



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

ORIGINAL

CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA N° 008 - 2011 - MTC/20

PROCESO NACIONAL  
TRAMITE DOCUMENTARIO  
017306  
1 MAY 2012

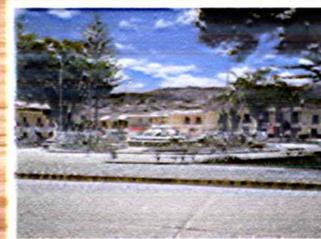
ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN  
MARCOS - CAJABAMBA-SAUSAGOCHA,

TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA

# INFORME N°04 INFORME FINAL

## VOLUMEN VII

INFORME DE MANTENIMIENTO  
RUTINARIO Y PERIODICO



COMPONENTE DE INGENIERÍA

MAYO 2012



HOB CONSULTORES S.A.



Lima, 15 de Mayo de 2012.

Señores  
**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**  
**PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL**  
**PROVIAS NACIONAL**  
Jr. Zorritos N°. 1203  
Lima.-

Atención : **Ing. Amaru López Benavides**  
Unidad Gerencial de Estudios y Proyectos

Asunto : **Informe N° 04: Informe Final – Componente de Ingeniería**

Referencia : **Oficio N° 883-2012-MTC/20.6**  
**Contrato N° 008-2011-MTC/20**  
Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera San Marcos - Cajabamba - Sausacocha, Tramo: San Marcos – Cajabamba

De nuestra mayor consideración:

Por intermedio de la presente nos dirigimos a usted, en atención al Oficio de la referencia, mediante el cual nos otorgan la conformidad al Informe N°03: Borrador del Informe Final del Componente de Ingeniería, con la finalidad de remitir, según lo establecido en los Términos de Referencia, el Informe N° 04: Informe Final del Componente de Ingeniería, en original.

Sin otro particular, hacemos propicia la oportunidad para reiterarles nuestra estima personal.

Atentamente,

HOB CONSULTORES S.A.  
  
Lic. WILLIAM GONZÁLEZ DEL AGUILA  
Representante Legal

WGDA/RPS/CGM/ssl

**ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA  
CARRETERA SAN MARCOS – CAJABAMBA – SAUSACOCHA  
TRAMO: SAN MARCOS – CAJABAMBA**

**INFORME N° 04: INFORME FINAL  
INDICE GENERAL**

**VOLUMEN I: MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESTUDIOS BÁSICOS**

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEXO A: ESTUDIO DE TRAZO, TOPOGRAFIA Y DISEÑO GEOMETRICO (Tomo 1 / 2, Tomo 2 / 2:  
Anexos 1 / 2-2 / 2)

ANEXO B: ESTUDIO DE TRAFICO Y CARGA

ANEXO C: ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA (Tomo 1 / 3, Tomo 2 / 3, Tomo 3 / 3)

ANEXO D: ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA (Tomo 1/7, Tomo 2/7, Tomo 3/7, Tomo 4/7, Tomo 5/7, Tomo 7/7: Refracción Sísmica)

ANEXO E : ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS (Tomo 1 / 11, Tomo 2 / 11)

ENSAYOS DE SUELOS (Tomo 3 / 11 - Tomo 8 / 11)

ENSAYOS DE CANTERAS (Tomo 9 / 11 - Tomo 11 / 11)

ANEXO F: ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE (Tomo 1 / 3, Tomo 2 / 3, Tomo 3 / 3)

ANEXO G: ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

ANEXO H: ESTUDIO DE LINEAS DE SERVICIO Y SU IMPACTO EN EL DERECHO DE VIA

**VOLUMEN II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Tomo 1 / 2, Tomo 2 / 2)**

**VOLUMEN III: METRADOS (Tomo 1 / 3, Tomo 2 / 3, Tomo 3 / 3)**

**VOLUMEN IV: PLANOS (Tomo 1 / 2, Tomo 2 / 2)**

**VOLUMEN V: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO**

**VOLUMEN VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA**

**VOLUMEN VII: INFORME DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIÓDICO**

**VOLUMEN VIII: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**VOLUMEN IX: COTIZACIONES**

# MANTENIMIENTO VIAL

## 1.00 INTRODUCCIÓN

La Conservación, comprende un conjunto de actividades destinadas a preservar a largo plazo y al menor costo posible la Infraestructura Vial y el servicio que ésta presta, procurando que mantenga un funcionamiento adecuado a costos razonables de operación de los vehículos que la utilizan, en beneficio de los usuarios y en conformidad con los Niveles de Servicio preestablecidos por PROVIAS NACIONAL, concordantes con las Estrategias y Políticas de Conservación para la Red Vial Nacional.

Es objetivo principal de la Conservación ofrecer a los usuarios una óptima serviciabilidad y seguridad vial, y evitar al máximo posible la pérdida de valor de la Infraestructura Vial, incidiendo fundamentalmente en la protección de su condición superficial, estructural, funcional, y de los factores de seguridad, procurando evitar la destrucción de sus partes y la necesidad de una posterior Rehabilitación o Reconstrucción.

Dentro de esta definición se incluye el Mantenimiento (Rutinario, Periódico y de Emergencia).

Una vez que la obra materia del presente proyecto, sea recepcionada por el MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, PROVIAS NACIONAL, como Proyecto Especial encargado de la ejecución de proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial Nacional, será la encargada de ejecutar los proyectos de mantenimiento vial.

El presente documento está dirigido a identificar las labores de mantenimiento, teniendo en cuenta las condiciones que tendrá la vía una vez ejecutada y puesta en servicio serán las siguientes:

- a).- El pavimento se encuentra en óptimo estado, para una vida útil de 10 años y proyectada para 20 años.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



- b).- Cuenta con un sistema de drenaje adecuado funcionando óptimamente.
- c).- Que la señalización vertical y horizontal, así como los elementos de seguridad vial, presten la confiabilidad a los usuarios de la vía.

## 2.00 OBJETIVOS

El Mantenimiento Vial tiene como propósito proveer que la vía se mantenga en óptimo nivel de servicio. Para que el mantenimiento sea efectivo se deben realizar por lo menos las siguientes actividades:

- Planteamiento del mantenimiento.
- Programación de los trabajos a realizar.
- Asignación de un presupuesto y los recursos requeridos.
- Ejecución de los trabajos, de acuerdo a lo programado.
- El control, evaluación y monitoreo de los trabajos realizados.

El Mantenimiento Vial tiene dos objetivos genéricos:

- La preservación de la vía, mediante la ejecución de actividades de orden periódico y rutinario.
- La atención inmediata a fenómenos naturales o eventos extraordinarios mediante la ejecución de actividades de emergencia, que permitan mantener la transitabilidad de la vía.

Los beneficios de los objetivos genéricos antes descritos son los siguientes:

- Preservación del capital invertido en la rehabilitación de la carretera.
- Protección del parque automotor y ahorro en los costos de operación vehicular.

Para cumplir con los objetivos y lograr los beneficios antes mencionados, se deberá optimizar la aplicación de los recursos asignados, en estricto cumplimiento de los programas de mantenimiento.

## 3.00 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El Mantenimiento Vial comprende trabajos, actividades, operaciones, acciones y cuidados rutinarios, periódicos o de emergencia, destinados a lograr que la Infraestructura Vial preserve la condición superficial, funcional, estructural y de seguridad requerida, a efectos de asegurar la satisfacción de los usuarios y en general atender de manera adecuada el tránsito.

Por razones de operación, el Mantenimiento se subdivide en Mantenimiento Periódico, Mantenimiento Rutinario y Mantenimiento de Emergencia (Prevención y Atención).



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CESAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

### 3.01 MANTENIMIENTO RUTINARIO

003

#### DEFINICIÓN

Son todas aquellas actividades y trabajos menores, permanentes y frecuentes, que se realizan con el propósito de proteger y preservar fundamentalmente los niveles de servicio y la condición superficial y funcional de la Infraestructura Vial, contribuyendo así a que ésta cumpla satisfactoriamente con el período de vida para la que fue diseñada, sin incidir significativamente en la natural evolución de la disminución de su capacidad estructural, producto de las solicitaciones de carga previstas en el diseño u otros agentes nocivos.

En líneas generales, el mantenimiento rutinario consiste en un conjunto de actividades dirigidas a conservar la vía, los sistemas de drenaje, la señalización y seguridad vial, eliminando todo lo que represente peligro para el usuario y resolviendo los problemas de deterioro de la vía.

#### ALCANCES

El Mantenimiento Rutinario comprende actividades en las siguientes áreas de la vía:

##### a) Calzada.

- Proveer una superficie de rodadura uniforme, libre de defectos que representen peligro para el usuario.
- Corregir los defectos en la superficie de rodadura (Evaluación Superficial) que con el transcurrir del tiempo contribuyan a crear problemas futuros para la vía.
- Evaluación y monitoreo del comportamiento del pavimento de la vía mediante mediciones de rugosidad (Evaluación Funcional) y deflectometría (Evaluación Estructural).

##### b) Bermas

- Mantener la uniformidad y estabilidad de modo que sirvan como soporte seguro en caso de emergencia para los vehículos y sus cargas.
- Mantener el alineamiento y pendiente de las bermas para asegurar un drenaje adecuado.

##### c) Drenaje

- Limpieza del sistema de drenaje superficial (cunetas, alcantarillas, zanjas de coronación, zanjas de drenaje, etc.) para asegurar su operatividad.
- Reconocimiento y evaluación del funcionamiento de las estructuras y la influencia en ellas de las aguas superficiales.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**d) Estructuras**

- Inspección periódica y sistemática con el propósito de auscultar cualquier daño en la estructura, evaluando su magnitud para proceder a su mantenimiento y reparación inmediata.

**e) Señalización**

- Verificación que la señalización horizontal, vertical y de seguridad vial, se encuentren en óptimas condiciones, verificando la reflectividad y la posición correcta para el confort y seguridad del usuario, proponiendo asimismo la colocación, cambio y/o retiro de la misma.

**f) Preservación Ambiental**

- Supervisar las obras específicas de prevención y mitigación ambiental.
- Reforestación de zonas desforestadas dentro del área de influencia o derecho de vía.
- Desarrollo de actividades de comunicación y capacitación a los usuarios de la vía y a la población en general, orientadas a la conservación del medio ambiente, en beneficio del mantenimiento de la vía.
- Mantenimiento y utilización adecuada de las zonas de botadero para el acondicionamiento de materiales provenientes de derrumbes, bacheos, limpiezas en general, etc.

**3.02 MANTENIMIENTO PERIÓDICO****DEFINICIÓN**

Son todos aquellos trabajos mayores, temporales, de menor frecuencia, y de carácter preventivo, que se ejecutan en forma programada o en respuesta a cierta condición preestablecida, a fin de retardar en forma oportuna el avance del deterioro de la disminución de la condición estructural, de la condición funcional o calidad de la superficie de rodadura, así como también de la condición de los factores de seguridad de la Infraestructura Vial, producto de las solicitaciones de carga previstas en el diseño inicial u otros agentes dañinos, contribuyendo de esta manera a que ésta pueda extender su vida útil más allá del período para el que fue diseñada.

El Mantenimiento Periódico comprende trabajos de tratamiento y de renovación de la superficie de rodadura. En el primer caso, los trabajos se refieren a restablecer algunas características superficiales como la textura o simplemente a mantener la durabilidad de la mezcla asfáltica y prevenir el desarrollo de fisuras y grietas, y se aplican mientras el pavimento aún está en buen estado, no habiendo alcanzado a llegar ni siquiera el estado regular. En el segundo caso, los trabajos se refieren a agregar una capa adicional sobre el pavimento (recapado) sin alterar significativamente la estructura subyacente, o ejecutar trabajos de fresado y/o reciclado del

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

pavimento. Este segundo caso se aplica cuando el pavimento se encuentra en estado regular, antes de llegar a un mal estado.

Los trabajos de recapado indicados, aparte de la función de renovar la superficie de rodadura, deben cumplir con la función de reforzar la estructura del pavimento para alcanzar el objetivo de extender la vida útil de la Infraestructura Vial, por lo que su cálculo y dimensionamiento debe estar acorde con la actualización de las solicitudes de carga sobre la Vía y debe aprovechar además la capacidad remanente de soporte estructural del pavimento existente.

El Mantenimiento Periódico también es conocido como "Rehabilitación Superficial", y también debe incluir las reparaciones y mejoras necesarias en zonas específicas o puntuales de la Infraestructura Vial.

### **ALCANCES**

El Mantenimiento Periódico abarca todas las actividades tendientes a realizar para mejorar la capacidad estructural y calidad de la superficie de rodadura, de acuerdo a una programación pre-establecida y ajustada con la base de datos obtenida durante el mantenimiento rutinario, en las siguientes áreas de la vía:

#### **a) Calzada.**

- Realizar estudio de deflexiones y rugosidad, con la finalidad de confirmar y/o redefinir el programa de mantenimiento pre-establecido.
- Restablecer los niveles de serviciabilidad de tal forma de cumplir con los niveles aceptables.

#### **b) Bermas**

- Restablecer las condiciones de las bermas de tal forma de cumplir los niveles de serviciabilidad requeridos.

#### **c) Drenaje**

- Reconstrucción del sistema de drenaje superficial.
- Reconstrucción del sistema de drenaje subterráneo.

#### **d) Estructuras**

- Reconstrucción de elementos de protección en alcantarillas y muros, pontones y puentes.

#### **e) Señalización**

- Reposición de la señalización horizontal.
- Reposición de la señalización vertical.
- Reposición de los dispositivos de seguridad vial (Elementos de encarrilamiento).



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**f) Taludes**

- Intervenciones en taludes inestables y monitoreo de su estabilidad a fin de proyectar las soluciones adecuadas que garanticen la seguridad de la vía.

**g) Protección Ambiental**

- Monitoreo ambiental (calidad de agua, aire, ruidos, temperatura, etc).
- Revegetación de zonas desforestadas dentro del área de influencia o derecho de vía.

**3.03 MANTENIMIENTO DE EMERGENCIAS**

**DEFINICIÓN**

Comprende los trabajos de Prevención, tendientes a mitigar los efectos de la naturaleza en determinados puntos de la Vía que tienen la condición de vulnerables, y que pudiesen quedar afectados en caso de presentarse algún fenómeno extraordinario (lluvias extraordinarias, inundación, terremotos, etc.); y además los trabajos de la Atención de la Emergencia misma, que se ejecutan para remediar el mal estado de la Infraestructura Vial después del desastre natural, o para devolver la Transitabilidad durante un tiempo limitado.

La Atención de Emergencias no soluciona a nivel definitivo los problemas en la condición superficial, funcional, estructural y/o de los factores de seguridad de la Infraestructura Vial, pero permite ejecutar una solución temporal ante una limitación de recursos y una atención de plazos establecidos para la restitución de la transitabilidad, para implementar la solución definitiva que correspondería ejecutar (Reparación, Rehabilitación o Reconstrucción). En el mejor de los casos la Atención de Emergencias deja la Infraestructura Vial en estado regular.

En líneas generales, el mantenimiento de emergencias es el conjunto de actividades dirigidas a restablecer la normalidad del tránsito vehicular en el tiempo más corto posible ante la ocurrencia de eventos intempestivos de carácter extraordinario que afecten parte de la vía, como huaycos, derrumbes, sismos, aluviones, inundaciones, etc.

**Alcances**

- Abarca cualquier tipo de actividad destinada a reponer el nivel de transitabilidad de la vía.
- Evaluación de los daños, utilizando el formato propuesto.

Progresivas		Nivel de Daño			Zona			Descripción	Recomendación
Inicio	Final	Leve	Medio	Severo	Calzada	Drenaje	Señal		



- Planteamiento de la solución, luego de la evaluación de daños.

**HOB CONSULTORES S.A.**  
 .....  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

**Actividades**

- Limpieza de derrumbes sobre la calzada.
- Limpieza de huaycos sobre la vía.
- Acondicionamiento de botaderos.
- Habilitación de desvíos.
- Reconstrucción de alcantarillas con TMC.
- Protección de riberas y control de la erosión mediante enrocados.
- Habilitación de puente provisional, donde sea necesario.

**CODIGO N° 738****1.00 ESTUDIO DE RUGOSIDAD****1.00. PERSONAL:**

- 1 Ing. Responsable
- 1 Técnico asistente
- 2 ayudantes
- 1 chofer

**1.01. EQUIPO:**

- 1 camioneta Pick Up
- 1 rugosímetro tipo respuesta.
- 1 rugosímetro MERLIN

**1.02. MATERIALES:**

- Conos de seguridad
- Chalecos de seguridad
- 1 wincha de 50 m

**1.03. PROCEDIMIENTO:**

- Se realiza un reconocimiento previo del tramo a evaluar en forma integral, anotando en una libreta de campo algunas características y detalles resaltantes.
- La toma de lecturas se efectuará utilizando rugosímetro tipo respuesta (Bump Integrator).
- Las mediciones serán tomadas cada 200 m en ambos carriles de la vía a una velocidad constante de 32 Km/h.
- Se recopilarán al menos dos medidas por sector.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

- El rugosímetro a ser utilizado deberá ser previamente calibrado utilizando nivel y mira o el MERLIN en secciones de longitud similar a los que utilice el rugosímetro Bump Integrator (Tipo respuesta).
- Los datos de campo se procesan en gabinete para obtener los respectivos gráficos de rugosidad y serviciabilidad del tramo evaluado.

## **CODIGO N° 739: ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA**

### **METODOLOGIA DE MEDICION DEL ENSAYO DE DEFLEXION RECUPERABLE DE PAVIMENTOS CON VIGA BENKELMAN**

#### **1.01. OBJETO**

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar con una viga Benkelman la deflexión recuperable de un pavimento flexible producida por una carga estática.

#### **1.02. EQUIPO**

- a).- Una Viga Benkelman Simple con su correspondiente flexímetro (a 0.02 mm) y las siguientes dimensiones fundamentales:
  - Longitud del brazo de ensayo, desde el pivote a la punta de prueba: 2.438 m.
  - Longitud del brazo de ensayo desde el pivote al punto de apoyo del vástago del dial registrador: 1.219 m.

Nota: Dial recientemente adquirido.
- b).- Un camión cargado con eje trasero de 18,000 libras igualmente distribuidos en un par de llantas dobles infladas a una presión normalizada de 80 psi. En el caso del modelo de Hogg, la presión de llantas es un parámetro que se introduce en el procedimiento de cálculo.
- c).- Un medidor de presión de inflado.
- d).- Un termómetro digital.
- e).- Un barreno para ejecutar orificios en el pavimento de 4 a 10 cm. de profundidad y 10 a 15 mm de diámetro.
- f).- Un bidón con agua.

#### **1.03. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

- a).- El punto de pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Dicho punto será localizado a una distancia prefijada del borde según la **tabla N° 1**

**TABLA N° 1**

Ancho del Carril	Distancia desde el Borde del Pavimento
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

- b).- La rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto seleccionado quedando éste ubicado entre ambas ruedas. Para una correcta ubicación de la rueda dual es conveniente colocar en la parte trasera externa del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga; desplazando suavemente el camión se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en a), de modo que simultáneamente el punto quede entre ambas cubiertas de la rueda dual.
- c).- Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión perpendicularmente al eje de carga de modo que la punta de prueba coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de la rueda dual.
- d).- Se retira la traba de la viga y la base se ajusta por medio del tornillo trasero de modo tal que el brazo de medición quede en contacto con el vástago del dial.
- e).- El flexímetro se ajusta de modo tal que el vástago tenga un recorrido libre comprendido entre 4 y 6 mm.

Se gira la esfera del flexímetro hasta que la aguja quede en cero y se verifica la lectura golpeando suavemente con un lápiz y poniendo en marcha el vibrador de la regla. Girar la esfera si es necesario y repetir la operación hasta obtener la posición "0" (cero). El ensayo comenzará cuando se compruebe que dicha lectura permanece constante, asegurando el equilibrio del pavimento bajo carga. Las divisiones para medición que se especifican en el dial son de 0.02 mm con un límite máximo de lectura de 25 mm. Cada vuelta completa de la aguja del dial representa 2 mm.

- f).- Establecida la lectura inicial en cero, se hace avanzar suave y lentamente el camión hasta una distancia de 10 m. o más.
- g).- Con el objeto de recopilar información para la utilización del modelo de Hogg, se toman lecturas intermedias a fin de obtener la distancia a la cual la relación  $DR/DO = 0.5$ , en donde DO es la deflexión máxima y DR la deflexión medida a la distancia R. Puesto que el valor de la deflexión máxima no es conocido desde un inicio, con la finalidad de automatizar la obtención de DR se realizan lecturas sistemáticas a 25, 30, 40, 50, 70, 100, 500 y a más de 500 cm. hasta que la lectura en el dial se estabilice. En el caso del método del Instituto del Asfalto, solamente se toma en cuenta para el análisis la lectura inicial y final.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CESAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

Con el fin de medir la temperatura del pavimento se practica un orificio (antes de comenzar el ensayo y simultáneamente con las tareas descritas en a), cuyas dimensiones serán aproximadamente entre 4 y 10 cm de profundidad y 10 mm de diámetro, emplazado sobre la línea demarcada entre el punto de medición y el borde del pavimento (a no menos de 0.25 m del mismo).

Se llena con agua el orificio y, una vez pasado el tiempo prudencial necesario para permitir que el líquido adquiera la temperatura del pavimento, se inserta el termómetro y se lee la temperatura.

Cabe señalar que el rango de temperatura de trabajo del pavimento debe estar entre 5°C y 30°C, para el caso en que los valores de temperatura sean superiores al rango indicado se procede a verificar si existe deformación plástica entre ambas cubiertas de la rueda dual de la siguiente manera:

- Se ubica el punto de ensayo de acuerdo a lo establecido en la Tabla N° 1 del párrafo a).
- Manteniendo el camión a una distancia mayor de 4 m del punto a ensayar, se procede como se indica en los párrafos c), d) y e).
- Se hace retroceder suave y lentamente el camión hasta que la rueda dual externa quede colocada sobre el punto de ensayo, procediendo como se indica en el párrafo b).
- Se observa la marcha de la aguja del flexímetro durante el retroceso del camión: si alcanzada cierta posición la aguja se detiene y luego se observa un desplazamiento en sentido contrario, como si se produjera la recuperación del pavimento, ello indica que existe deformación plástica medible entre ambas cubiertas de la rueda dual. Esa aparente recuperación puede ser debida también al hecho que el radio de acción de la carga del camión afecte las patas delanteras de la viga, lo que deberá constatarse de la siguiente manera:
  - Se ubica la viga de acuerdo a los párrafos a), d) y e), manteniendo el camión a una distancia mayor de 4 m del punto de ensayo, medidos en el sentido de avance del camión.
  - Luego se hace retroceder lentamente el camión observando el flexímetro de la viga. Cuando se observa que el flexímetro comienza a desplazarse acusando la deformación producida por efecto de la carga, se marca sobre el pavimento la posición de la guía vertical mencionada en el párrafo b), y se detiene el retroceso del camión.

h).- De acuerdo a las especificaciones de la viga Benkelman adjunta en el presente Apéndice para los cálculos de normalización de resultados de campo, este equipo tiene una relación de brazos de dos a uno, sin embargo, el dial indicador ha sido calibrado para leer deflexiones reales en forma directa y no es necesaria ninguna conversión por relación de brazos.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**CODIGO N° 746**

011

**MONITOREO DE DEFENSAS RIBEREÑAS - ENROCADOS****1.01. INTRODUCCION**

Las defensas ribereñas, son estructuras sometidas a acciones dinámicas del río, por lo cual están sujetos a sufrir variaciones por asentamientos, en el caso de estructuras flexibles como los diques de enrocado, sufren variaciones en sus dimensiones, debido básicamente a los movimientos que efectuaron sus elementos conformantes, en este caso el enrocado. Por estas razones, es conveniente que PROVIAS ZONAL CAJAMARCA, realice una labor de monitoreo, del comportamiento de las defensas ribereñas, con el fin de contar con información que le permita realizar labores de prevención, en los sitios donde se han producido asentamientos del dique, asimismo el monitoreo, permitirá obtener información sobre, la calidad tamaño y forma del enrocado y su comportamiento con respecto a las premisas asumidas en el diseño.

**1.02. ACTIVIDADES A REALIZARSE EN EL MONITOREO**

Corresponde a las actividades que PROVIAS ZONAL CAJAMARCA, debe ejecutar para obtener la información que permita realizar labores de prevención, mantenimiento y reparación del dique o defensas ribereñas.

La metodología a emplearse, así como los procedimientos a realizarse los determinará PROVIAS ZONAL CAJAMARCA en conjunto con el supervisor a medida que se realicen las obras, cubriendo las siguientes actividades:

- **Trabajos Topográficos.-** Levantamiento de secciones transversales y longitudinales de los sectores a monitorear, estas labores deben ser realizadas; en dos oportunidades: una al término del período de avenidas y la otra al inicio del período de avenidas.
- **Registro de niveles de las obras construidas.-** En ambas márgenes del río donde se controlará los niveles de las estructuras, para lo cual se deberán monumentar en puntos clave (como las zonas cóncavas del río), los diques con testigos de concreto o usando las mismas rocas. Los registros de control de las obras sobre todo en los puntos monumentados deben realizarse en 03 oportunidades: la primera al término de la época de avenidas, la segunda durante el estiaje y la tercera al inicio de la siguiente época de avenidas.
- **Registro de caudales y precipitaciones.-** Información que corresponde a los registros máximos diarios de caudales tomados en la estación más cercana.
- **Obras a construirse.-** Se realizarán las obras necesarias para realizar el control de monitoreo, principalmente, columnas de concreto con miras empotradas, las cuales permitirán medir los niveles de agua, se recomienda colocar a 3 niveles estas miras,

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEYARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

una cerca al cauce, otro en medio del talud y una en lo alto del terraplén. Se realizarán después del período de avenidas.

- **Registro de niveles del río en las zonas de obras.-** Labor que se desarrollará semanalmente con el apoyo de las minas hidrométricas empotradas sobre las columnas de concreto: deberá realizarse en las secciones ya establecidas.
- **Registro de arrastre de piedra.-** Labor referida a la evaluación de las piedras que forman parte del enrocado del dique y que han sido arrastradas durante la época de avenidas, esta actividad se llevará a cabo, al término de la época de avenidas y al inicio de la siguiente época de avenidas. Para realizar esta actividad se sugiere como una práctica el pintado de piedras dentro de un determinado rango de un color y así hasta para tres o más rangos de tamaños.
- **Prueba de trazadores.-** Los trazadores se utilizarán con el fin de determinar la orientación del flujo y su comportamiento con respecto a las defensas a construir. Se realizará la prueba de ser posible en la época de avenidas, al término de las avenidas y al término del estiaje.
- **Seguimiento de Labores.-** Actividad permanente, para asegurar la adecuada realización de los trabajos de campo y gabinete.
- **Elaboración de Informes.-** Se elaborarán informes por lo menos 2 veces al año.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**CODIGO 747****PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL**

El Programa de Monitoreo Ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto de orden biofísico como socioeconómico, siendo su objetivo comprobar que las medidas de mitigación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental sean cumplidas realizadas; así como, la evaluación de la eficiencia de dichas medidas correctivas.

**1.01. CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL**

Durante las etapas de construcción y operación de la carretera San Marcos – Cajabamba, deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones ambientales:

a).- En caso de ocurrencia de lluvias intensas (Fenómeno El Niño), el Contratista debe evaluar el funcionamiento del sistema de drenaje de la vía, a fin de detectar nuevas zonas con un inapropiado y/o deficiente sistema de evacuación pluvial, con la finalidad de plantear la construcción de nuevas estructuras y/o ampliación de las existentes y/o proyectadas.

**b).- Calidad del Agua**

- Se debe realizar un seguimiento de la calidad del agua, a fin de identificar si se está contaminando los cuerpos de agua, especialmente en las zonas de procesamiento de los agregados, es decir un punto de control en la cantera del Rio Chuquibamba donde se ubicará la planta de procesamiento (Km. 11+800 LI) la cual usara las aguas del río Chuquibamba, de tal forma de establecer las medidas para el control de cualquier fuente de contaminación. Además, debe controlarse la calidad del agua, con fines de uso en las actividades constructivas del proyecto vial en estudio.

Se realizarán pruebas y/o ensayos de laboratorio respectivos, en los puntos ubicados a 100 m aguas abajo de las actividades mencionadas durante la operación de las mismas. Para la medición de la calidad del agua, se tomará como referencia los siguientes parámetros: pH, turbiedad, temperatura, contenido de sólidos totales, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales.

- El monitoreo debe efectuarse con una periodicidad de cada tres meses; se realizarán monitoreos adicionales, cuando el Supervisor estime que algún procedimiento constructivo de la obra, pudiera alterar las condiciones originales de los cursos de agua, como es el caso de la construcción de puentes. Al respecto, se utilizarán los parámetros del Reglamento de la Ley General de Aguas (Decreto Supremo N°261-69-AP, modificado por Decreto Supremo 007-83-SA).

**HOB CONSULTORES S.A.**  
.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**CODIGO 747****PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL**

El Programa de Monitoreo Ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto de orden biofísico como socioeconómico, siendo su objetivo comprobar que las medidas de mitigación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental sean cumplidas realizadas; así como, la evaluación de la eficiencia de dichas medidas correctivas.

**1.01. CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL**

Durante las etapas de construcción y operación de la carretera San Marcos – Cajabamba, deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones ambientales:

a).- En caso de ocurrencia de lluvias intensas (Fenómeno El Niño), el Contratista debe evaluar el funcionamiento del sistema de drenaje de la vía, a fin de detectar nuevas zonas con un inapropiado y/o deficiente sistema de evacuación pluvial, con la finalidad de plantear la construcción de nuevas estructuras y/o ampliación de las existentes y/o proyectadas.

**b).- Calidad del Agua**

- Se debe realizar un seguimiento de la calidad del agua, a fin de identificar si se está contaminando los cuerpos de agua, especialmente en las zonas de procesamiento de los agregados, es decir un punto de control en la cantera del Rio Chuquibamba donde se ubicará la planta de procesamiento (Km. 11+800 LI) la cual usara las aguas del río Chuquibamba, de tal forma de establecer las medidas para el control de cualquier fuente de contaminación. Además, debe controlarse la calidad del agua, con fines de uso en las actividades constructivas del proyecto vial en estudio.

Se realizarán pruebas y/o ensayos de laboratorio respectivos, en los puntos ubicados a 100 m aguas abajo de las actividades mencionadas durante la operación de las mismas. Para la medición de la calidad del agua, se tomará como referencia los siguientes parámetros: pH, turbiedad, temperatura, contenido de sólidos totales, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales.

- El monitoreo debe efectuarse con una periodicidad de cada tres meses; se realizarán monitoreos adicionales, cuando el Supervisor estime que algún procedimiento constructivo de la obra, pudiera alterar las condiciones originales de los cursos de agua, como es el caso de la construcción de puentes. Al respecto, se utilizarán los parámetros del Reglamento de la Ley General de Aguas (Decreto Supremo N°261-69-AP, modificado por Decreto Supremo 007-83-SA).

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**c).-Calidad del Aire**

A fin de verificar la calidad del aire, durante la operación de las plantas de chancado y asfalto, en la explotación de las canteras y por tránsito continuo de los volquetes (transporte de materiales), se debe realizar las pruebas trimestrales, para la determinación del grado de afectación y/o deterioro de la calidad del aire, durante la ejecución del proyecto; para tal efecto, se realizarán las siguientes pruebas:

- Un (1) puntos de control para la emisión de material particulado y emisión de gases, en el entorno de las plantas de asfalto y de las plantas chancadoras, ambas ubicadas en la cantera del Pte Chuquibamba. Al respecto, se utilizarán los valores estándares internacionales de calidad del aire de la U.S. EPA y guías de la OMS.

**d).-Control de niveles sonoros**

A fin de verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, se debe establecer un (1) puntos de control para la emisión sonora en las plantas de chancado y asfalto ubicadas en el Puente Chuquibamba. Se debe realizar pruebas trimestrales para determinar el grado de afectación del incremento del nivel sonoro en las zonas mencionadas; para lo cual se tendrá en cuenta los valores indicados en el cuadro 5.3-3 (D.S. N° 499-1960)

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**CODIGO N° 748****MONITOREO DE LOS MUROS DE CONTENCION DE GAVIONES Y SUELO REFORZADO****1.01. INTRODUCCION**

Los muros de contención o retención han sido diseñadas con el propósito de evitar que la caída de rocas de los taludes de corte inestables caigan a la calzada y puedan producir malestar y accidentes a los usuarios de la vía. Al estar estas estructuras en contacto directo con los taludes, pueden sufrir variaciones por asentamientos y variaciones en sus dimensiones debido al empuje al que se encuentra sometido. Por estas razones, es conveniente que PROVIAS ZONAL CAJAMARCA, realice una labor de monitoreo, del comportamiento de estas estructuras, con el fin de contar con información que le permita realizar labores de prevención, en los sitios donde se han producido asentamientos; asimismo el monitoreo, permitirá obtener información sobre la capacidad de la zona de relleno dejada expresamente para captar todos los materiales que van cayendo hasta formar la cuña que estabilizará el talud en forma definitiva.

**1.02. ACTIVIDADES A REALIZARSE EN EL MONITOREO**

Corresponde a las actividades que PROVIAS ZONAL CAJAMARCA debe ejecutar para obtener la información que permita realizar labores de prevención, mantenimiento y reparación los muros de contención.

La metodología a emplearse, así como los procedimientos a realizarse los determinará PROVIAS ZONAL CAJAMARCA en conjunto con el supervisor a medida que se realicen las obras, cubriendo las siguientes actividades:

- **Trabajos Topográficos.-** Levantamiento de secciones transversales y longitudinales de los sectores a monitorear, estas labores deben ser realizadas; en dos oportunidades: una al término del período de avenidas y la otra al inicio del período de avenidas.
- **Obras a construirse.-** Se realizarán las obras necesarias para realizar el control de monitoreo, principalmente colocando puntos cercanos a las zonas de las estructuras las cuales contarán con cota jalada de los BMs del Proyecto y/o de la construcción, Se realizarán después del período de avenidas.
- **Registro de niveles de las obras construidas.-** Teniendo como base los puntos topográficos construidos (ver OBRA A CONSTRUIRSE) más cercanos a las zonas de monitoreo de procederá a efectuar el levantamiento de la estructura controlando inclinación, las cotas de la corona y realizando un levantamiento de detalle que permita ubicar la capacidad existente en la parte posterior de la estructura para seguir recibiendo material que caigan de los taludes. Con esta información se puede afinar las tareas de mantenimiento a efectuar.

**HOB CONSULTORES S.A.**  
.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

- **Seguimiento de Labores.-** Actividad permanente, para asegurar la adecuada 016 realización de los trabajos de campo y gabinete.
- **Elaboración de Informes.-** Se elaborarán informes por lo menos 2 veces al año,

## 4.00 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PARA HDM

### 4.01 CARACTERISTICAS VIALES: ACTUALES Y DEL PROYECTO

El análisis comprende la evaluación del tramo San Marcos – Cajabamba de 58.770 Km. de longitud.

La evaluación económica del Proyecto, permite establecer la rentabilidad del tramo, a base de las características técnicas actuales de ingeniería de la carretera o situación “sin proyecto”, en comparación con las condiciones que presente una vez rehabilitada o situación “con proyecto”.

En el Cuadro No. 1 se muestra la información sobre las características técnicas del estado actual de la vía, de los estudios de ingeniería.

El ancho de la calzada es de 6.00m en promedio, sin bermas, afirmada y tratada con slurry seal con material gravo-limoso, de 0.15m de espesor, y un volumen de tráfico que bordea los 400 a 500 veh/día.

La rehabilitación de la carretera consiste en mejorar las condiciones de su superficie de rodadura para optimizar la transitabilidad, sus características se presentan en el Cuadro No. 2, las mismas que se mantendrán para el horizonte del proyecto.

**Cuadro No. 1**  
**DATOS DEL CAMINO**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA (Situación Sin Proyecto)**

TRAMO ASFALTADO:	TRAMO 1A	TRAMO 1B
	San Marcos-Cajabamba	
	Del km. 00+000 al km. 24+220	Del km. 24+220 al km. 59+530
Clase de Carretera	Sin Pavimentar	Sin Pavimentar
Longitud (km)	24.2	34.6
Ancho de la Calzada (m)	5.5	5.5
Ancho de una Berma (m)	0.5	0.5
Subida mas Bajada (m/km)	53.4	53
Curvatura (grados/km)	378.3	416.13
Altitud (m)	2319	2319
Precipitación	0.02	0.02
Peralte	7.2	7.2



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

- **Seguimiento de Labores.-** Actividad permanente, para asegurar la adecuada realización de los trabajos de campo y gabinete. 016
- **Elaboración de Informes.-** Se elaborarán informes por lo menos 2 veces al año,

## 4.00 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PARA HDM

### 4.01 CARACTERISTICAS VIALES: ACTUALES Y DEL PROYECTO

El análisis comprende la evaluación del tramo San Marcos – Cajabamba de 58.770 Km. de longitud.

La evaluación económica del Proyecto, permite establecer la rentabilidad del tramo, a base de las características técnicas actuales de ingeniería de la carretera o situación “sin proyecto”, en comparación con las condiciones que presente una vez rehabilitada o situación “con proyecto”.

En el Cuadro No. 1 se muestra la información sobre las características técnicas del estado actual de la vía, de los estudios de ingeniería.

El ancho de la calzada es de 6.00m en promedio, sin bermas, afirmada y tratada con slurry seal con material gravo-limoso, de 0.15m de espesor, y un volumen de tráfico que bordea los 400 a 500 veh/día.

La rehabilitación de la carretera consiste en mejorar las condiciones de su superficie de rodadura para optimizar la transitabilidad, sus características se presentan en el Cuadro No. 2, las mismas que se mantendrán para el horizonte del proyecto.

**Cuadro No. 1**  
**DATOS DEL CAMINO**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA (Situación Sin Proyecto)**

TRAMO ASFALTADO:	TRAMO 1A	TRAMO 1B
	San Marcos-Cajabamba	
	Del km. 00+000 al km. 24+220	Del km. 24+220 al km. 59+530
Clase de Carretera	Sin Pavimentar	Sin Pavimentar
Longitud (km)	24.2	34.6
Ancho de la Calzada (m)	5.5	5.5
Ancho de una Berma (m)	0.5	0.5
Subida mas Bajada (m/km)	53.4	53
Curvatura (grados/km)	378.3	416.13
Altitud (m)	2319	2319
Precipitación	0.02	0.02
Peralte	7.2	7.2



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

TRAMO ASFALTADO:	TRAMO 1A	TRAMO 1B
	San Marcos-Cajabamba	
	Del km. 00+000 al km. 24+220	Del km. 24+220 al km. 59+530
Número de carriles	2	2
<b>ESTADO</b>		
Espesor de la Grava (mm)	150	250
Edad de la Grava (años)	1	1
Rugosidad (IRI)	8	8
<b>SUPERFICIE</b>		
Tamaño Partícula Máxima (mm)	30.2	30.2
Indice de Plasticidad (%)	8.7	8.7
Material que pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	46.3	46.3
Material que pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	25	25
Material que pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	18.5	18.5
<b>BASE/SUBRASANTE</b>		
Tamaño Partícula Máxima (mm)	26.6	26.6
Indice de Plasticidad (%)	13.4	13.4
Material que pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	66.5	66.5
Material que pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	45.2	45.2
Material que pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	34.4	34.4

Fuente: Información de campo - Estudios de Ingeniería.

**Cuadro No. 2**  
**DATOS DEL CAMINO**  
**(Situación con Proyecto)**

Tramo:	TRAMO 1A (CAC)	TRAMO 1B (CAC)
	Del km. 00+000 al km. 24+220	Del km. 24+220 al km. 58+796
Clase de Carretera	Pavimentada	Pavimentada
Longitud (km)	24.22	34.58
Ancho de la Calzada (m)	6.6	6.6
Ancho de una Berma (m)	2.0	2.0
Subida mas Bajada (m/km)	48.36	31.53



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

Tramo:	TRAMO 1A (CAC)	TRAMO 1B (CAC)
	Del km. 00+000 al km. 24+220	Del km. 24+220 al km. 58+796
Curvatura (grados/km)	318.40	249.39
Altitud (m)	2432.35	2264.92
Precipitación (m/mes)	0.0200	0.0200
<b>SUPERFICIE</b>		
Tipo de superficie	CAC	CAC
Espesor capas nuevas (mm.)	75.00	75.00
<b>BASE/SUBRASANTE</b>		
Tipo de Base	Granular	Granular
CBR de la Subrasante (%)	13.85	13.19
Espesor capa Base	150.0	150.0
<b>RESISTENCIA</b>		
N° Estructural	3.07	2.83
<b>ESTADO</b>		
Rugosidad	2.0	2.0
<b>ASIGNACIÓN DE TRÁFICO</b>		
Tráfico Generado	148	86

Fuente: Información de campo - Estudios de Ingeniería.

## 5.00

### EVALUACION ECONOMICA DEL MANTENIMIENTO

Para la evaluación económica se consideraron como beneficios, las economías en costos de mantenimiento de la carretera, en costos de operación vehicular y en la reducción de tiempo de viaje. En este sentido, se puede considerar el grado de rentabilidad económica del proyecto en condición de beneficios esperados.

Para obtener los resultados de la evaluación, se comparan los flujos de costos de la situación "sin proyecto" con los flujos de costos de la situación "con proyecto", dentro del segundo, se incluyen los costos de mantenimiento y por diferencia se obtiene el flujo de beneficios netos que permitirá conocer el grado de rentabilidad, medido mediante el indicador Valor Actual Neto (VAN). Este procedimiento se emplea para cada alternativa a evaluar.



HOB CONSULTORES S.A.

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

5.01.01

## RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Los resultados de la evaluación arrojaron indicadores de rentabilidad aceptables y que, por lo tanto, justifican su ejecución. Se asumió en el análisis de este tramo, que se produciría tráfico generado de acuerdo a los estudios de tráfico.

5.01.02

## BENEFICIOS Y RENTABILIDAD

Considerando las dos alternativas de mantenimiento "con proyecto" (Alternativas 2 y 3), se realizaron corridas con el HDMII, viéndose que la tercera presenta el mayor VAN.

El **Cuadro No. 12** muestra los resultados de cada una de las Alternativas de mantenimiento analizadas y el indicador considerado para este análisis (VAN).

**Cuadro No. 12**

### Política de Mantenimiento Óptima a 10 Años

Alternativa de Política de mantenimiento	Superficie Actual	Superficie Con Proyecto	Longitud Km.	VAN (mill US\$)
Alternativa 3	Afirmada	Pavimentada	58.77	17.514

Elaboración Propia



HOB CONSULTORES S.A.

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**Cuadro No. 13**

**Proyección de las Rugosidades para las Tres Alternativas – Tramo 1A**

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : Carretera San Marcos-Sausacochoa

Fecha de la Corrida : 15/05/12

Nombre de la Carretera: Tramo 1A SanMarcos-Aguas Calient

		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Año Calendario	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km
1	2012	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
2	2013	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
3	2014	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
4	2015	24.8	2.1	2.1	24.8	24.8
5	2016	24.8	2.2	2.2	24.8	24.8
6	2017	24.8	2.2	2.2	24.8	24.8
7	2018	24.8	2.3	2.3	24.8	24.8
8	2019	24.8	1.6	2.4	24.8	24.8
9	2020	24.8	1.7	2.4	24.8	24.8
10	2021	24.8	1.7	2.5	24.8	24.8
11	2022	24.8	1.8	2.6	24.8	24.8
12	2023	24.8	1.8	2.6	24.8	24.8
13	2024	24.8	1.6	2.7	24.8	24.8
14	2025	24.8	1.7	2.8	24.8	24.8
15	2026	24.8	1.7	2.8	24.8	24.8
16	2027	24.8	1.8	2.9	24.8	24.8
17	2028	24.8	1.8	3.0	24.8	24.8
18	2029	24.8	1.6	3.0	24.8	24.8
19	2030	24.8	1.7	3.1	24.8	24.8
20	2031	24.8	1.7	3.2	24.8	24.8

Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA

Segunda Estrategia: Mejoramiento en CAC3" \_tramo1

Tercera Estrategia: Mejoramiento en CAC 3" \_tramo1

Cuarta Estrategia: No Usado

Quinta Estrategia: No Usado

Procesamiento HDM



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEYARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**Cuadro No. 13**

021

**Proyección de las Rugosidades para las Tres Alternativas – Tramo 1B**

Administrador HDM – Deterioro

Nombre de la Corrida : Carretera San Marcos-Sausacocha

Fecha de la Corrida : 15/05/12

Nombre de la Carretera: Tramo 1B Aguas Calientes-Cajabamb

		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Año Calendario	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km	Rugosidad (IRI) m/km
1	2012	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
2	2013	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
3	2014	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
4	2015	25.8	2.1	2.1	25.8	25.8
5	2016	25.8	2.2	2.2	25.8	25.8
6	2017	25.5	2.3	2.3	25.5	25.5
7	2018	25.5	2.3	2.3	25.5	25.5
8	2019	25.5	1.6	2.4	25.5	25.5
9	2020	25.5	1.7	2.4	25.5	25.5
10	2021	25.5	1.7	2.5	25.5	25.5
11	2022	25.5	1.8	2.6	25.5	25.5
12	2023	25.5	1.8	2.6	25.5	25.5
13	2024	25.5	1.6	2.7	25.5	25.5
14	2025	25.5	1.7	2.8	25.5	25.5
15	2026	25.5	1.7	2.8	25.5	25.5
16	2027	25.5	1.8	2.9	25.5	25.5
17	2028	25.5	1.8	3.0	25.5	25.5
18	2029	25.5	1.6	3.1	25.5	25.5
19	2030	25.5	1.7	3.1	25.5	25.5
20	2031	25.5	1.7	3.2	25.5	25.5

Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA  
 Segunda Estrategia: Mejoramiento en CAC3"\_tramo1  
 Tercera Estrategia: Mejoramiento en CAC 3"\_tramo1  
 Cuarta Estrategia: No usado  
 Quinta Estrategia: No Usado

Procesamiento HDM



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

## 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a las Alternativas analizadas, la tercera alternativa de mantenimiento es la más rentable al presentar el mayor Valor Actual Neto de 17.514 millones de US\$, por tanto, es la que se considera la óptima y la más conveniente de aplicar.

La Alternativa 3, propone la aplicación de un mantenimiento rutinario para un periodo de diez años; un sello de 12 mm cuando la superficie dañada llegue al 10% y un refuerzo de 25 mm cuando la rugosidad llegue a 4.5 de IRI.

### 6.1 CONCLUSIONES

- El mantenimiento rutinario tiene un costo total \$ 2,012.00 Km/año
- El mantenimiento periódico en la calzada + periódico normal + actividades de emergencias tiene un costo total \$ 3,556.00 Km/año.
- De acuerdo a las políticas de mantenimiento definidas, la evaluación económica ha arrojado los siguientes resultados:

TIR	:	13.24%
VAN	:	17.514 millones de US\$
B/C	:	1.30

### 6.2 RECOMENDACIONES

Las causales para un deficiente mantenimiento de la vía pueden presentarse al ocurrir lo siguiente:

- No oportuna implementación de programa de mantenimiento.
- Falta total o insuficiencia de recursos para la implementación del programa.
- Asignación incorrecta de los fondos destinados para el programa.
- Empleo ineficaz de los recursos asignados para la implementación del programa.
- Para evitar que lo anteriormente indicado, se recomienda a PROVIAS NACIONAL ZONAL CAJAMARCA, asegurar el cumplimiento de los siguientes aspectos que permitan el éxito en la aplicación del programa:
- Que la obra rehabilitada disponga de asignación de fondos y recursos necesarios para su mantenimiento rutinario, a partir del primer año de entrada en servicio.
- Que el organismo que se encargue de la implementación y funcionamiento del programa sea autónomo, para que su intervención pueda ser inmediata.
- Que el personal y equipo mecánico sean los realmente requeridos, para que se cumplan los objetivos del programa.

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

- Por ser la zona agrícola, se deberá coordinar con la asociación de regantes y con la intendencia del Ministerio de Agricultura que corresponda, el mantenimiento del sistema de regadío y de zanjas de drenaje implementadas a fin de mantener todos los elementos en perfecto estado de mantenimiento y funcionamiento.
- El monitoreo del sistema de enrocado en la época de avenidas (vigilar los niveles de la corona y la estabilidad del talud hacia río de las rocas colocadas), el cual es indispensable para el buen funcionamiento y mantenimiento del elemento para que cumpla con su función de defensa de la carretera.
- El monitoreo del sistema de muros de contención a base de gaviones en la época de lluvias (vigilar los niveles de la corona, alineamiento y verticalidad del muro), el cual es indispensable para el buen funcionamiento y mantenimiento del elemento para que cumpla con su función contenedora del material que caiga del talud cortado y de defensa de la carretera.
- Es necesario implementar un sistema de educación vial, peatonal y a los conductores, para mitigar los accidentes una vez que la carretera quede rehabilitada.
- Es necesario alcanzar una copia de las Especificaciones Técnicas del proyecto al ente que va ser encargado del mantenimiento para que efectúa su tarea adecuadamente y se pueda realizar la supervisión correspondiente.
- Es necesario implementar un programa de educación y capacitación ambiental tanto la población como para la gente que va a trabajar en la carretera a fin de mitigar los impactos ambientales negativos (lavado de móviles en las quebradas que contaminan las aguas, eliminación de desechos sólidos a quebradas, mal control de las aguas de regadío, etc.)



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARRA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326