONCRETO SIMPLE

**V.- PILARES**

**V.A- PILAR 1**

**V.B- PILAR 2**

**V.C- PILAR 3**

<b>ELEVACION</b>	<b>ELEVACION</b>	<b>ELEVACION</b>
Tipo <sup>(18)</sup> COLUMNA	Tipo <sup>(18)</sup> :	Tipo <sup>(18)</sup> :
Material <sup>(19)</sup> : CONCRETO ARMADO	Material <sup>(19)</sup> :	Material <sup>(19)</sup> :
<b>CIMENTACION</b>	<b>CIMENTACION</b>	<b>CIMENTACION</b>
Tipo <sup>(20)</sup> : ZAPATA	Tipo <sup>(20)</sup> :	Tipo <sup>(20)</sup> :
Material <sup>(21)</sup> : CONCRETO ARMADO	Material <sup>(21)</sup> :	Material <sup>(21)</sup> :

<b>Material Losa (9)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto armado</li> <li>- Concreto preesforzado</li> <li>- Plancha metálica corrugada</li> <li>- Madera</li> <li>- Otros</li> </ul>
--------------------------	---

<b>Superficie de Desgaste (10)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asfalto</li> <li>- Concreto (vaciado con losa)</li> <li>- Concreto pobre</li> <li>- Madera</li> <li>- Metálica</li> </ul>
------------------------------------	--

<b>Tipo Viga (11)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No aplicable</li> <li>- Viga longitudinal</li> <li>- Viga Transversal</li> <li>- Otros</li> </ul>
-----------------------	--

<b>Material Viga (12)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto armado</li> <li>- Concreto preesforzado</li> <li>- Metálica</li> <li>- Madera</li> <li>- Otros</li> </ul>
---------------------------	---

<b>Forma Viga (13)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rectangular</li> <li>- I</li> <li>- Cajón</li> <li>- Reticulada</li> </ul>
------------------------	---

**SUBESTRUCTURA**

<b>Tipo Elevación (14)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gravedad</li> <li>- Cantilever</li> <li>- Portico</li> <li>- Cajón</li> <li>- Otros</li> </ul>	<b>Material Elevación (15)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto Simple</li> <li>- Concreto armado</li> <li>- Mampostería de piedra</li> <li>- Madera</li> </ul>	<b>Tipo Cimentación (16)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata</li> <li>- Caisson</li> <li>- Pilotes</li> <li>- Otros</li> </ul>	<b>Material Cimentación (17)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto Simple</li> <li>- Concreto armado</li> <li>- Acero</li> <li>- Madero</li> <li>- Otros</li> </ul>
----------------------------	---	--------------------------------	---	------------------------------	---	----------------------------------	--

**PILARES**

<b>Tipo Elevación (18)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Columna Capitel</li> <li>- Columna Tarjeta</li> <li>- Portico</li> <li>- Otros</li> </ul>	<b>Material Elevación (19)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto Simple</li> <li>- Concreto armado</li> <li>- Acero</li> <li>- Madero</li> <li>- Otros</li> </ul>	<b>Tipo Cimentación (20)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata</li> <li>- Coisson</li> <li>- Pilotes</li> <li>- Otros</li> </ul>	<b>Material Cimentación (21)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto Simple</li> <li>- Concreto armado</li> <li>- Acero</li> <li>- Modera</li> </ul>
----------------------------	--	--------------------------------	--	------------------------------	---	----------------------------------	---

**FORMATO 1 -INVENTARIO DE PUENTES**

**II.- MACIZOS / CAMARAS DE ANCLAJE**

**II.A- MACIZO IZQUIERDO**

**VII.B- MACIZO DERECHO**

**ELEVACION**

Tipo <sup>(22)</sup> :  
 Material <sup>(23)</sup> :

**ELEVACION**

Tipo <sup>(22)</sup> :  
 Material <sup>(23)</sup> :

**CIMENTACION**

Tipo <sup>(24)</sup> :  
 Material <sup>(25)</sup> :

**CIMENTACION**

Tipo <sup>(24)</sup> :  
 Material <sup>(25)</sup> :

**III.- DETALLES**

**III.A- BARANDAS**

**VIII.B- VEREDAS Y SARDINELES**

Tipo <sup>(26)</sup> : NO HAY  
 Material <sup>(27)</sup> :

Ancho de Veredas : 0  
 Altura de sardinel : 0.20 m  
 Material <sup>(28)</sup> : CONCRETO

**III.C.- APOYOS**

**APOYO 1**

**APOYO 2**

**APOYO 3**

Tipo <sup>(29)</sup> :	Tipo <sup>(29)</sup> :	Tipo <sup>(29)</sup> :
Material <sup>(30)</sup> :	Material <sup>(30)</sup> :	Material <sup>(30)</sup> :
Ubicación :	Ubicación :	Ubicación :
Número :	Número :	Número :

**III.D.- JUNTAS DE EXPANSION**

**VIII.E- DRENAJE DE CALZADA**

Tipo <sup>(31)</sup> : VACIO  
 Material <sup>(32)</sup> : NO HAY

Tipo <sup>(33)</sup> :  
 Material <sup>(34)</sup> :

**IV.- ACCESOS**

**IV.A- ACCESO IZQUIERDO**

**IV.B- ACCESO DERECHO**

Longitud de Transición : 2.1 m	Longitud de Transición : 2.1 m
Alineamiento <sup>(35)</sup> : PARALELO	Alineamiento <sup>(35)</sup> : PARALELO
Ancho de Calzada : 4 m	Ancho de Calzada : 4 m
Ancho Total de Bermas : m.	Ancho Total de Bermas : m.
Pendiente Alta :	Pendiente Alta :
Visibilidad <sup>(36)</sup> : BUENA	Visibilidad <sup>(36)</sup> : BUENA

**MACIZOS / CAMARAS DE ANCLAJE**

<b>Tipo Elevacion (22)</b> - Macizo - Hueco - Otros	<b>Material Elevacion (23)</b> - Concreto Simple - Concreto armado	<b>Tipo Cimentación (24)</b> - Zapata - Otros	<b>Material Cimentación (25)</b> - Concreto Simple - Concreto armado - Acero
--	--	---	---

**DETALLES**

<b>Tipo Barandas (26)</b> - Postes y pasamanos - Parapeto - Guardavías - No hay	<b>Material Barandas (27)</b> - Concreto - Acero - Madera - Mixto	<b>Material Veredas (28)</b> - Concreto - Acero - Madera	<b>Tipo Apoyos (29)</b> - Articulado - Deslizante - Roller - Rocker	- Eslabon y pin - No Hay
<b>Material Apoyos (30)</b> - Acero - Elastómetro - Concreto - Flexcel	<b>Tipo Juntas (31)</b> - Vacío - Planchas Deslizantes	- Tipo Peine - Tipo compresible/ expandible	<b>Material Juntas (32)</b>	- Metalico - Jebe - Mastic Epóxico - Otros
	<b>Tipo Drenaje (33)</b> - Tubo - Canaleta - Otros	<b>Material Drenaje (34)</b> - Acero - Concreto - PVC		
<b>Alineamiento (35)</b> - Paralelo - Perpendicular - Inclinado - Curva a ___ m.			<b>Visibilidad (36)</b>	- Buena - Regular - Mala

**.- SEGURIDAD VIAL**  
**.A- ACCESO IZQUIERDO** **X.B- ACCESO DERECHO**

Señal Informativa <sup>(37)</sup> :	CARTEL DEL PUENTE	Señal Informativa <sup>(37)</sup> :	CARTEL DEL PUENTE
Señal Preventiva <sup>(38)</sup> :	CARTEL ROMBO AMARILLO	Señal Preventiva <sup>(38)</sup> :	CARTEL ROMBO AMARILLO
Señal Reglamentaria <sup>(39)</sup> :	NO	Señal Reglamentaria <sup>(39)</sup> :	NO
Señal Horizontal <sup>(40)</sup> :	MARCAS DE CALZADA	Señal Horizontal <sup>(40)</sup> :	MARCAS DE CALZADA

**I.- SOBRECARGA**

Carga de Diseño :		Carga Maxima Actual :	
Excesos de sobreesfuerzo :		Señalización de Carga :	

**II.- RUTA ALTERNA - Tipo Otras Rutas**  
**II.A.- VADO** **XII.B.- PUENTE PARALELO**

Distancia de Puente :		Posibilidad de Construir:	NO
Periodo de Funcionamiento :		Longitud Total :	m.
Profundidad de Aguas min :		Subestructura <sup>(42)</sup> :	
Naturaleza de suelo <sup>(41)</sup> :		Tipo :	
Alternante Existente :	Necesidad de construirlo:	NO	

**III.- CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA**

Condicion de Carretera <sup>(43)</sup> :	REGULAR
--	---------

**IV.- SUELO DE CIMENTACION**

ESTRIBO IZQUIERDO	ESTRIBO DERECHO	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
Material <sup>(44)</sup> : ROCA	: ROCA			
Comentarios :				

**V.- NIVELES DE LAS AGUAS**

Aguas Maximas :	m.	Periodo de Aguas Maximas :	
Aguas Minimias :	m.	Periodo de Estiaje :	
Aguas Extraordinarias :	m.	Frecuencia de Retorno :	
Galibo determinado en Campo :	m.	Fecha (mm/dd/aa) :	
Galibo determinado del Plano :	m.	Galibo Aguas Maximas :	m.

**VI.- CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE**

Longitud Aceptable :		Longitud Requerida :	m.
Altura Aceptable :		Altura Adicional Requerida :	m.
Necesita Encauzamiento :		Longitud de Encauzamiento :	m.
Socavación del Cauce :		Profundidad de Socavacion :	m.

**SEGURIDAD VIAL**

Señal Informativa (37)	Cartel del puente
Señal Preventiva (38)	Cartel rombo amarillo
Señal Reglamentaria (39)	Cartel rectangular negro - rojo (Ceda paso, no adelantar, velocidad maxima)
Señalización Horizontal (40)	Marcas de calzada

Naturaleza del Suelo (41)	- Roca	- Arena
	- Conglomerado	- Arcilla
	- Piedra	- Otros

Condicion de Carretera (43)	- Buena	- Mala
	- Regular	- Muy Mala

Subestructura (42)	- Similar al existente
	- Diferente

Material Suelo Cimentación (44)	- Roca	- Arena
	- Conglomerado	- Arcilla
	- Piedra	- Otros



# ESPECIFICACIONES TECNICAS



## **SARDINELES PERALTADOS**

### **SARDINELES PERALTADOS F'C=175 KG/CM2**

#### **DESCRIPCION**

La partida considera la construcción de sardineles sumergidos y/o peraltados de concreto (estando estos especificados en los planos de detalles constructivos) que servirán para la delimitación entre el pavimento y las bermas laterales proporcionando confinamiento en la zona del pavimento. Así también se refiere a los sardineles que confinarán los adoquinados en los pasajes. Los sardineles peraltados estarán ubicados en la Calle Las Dalias.

La medida de los sardineles sumergidos serán de 0.15 x0.30 y serán en concreto  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup> y los sardineles peraltados sus medidas serán de 0.15 x 0.40 en concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y estarán reforzados con acero de acuerdo a los planos del proyecto.

Se involucran las actividades de excavación, encofrado, vaciado y curado del concreto.

#### ***Excavación***

La excavación para los sardineles sumergidos y peraltados se efectuará a mano según la sección indicada en planos.

#### ***Encofrado***

Para los encofrados se utilizará formas de madera sanas y parejas de un espesor mínimo de 1", carecerán de torcedura y serán suficientemente fuertes para resistir las presiones del concreto. Para los arriostres se utilizarán maderas de 2"x2".

Los encofrados se fijarán firmemente con estacas en su posición manteniendo el alineamiento y la elevación correctas. La madera deberá estar cepillada y a criterio del Ing. Inspector deberán ser reemplazados cada vez que se necesite.

**Concreto  $f'c= 175$  kg/cm<sup>2</sup>**

### ***Dosificación***

El diseño de mezcla debe ser presentado por el contratista para la aprobación por el Ingeniero Supervisor. Basado en mezclas de prueba y ensayos de compresión.

### ***Mezcla y Entrega***

Antes de iniciar cualquier preparación, el equipo deberá estar completamente limpio, el agua que haya estado guardada en depósitos desde el día anterior será eliminada, llenándose los depósitos con agua fresca y limpia.

El equipo deberá estar en perfecto estado de funcionamiento, esto garantizará uniformidad de mezcla en el tiempo prescrito.

El concreto deberá ser mezclado sólo en la cantidad que se vaya a usar de inmediato, el excedente será eliminado. Se prohibirá la adición indiscriminada de agua que aumente el Slump.

El mezclado deberá continuarse por lo menos durante 1 1/2 minuto, después que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se muestre que un tiempo menor es satisfactorio.

El concreto deberá ser mezclado en cantidades solamente para su uso inmediato, no será permitido retemplar el concreto añadiéndole agua, ni por otros medios.

### ***Acero***

Correspondientes a la preparación y colocación del acero de refuerzo en los sardineles peraltados. El acero a utilizar será de 3/8" .El acero de refuerzo deberá doblarse en frío, asimismo deberá asegurarse convenientemente en todas sus intersecciones con alambre negro # 16, de manera que se asegure su posición el vaciado

### ***Vaciado de Concreto***

Todo concreto debe ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de iniciar el mezclado.

Antes de iniciar el proceso de preparación y colocación del concreto el Ingeniero supervisor deberá verificar que:

- Las cotas y dimensiones de los encofrados y elementos correspondan a lo indicado en los planos.
- La superficie interna de los encofrados estén limpios y libres de restos de mortero, concreto, óxidos, aceite, grasa, pintura o cualquier otro elemento perjudicial para el concreto.
- Los encofrados estén terminados, adecuadamente arriostrados, humedecidos y/o aceitados.
- Se cuente en obra con el número suficiente de equipo a ser utilizado en el proceso de colocación y que estén en perfectas condiciones de uso.

El Contratista someterá a la aprobación de la supervisión los métodos y medios que propone usar para el transporte y colocación del concreto.

### ***Compactación***

La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI-309. las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobado, no deben ser usados como medio de esparcimiento del concreto. La vibración debe ser de duración suficiente para lograr la consolidación pero no deberá prolongarse al punto en que ocurra la segregación.

### ***Curado del concreto***

Desde el punto de vista estructural, los primeros días en la vida del concreto son críticos e influyen considerablemente en sus características de resistencia de temperatura y evitar la pérdida del agua de la mezcla.

El Contratista deberá tener todo el equipo necesario para el curado o protección del concreto disponible y listo para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto.

El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por el Ingeniero Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

Toda superficie de concreto será conservada húmeda durante siete días por lo menos, después de la colocación de concreto si se ha usado cemento Pórtland, y durante tres días si se ha usado cemento de alta resistencia inicial.

El curado se iniciará tan pronto se produzca el endurecimiento del concreto y siempre que no sirva de lavado de la lechada de cemento.

### ***Acabado de las superficies de concreto***

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivo de metal que sobresalga, usado para sujetar los encofrados deberá ser quitado o cortado. Las rebabas y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminadas. El acabado será sobre el concreto, sin aplicar posteriormente ningún tipo de pasta.

### **Especificaciones de Materiales para el Concreto**

El concreto a utilizar será de resistencia a la compresión de 140 Kg/cm<sup>2</sup> para sardineles sumergidos y concreto de resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup> para sardineles peraltados, deberán cumplir las siguientes especificaciones:

#### **Cemento**

El cemento deberá ser del tipo originario de fábricas aprobadas, despacho únicamente en sacos o bolsas selladas de marca. La calidad del cemento deberá ser equivalente a las Especificaciones ASTM-C-150 AASHTO M-85, clase I o II. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Ingeniero Supervisor, que se basará en los certificados de ensayo emanados de Laboratorios reconocidos.

El cemento pasado o recuperado de la limpieza de los sacos o bolsas no deberá ser utilizado en la obra.

### **Agregados**

El agregado fino para el Concreto deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M-80, ASTM C.33 El agregado grueso deberá consistir de grava triturada, con una resistencia última mayor que la del concreto en que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

El tamaño del agregado grueso, no deberá exceder los 2/3 del espacio libre entre barras de refuerzo.

### **Agua**

El agua a ser utilizada para preparar y curar el concreto deberá ser previamente sometida a la aprobación del Ingeniero supervisor quien lo someterá a las pruebas de los requerimientos de AASHTO T-26. El agua potable no requiere ser sometida a las pruebas, no deberá contener minerales nocivos o materias orgánicas. No deberá contener sales como cloruro de sodio en exceso de tres (3) partes por millón, ni sulfatos de sodio en exceso de dos (2) partes por millón.

El agua para el curado de concreto no deberá tener un ph más bajo de 5 ni contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto.

### **Evaluación del Concreto**

La evaluación de la resistencia se efectuará aplicando la norma ACI-214. Se llevará un record estadístico de los resultados de las pruebas, estableciendo de esta manera la resistencia promedio, la resistencia característica y la desviación estándar obtenidas.

La Supervisión debe ser permanentemente informada de esta evaluación, llevándose registros separados para cada clase de concreto.

### **SISTEMA DE CONTROL**

Se tomarán como mínimo 9 muestras estándar por cada llenado, rompiéndose 2 a 14 días ó 2 a 28 días y considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

El contratista proporcionará estos testigos al Ing. Supervisor.

### **METODO DE MEDICION**

El sardinel considerado se medirá en metros lineales (ml) de sardinel terminado con el acabado indicado en los planos y aceptados por el Supervisor.

Al medir la longitud de los sardineles para propósitos de pago, las dimensiones a ser usadas deberán ser las indicadas en los planos u ordenadas por escrito por el Ingeniero Supervisor.

### **BASES DE PAGO**

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto por metros lineales (ml) entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

# CALCULO DEL ESPESOR DE NEOPRENO

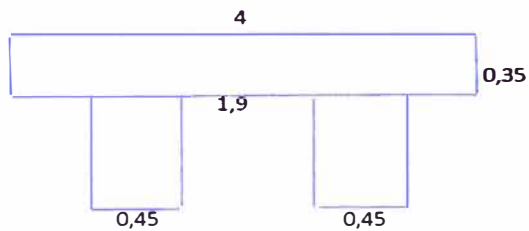
## DISEÑO DE APOYO DE NEOPRENO

### PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

#### SECCION LONGITUDINAL DEL PUENTE CALACHOTA



#### SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE CALACHOTA



#### DATOS:

L=	LONGITUD DEL TRAMO EXPANSIBLE=	13,5
RDL=	REACCION DE LA CARGA MUERTA /POR VIGA(LONGITUDINAL)=	120
RLL=	REACCION DE LA CARGA VIVA /POR VIGA(LONGITUDINAL)=	220
$\theta_s$ =	ROTACION DE DISEÑO DEL APOYO EN EL ESTADO LIMITE DE SERVICIO=	0,025
$\Delta T$ =	CAMBIO MAXIMO DE TEMPERATURA=	21
$\Delta SH$ =	ACORTAMIENTO DE LA VIGA DEACUERDO ALA CONTRACCION DE FRAGUA=	2 mm
G=	MODULO DE CORTE DEL ELASTOMETRO=	1,38 MPa
$\delta$ =	FACTOR DE CARGA PARA TEMPERATURA=	1,2
$\Delta f_{th}$ =	CONSTANTE DE AMPLITUD DE FATIGA EN EL UMBRAL PARA CATEGORIA A=	165 MPa

#### 1.- TEMPERATURA DE MOVIMIENTO

PARA CONCRETO DE DENSIDAD NORMAL EL COEFICIENTE ES DE  $\alpha=10.8 \times 10^{-6}$

$$\Delta TEM = \alpha \times \Delta T \times L = 2,0412 \text{ mm}$$

#### 2.- ACORTAMIENTO DE LA VIGA

$$\Delta SH = 2 \text{ mm}$$

#### 3.- ESPESOR DEL APOYO

$\Delta S$ = LONGITUD MAXIMA DE MOVIMIENTO DE APOYO

$$\Delta S = \delta(\Delta TEM + \Delta SH) = 4,84944 \text{ mm}$$

Hrt= ESPESOR DEL APOYO  $\geq 2 \times \Delta S$

$$Hrt = 9,69888 \text{ mm} \quad \text{VOY A PROBAR CON} \quad Hrt = 50 \text{ mm}$$

#### 4.- TAMAÑO DE APOYO

L= LONGITUD DE APOYO

W= ANCHO DE APOYO

ASUMIREMOS

$$L = 400 \text{ mm} \quad W = 300 \text{ mm}$$