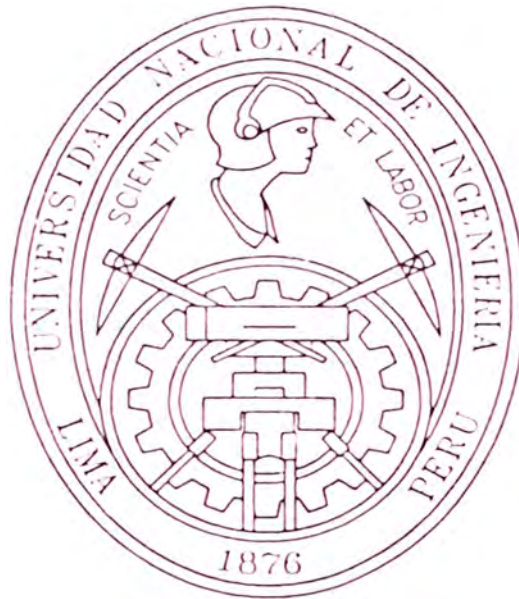


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MODALIDADES EJECUTIVAS PARA CONSERVACIÓN DE
CARRETERAS Y SU APLICACIÓN A LA CARRETERA
PIURA - SECHURA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ROBERTO CARLOS YANCAN TORRES

Lima- Perú

2007

ANEXOS

Carta No. 001-2006-RYT

Lima, 20 de Octubre de 2006

Ing.
OSWALDO PLASENCIA CONTRERAS
Director Ejecutivo de PROVIAS NACIONAL
Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Jr. Zorritos N° 1203, Telf. 315-7800
Lima 1 Perú



Ref: Apoyo Desarrollo de Tesis
(Visita a Obras de Mantenimiento en diversos tramos de la Red Vial Nacional – Piura, La Libertad y Ancash)

De mi consideración:

Reciba ante todo mis más cordiales saludos. Mi nombre es Roberto Carlos Yancán Torres, soy Bach. Ing. Civil Egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería y estoy desarrollando la Tesis de Grado en el Área de Carreteras en cuanto a Modalidades Ejecutivas de Conservación se refiere.

Siendo el motivo de la presente el manifestar mi agradecimiento ante su entidad y especialmente ante la persona de el Ing. Oscar Vargas Avendaño – Gerente de Mantenimiento de la Red Vial Nacional quien de manera incondicional y desinteresada colaboro con mi persona en la realización de las coordinaciones necesarias para visitar las Obras de Mantenimiento que a la fecha se vienen realizando en diversos tramos de la Red Vial Nacional en los departamentos de Piura, La Libertad y Ancash.

Por tal motivo y en forma de agradecimiento envío adjunto en forma física un documento con la información recopilada en base a las técnicas de mantenimiento observadas en dichas visitas.

Agradeciendo todo el apoyo y la atención prestada.

Sin otro particular quedo de usted

Atentamente,


ROBERTO C. YANCAN TORRES
Bach. Ing. Civil

**INFORME VISITA A OBRAS DE MANTENIMIENTO EN
DIVERSOS TRAMOS DE LA RED VIAL NACIONAL
(PIURA – LA LIBERTAD Y ANCASH)**

INFORME GENERAL

ÍNDICE

1. OBJETIVOS DEL VIAJE.....	3
2. DEPARTAMENTOS VISITADOS.....	3
3. TRAMOS DE LA RED VIAL NACIONAL (RVN) VISITADOS.....	3
4. DESCRIPCIÓN DE LAS VISITAS REALIZADAS.....	4
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12

Agradecimientos

Las visitas realizadas y el desarrollo del presente informe se pudieron concretar gracias a la especial colaboración brindada de los siguientes profesionales:

Ing. Oscar Vargas Avendaño	Gerente General de Mantenimiento de PROVIAS NACIONAL
Ing. Fernando Abraham Pigrau	Consultor de PROVIAS NACIONAL; Co-asesor de la Tesis
Ing. Luis Torres Pacahuala	Jefe Zonal I - Piura
Ing. Jorge Collazos Valdivia	Supervisor Zonal I - Piura
Ing. Hugo Cornejo Calle	Supervisor Zonal I - Piura
Ing. Cirilo Chapi	Jefe de la filial de PROVIAS NACIONAL - Otuzco - La Libertad
Ing. Manuel Velásquez Nuñez	Jefe Zonal VII - Ancash
Ing. William Tamayo Alegre	Supervisor Zonal VII - Ancash
Ing. Elifio Quiñonez Rosales	Docente UNI – Por sus consejos y experiencias transmitidas.

INFORME GENERAL

1. OBJETIVOS DEL VIAJE

El viaje tuvo como objetivo principal el poder apreciar en el campo las técnicas de mantenimiento de las carreteras descritas mas adelante, a cargo de Provías Nacional.

Este viaje sirve también para conocer parte de la red vial del Perú atendida por Provías y parte de la red vial concesionada atendida por el sector privado, y así poder apreciar subjetivamente el estado en el que se encuentran.

2. DEPARTAMENTOS VISITADOS

- Piura
- La Libertad
- Ancash

3. TRAMOS DE LA RED VIAL NACIONAL (RVN) VISITADOS.

Entre los tramos visitados pertenecientes a la RVN, tenemos:

a) Tramo Emp. R1B-Huancabamba (Piura)

Sub Tramo: Canchaque (Km 77+700.00) – Huancabamba (Km 144+838.00) a 2750 m.s.n.m

b) Tramo Emp. R1B- Buenos Aires (Piura)

Sub Tramo: Zapata-Piura-Sechura-Ovalo-Bayovar

c) Tramo Chulucanas – Piura (IIRSA NORTE)

d) Tramo Otuzco – Callacuyan 71 Kms (La Libertad)

e) Tramo Catac-Conococha-Pativilca (Ancash)

4. DESCRIPCIÓN DE LAS VISITAS REALIZADAS

✚ TRAMO EMP. R1B- BUENOS AIRES (PIURA)

Sub Tramo: Zapata-Piura-Sechura-Ovalo-Bayovar

Este tramo se encuentra en plena ejecución de obras de Mantenimiento, y durante la visita por tal tramo pude observar la actividad de parches en la calzada y en los bordes de la misma.



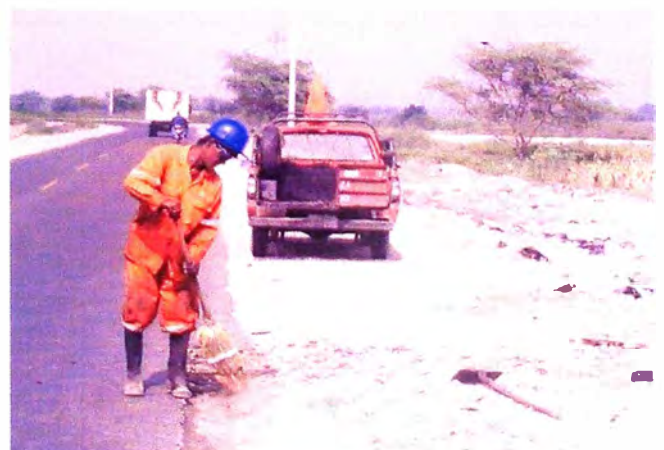
Mezcla C/RC-250 que se utilizará para parchar el borde de la calzada



Personal de la PYME CONSERVIS APOLO picando el área a parchar



Limpiando el área picada previa a ser reparada



Limpiando el borde picado previo a ser parchado



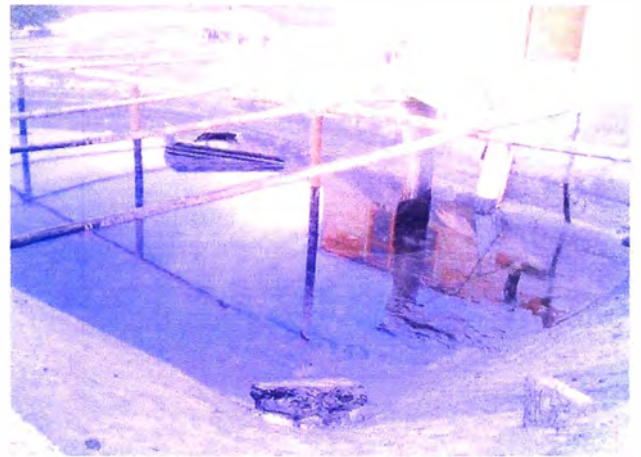
Personal de la PYME EMICAR parchando el borde de la calzada y trasladando la mezcla



Dándole el acabado final al borde parchado



Campamento, en donde se prepara la mezcla en frío, para ser transportada a las áreas a reparar



Poza donde se prepara el asfalto en frío



Foto al lado de un miembro de la PYME y del Ing. Hugo Corneio Calle – Supervisor Zonal



Foto al lado del Ing. Luis Torres – Coordinador Técnico de la Unidad Zonal I Piura

TRAMO EMP. R1B-HUANCABAMBA (PIURA)

Sub Tramo: Canchaque (Km 77+700.00) – Huancambamba (Km 144+838.00) a 2750 m.s.n.m

Este tramo se encuentra en plena ejecución de obras de Mantenimiento Periódico, y durante mi visita por tal tramo pude observar las siguientes actividades:

- Rehabilitación de cunetas
- Recargo de material granular



Ruta 002A, cerca a Canchaque, Prog 067+00, vía afirmada



Volquete paralizado cerca de la cantera Serrán



Cantera Serrán, Km 054+00, Ing. Jorge Collazos junto al operador del cargador frontal



Volquete con problemas en la llanta posterior, Palampla Km 079+900



Motoniveladora trabajando la cuneta



Personal dando el acabado final a las cunetas



Paso de la Cisterna, con el objetivo de darle la humedad necesaria al material granular



Rodillo, realizando la compactación



Tramo ejecutado

✚ TRAMO CHULUCANAS – PIURA (IIRSA NORTE)

Mantenimiento Periódico a cargo del CONSORCIO CONCIN IIRSA NORTE

En este tramo se pudo observar las labores de parche de las bermas, como algunas áreas fresadas por motivos de exudación.



Personal parchando los bordes de la berma



Parchado concluido



Maquinaria utilizada en los trabajos de Mantenimiento



Rodillo compactando el área parchada



Rodillo Trabajando



Fresado de 1cm de la carpeta, por causa de exudación en la calzada

✚ TRAMO OTUZCO – CALLACUYAN 71 KMS (LA LIBERTAD)

Este tramo se encuentra en plena ejecución de obras de Mantenimiento Periódico, y durante la visita por tal tramo pude observar las actividades siguientes:

- Preparación de la calzada para recibir tratamiento superficial
- Construcción de cunetas



Motoniveladora extendiendo del material granular que recibirá el tratamiento superficial



Personal preparando el encofrado de las cunetas



Trabajador verificando las dimensiones que deberá tener la cuneta.



Cantera Juan Gorral, que presentaba algunas contaminaciones por acción de relaves mineros



Chancadora preparando el material a ser usado tanto en las cunetas como en los tratamientos



Material granular procesado



Cantera cerca al tramo final de la obra Km 68



Personal construyendo las cunetas por el tramo final de la obra, a más de 4000 m.s.n.m.



Foto al lado del Ing. Industrial a cargo del Área del Personal



Mina Barrick de la cual se extrae Oro, Empresa minera que financia parte de la obras vía convenio

✚ **TRAMO CATAC-CONOCOCHA-PATIVILCA (ANCASH)**

En este tramo se pudo observar algunos tramos de calzada en estado de deterioro considerable, y por otro lado se aprecio actividades de emergencia como la construcción de un muro de contención para detener la socavación producida por el río La Fortaleza en épocas de crecida en un tramo de esta ruta (Km 72+450 Ruta Nacional 014)



Peaje de Catac, se observa el estado deteriorado de la vía



Campamento en la Prog. 72+450 Ruta Nacional 014. Tramo Pativilca-Conochocha. Sector Chucchus



Socavación producida por el cauce del río Fortaleza a la altura del campamento



Construcción de un muro de contención en la parte donde se produjo la socavación



Limpieza de cunetas



Rocería de los taludes

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las visitas realizadas a estas carreteras, refuerzan en gran medida mi formación profesional, pues pude apreciar cosas muy rescatables y otras por mejorar en cuanto al manejo de la conservación de las carreteras, y el compromiso que existe en darles a estas labores la importancia que se merecen.
- Es notable el esfuerzo de los ingenieros y todos los involucrados por atender la conservación de las carreteras haciendo un uso exhaustivo de los escasos recursos disponibles.
- El aporte financiero de las empresas mineras es importante en las actividades de conservación de las carreteras, por lo que se entiende sería muy conveniente los mecanismos para incrementar la participación de estas.
- El trabajo a cargo de las PYMES, es importante desde el punto de vista social, sin embargo desde el punto de vista técnico todavía no refleja un aporte importante en cuanto a la calidad de trabajos en los cuales se requiere mano de obra mejor capacitada y comprometida con su pequeña o mediana empresa.
- El viaje realizado no tuvo complicaciones o demoras, que dicho en otras palabras reflejan el estado regular y bueno en el que se encuentran las carreteras de 1ra categoría, razón además por la que se debe seguir trabajando en cuanto a su mantenimiento se refiere.

NTC PROVIAS DESCENTRALIZADO
TRAMITE DOCUMENTARIO

12 FEB 2007

Exp.

LA RECEPCIÓN DEL PTE. DOCUMENTO NO ES SEÑAL DE INFORMACIÓN

Hora: Firma: 

Lima 12 de Febrero del 2007

Señor
Mg. Raúl Torres Trujillo
Directo de la Dirección Ejecutiva PROVIAS DESCENTRALIZADO
Av. Bolivia N° 120

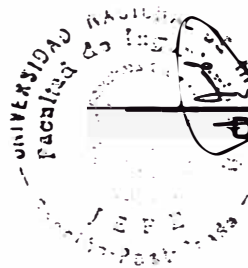
Presente.-

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted para hacerle llegar mi mas cordiales saludos, deseándole los mejores éxitos en su gestión.

En esta oportunidad me permito solicitar a usted pueda brindar las facilidades de información requerida por el tesista Sr. **ROBERTO CARLOS YANCAN TORRES**, quien viene desarrollando la tesis de investigación que lleva por título "**MODALIDADES EJECUTIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS Y SU APLICACIÓN A LA CARRETERA PIURA – SECHURA**". No escapará a su elevado criterio los análisis y conclusiones a las que se llegue en el referido estudio que serán de amplio beneficio para la Red Vial de nuestro país y la gestión que esta requiere para los trabajos de rehabilitación, mejora y conservación vial.

Aprovecho la ocasión para reiterar a usted los sentimientos de mi más alta consideración.



Dr. José C. Matías León
Asesor de la Tesis

Cuadro N° 5.1
NORMAS DE EVALUACIÓN
PRIMERA PRIORIDAD: SEGURIDAD DE VIAJE


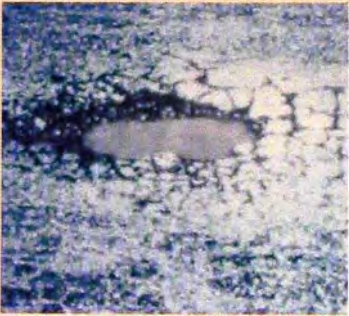
Código	Actividad	Responsabilidad de la Microempresa	Indicadores de Mantenimiento	Tolerancia	Respuesta de la Microempresa	Penalizaciones		
						1era	2da	3era
MR-101	Limpieza de Calzada	Remover piedras, árboles o cualquier obstáculo en forma inmediata.	La calzada permanecerá siempre limpia.	Menos de 3 obstáculos en 1 Km	Un (1) día	5%	10%	15%
MR-102	Bacheo	Rellenar los baches de forma inmediata con material de cantera.	La superficie de rodadura será uniforme, no se aceptará la presencia de baches o de charcos de agua en épocas de lluvias.	Menos de 10 baches de 0.50m * 0.50 m* 0.15m de profundidad en 1 km	Un (1) día	5%	10%	15%
MR-104	Remoción de Derrumbes	Remoción y eliminación de derrumbes hasta 50 m ³ .	Retirar los derrumbes menores en forma inmediata. Disponibilidad permanente en caso de derrumbes mayores y colaborar en su remoción para devolver la transitabilidad al camino.	Menos de 1 m ³ por Km.	Un (1) día	5%	10%	15%
MR-201	Limpieza de Cunetas	Limpiar y eliminar el material sedimentado que obstruye el libre flujo del agua.	Deberán permanecer siempre limpias, conservando sus dimensiones originales de diseño y pendientes mínimas.	Material sedimentado máximo 25% del área de la sección transversal.	Un (1) día	5%	10%	15%
MR-701	Reparación de Muros Secos	Reacomodo de las piedras en las zonas inestables de la estructura.	No se permiten muros en mal estado que no puedan ofrecer la suficiente estabilidad a los taludes y/o plataforma de la carretera.	Menos de 5 m de muro en mal estado en un 1 km	Dos (2) días	5%	10%	15%
MR-702	Reparación de Pontones	Reparar los elementos que se encuentren en mal estado: tableros, pernos, clavos, muros, etc.	Pontones en buen estado.	80% de la superficie del tablero o losa, deberá estar en buen estado	Dos (2) días	5%	10%	15%

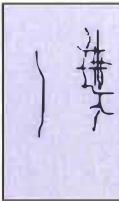
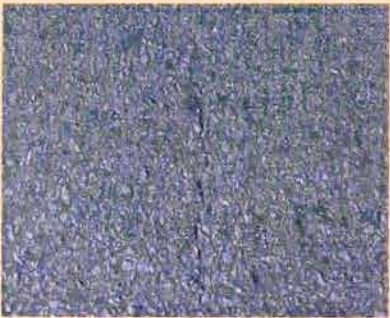


Cuadro N° 5.2
NORMAS DE EVALUACIÓN
SEGUNDA PRIORIDAD: MANTENIMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE

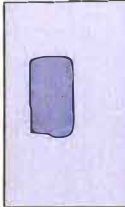
Código	Actividad	Responsabilidad de la Microempresa	Indicadores de Mantenimiento	Tolerancia	Respuesta de la Microempresa	Penalizaciones		
						1era	2da	3era
MR 202	Limpieza de Alcantarilla	Eliminar todo tipo de materiales o residuos que obstruyan el flujo del agua a través de las alcantarillas.	Deberán permanecer siempre limpias.	Material sedimentado: Máximo 20% del área de la sección transversal.	Tres (3) días		5%	10%
MR 203	Limpieza de Badén	Eliminar todo tipo de materiales o residuos que obstruyan el flujo del agua a través del badén.	No deben existir obstáculos ni material sedimentado sobre el badén.	Material sedimentado: Máximo 30% de la superficie.	Cuatro (4) días		5%	10%
MR 204	Limpieza de Zanjas de Coronación	Eliminar el material caído o sedimentado en las zanjas de coronación.	Deberán permanecer siempre limpias.	Material sedimentado: Máximo 30% del área de la sección transversal.	Cuatro (4) días		5%	10%
MR 205	Limpieza de Pontones	Mantener las superficies libres de obstrucciones que impidan el flujo del agua y su correcto funcionamiento. Las estructuras deben estar siempre libres de vegetación y basura.	Deberán permanecer siempre limpias.	Material sedimentado: Máximo 20% del área de la sección transversal.	Cinco (5) días		5%	10%
MR 206	Encauzamiento de Pequeños Cursos de Agua	Deberán encauzarse los pequeños cursos de agua hacia las estructuras de drenaje, eliminando el material o residuos ubicados en el curso de agua.	No se permitirán desbordes (aniegos).	Material sedimentado: Máximo 20% del área de la sección transversal.	Cinco (5) días		5%	10%
MR 301	Roce y Limpieza	Controlar la vegetación en las zonas laterales para proporcionar visibilidad.	La vegetación debe permanecer por debajo de 30 cm.	Altura de la vegetación: Máximo 45 cm.	Cinco (5) días		5%	10%

Cuadro N° 5.3
NORMAS DE EVALUACIÓN
TERCERA PRIORIDAD: OTRAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS CON PRIORIDAD MEDIA BAJA

Código	Actividad	Responsabilidad de la Microempresa	Indicadores de Mantenimiento	Tolerancia	Respuesta de la Microempresa	Penalizaciones		
						1era	2da	3era
MR 103	Desquinche	Remover rocas y piedras inestables ubicadas en las partes altas de los taludes del camino.	Taludes libres de rocas inestables	Menos de 1 m ³ por km.	1 mes		5%	10%
MR 401	Conservación de Señales	Realizar la limpieza de las señales las veces que sea necesario y el pintado cuando se requiera.	Señales limpias y en buen estado.	Incumplimiento inferior a 1 señal por km.	1 mes		5%	10%
MR 501	Reforestación	Realizar la plantación o conservación de la vegetación existente.	Taludes inestables reforestados.	Zonas estables sin reforestar a lo largo del camino.	1 mes		5%	10%
MR 601	Vigilancia y Control	Alertar sobre los daños del camino para tomar las acciones necesarias. Controlar: a) botaderos de basura y desechos b) Invasiones c) Ejecución de obras no autorizadas tales como: acueductos, redes de servicio, etc.	Anotación semanal de actividades realizadas u ocurrencias en el cuaderno de mantenimiento.	Incumplimiento inferior a 15 días.	1 semana		5%	10%

DENOMINACIÓN	CROQUIS	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
<p>HUECOS</p>		<p>Cavidades producidas en el pavimento, con diferentes formas, área y profundidades. Se deben a la evolución de otros deterioros del pavimento, a la existencia de imperfecciones localizadas y al arranque de material producido por el tráfico, solo o en conjunción con fenómenos climáticos. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado</p>			
		NIVEL DE SEVERIDAD			
		CRITERIO	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
<p>No se admiten huecos (ningún nivel de severidad).</p>	<p>$H \leq 25\text{mm}$</p>	<p>$25\text{mm} < H \leq 50\text{mm}$</p>	<p>$H > 50\text{mm}$</p>	<p>H = Profundidad</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Severidad Baja</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Severidad Media</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Severidad Alta</p> </div> </div>					

DENOMINACIÓN	CROQUIS	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
<p style="text-align: center;">FISURAS POR FATIGA</p>		<p>Lineas de rotura provocadas principalmente por falta de capacidad portante del pavimento. Comienzan como pequeñas fisuras longitudinales en la faja de rodadura, para luego ramificarse y acabar formando una malla cerrada. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.</p>			
		NIVEL DE SEVERIDAD			
		CRITERIO	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
<p>Se admiten niveles de severidad baja y hasta un 10% de severidad media sin sellar.</p>	<p>Fisuras longitudinales, paralelas, poco interconectadas, sin pérdida de material y ancho < 2 mm.</p>	<p>Fisuras interconectadas, fisuras ramificadas sin formar una malla, fisuras con leve pérdida de material, o fisuras de 2mm < ancho < 5 mm.</p>	<p>Fisuras generalizadas en forma de malla cerrada (piel de coco dño), fisuras generalizadas con desprendimiento de material o fisuras de ancho > 5 mm.</p>	<p>Ninguna</p>	
 <p>Severidad Baja</p>		 <p>Severidad Media</p>		 <p>Severidad Alta</p>	

DENOMINACIÓN	CROQUIS	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN				
PARCHES		Reparaciones localizadas realizadas en el pavimento, para corregir otros defectos. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.				
		CRITERIO	NIVEL DE SEVERIDAD			OBSERVACIONES
		Se admite nivel de severidad baja.	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)	Ninguna.
	Buen estado estructural, sin fisuras. Nivelado y sin deterioros.	Estado estructural aceptable. Nivelado aunque con deterioros leves (fisuras, ahuellamientos, hundimientos, exudaciones, pérdida de material).	Estado estructural no aceptable. Muy deteriorado o desnivelado o nivelado con defectos relevantes.			




Severidad Baja

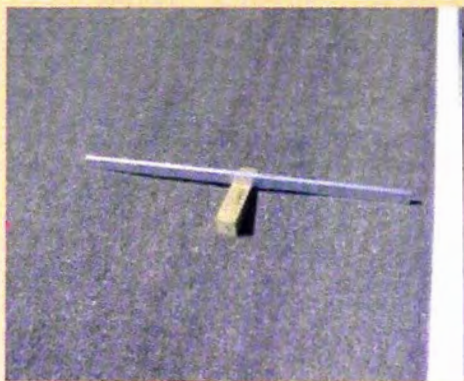


Severidad Media



Severidad Alta

DENOMINACIÓN	CROQUIS	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN				
AHUELLAMIENTO		Alteraciones de nivel del pavimento por hundimiento a lo largo de las huellas de rodadura. Se debe a mezclas bituminosas con insuficiente resistencia a la deformación plástica, a degradación de capas inferiores del pavimento o a problemas de práctica constructiva. Se mide con regla de 1.20 m transversal al ahuellamiento. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.				
		CRITERIO	NIVEL DE SEVERIDAD			OBSERVACIONES
		Se admite nivel de severidad baja	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)	h = Profundidad de la huella
		$h \leq 12\text{mm}$	$12\text{mm} < h \leq 25\text{mm}$	$h > 25\text{mm}$		


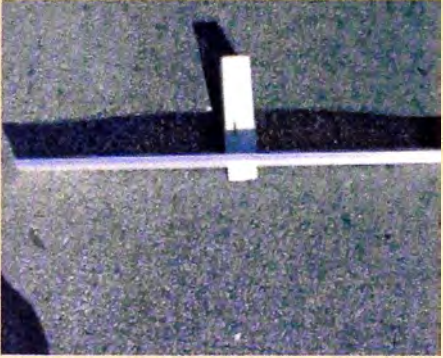
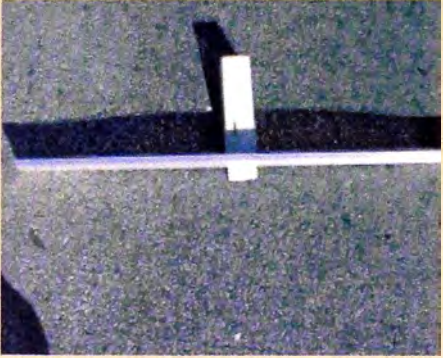



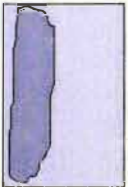
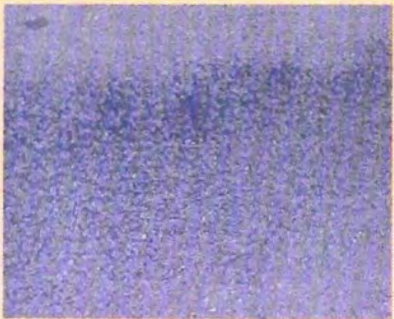


Severidad Baja



Severidad Alta

Severidad Media

DENOMINACIÓN	CROQUIS	DEFINICIÓN Y CAUSAS/MEDICIÓN			
HUNDIMIENTO		<p>Alteraciones de nivel del pavimento por hundimiento en zonas localizadas. Se debe a degradación de las capas inferiores, problemas constructivos o fallos localizados. Se mide con regla de 1.20 m. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.</p>			
		NIVEL DE SEVERIDAD			
		CRITERIO	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
Se admite nivel de severidad baja	H<=25mm	25mm<H<=50mm	H>50mm	H = Profundidad	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="506 1257 629 1278">Severidad Baja</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="1055 1257 1189 1278">Severidad Media</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="1615 1257 1738 1278">Severidad Alta</p> </div> </div>					

EXUDACIÓN		NIVEL DE SEVERIDAD						
		CRITERIO	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)	OBSERVACIONES		
		<p>Presencia de material asfáltico en la superficie de la calzada, dándole un aspecto negro y brillante. Se debe a un exceso de ligante en la capa de rodadura, a un riego de adherencia excesivo o a un ligante de muy baja viscosidad. Se considerará para cada nivel de severidad el área efectiva afectada (el área del rectángulo de bordes paralelos y perpendiculares al eje del camino que contiene totalmente al área afectada) y se determinará su porcentaje en relación al área total del kilómetro de carretera evaluado.</p>	<p>Máximo 0% en sierra y 3% en costa y selva baja (sumados niveles medio y alto)</p>	<p>Exudación no cubre totalmente el agregado.</p>	<p>Exudación marcada (cubre totalmente el agregado) pero localizada no continua.</p>	<p>Exudación marcada (cubre totalmente el agregado) continua</p>	<p>Ninguna</p>	
						<p>Severidad Baja</p>	<p>Severidad Media</p>	<p>Severidad Alta</p>

II-3. INDICADORES DE CONDICIÓN DE LAS DISTINTAS ÁREAS

En este capítulo se establecerán los indicadores de condición funcional, estructural, superficial y de seguridad de la infraestructura vial en sus distintas áreas: Carreteras, Puentes y estructuras, Obras de arte menor y sistema de drenaje y Seguridad vial.

Una vez establecidos los mismos se definirán para cada uno en sus áreas correspondientes tres categorías de Niveles de Servicio (Alto, Medio y Bajo).

II-3.1 Carreteras

II-3.1.1 Condición estructural

Los indicadores estructurales (**Deflexión y Número Estructural**) están relacionados con el desempeño estructural del pavimento que condicionan el comportamiento bajo cargas (deformada), y se resumen en el conocimiento de los espesores y los valores modulares efectivos de cada una de las capas componentes de la estructura y la vinculación entre cada una de estas capas.

La capacidad estructural se determina mediante los siguientes tipos de ensayos:

- **Destructivos**: Mediante cateos se identifican las características de los materiales de las diferentes capas. Sus problemas son que consume mucho tiempo, es costoso y afecta negativamente el estado del pavimento.
- **No destructivos**: Mediante Equipos de medición de deflexiones (Viga Benkelman, Deflectógrafo Lacroix o Falling Weight (FWD) o Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)

Deflexión

La auscultación deflectométrica mediante la medición de la deflexión obtiene la respuesta de las características de deformabilidad bajo carga del conjunto estructural.

Todos los pavimentos, aunque bien diseñados y contruidos, sufren pequeñas deformaciones, causadas principalmente por la acción de las cargas de rueda.

Dichas deformaciones pueden ser permanentes producidas por Consolidación, Deformación plástica o Expansión cuando el pavimento ya se encuentra en una condición estructural pobre o transitorias que desaparecen cuando se retira la carga que la produce, indicando una buena condición estructural, dependiendo la vida útil remanente del valor de la deflexión y de la demanda de carga actual y futura.

Dicha **deflexión característica** pertenece al grupo de las deformaciones transitorias, las mismas dan información sobre la capacidad de los distintos materiales de distribuir las cargas en las capas subyacentes, como se ilustra en la figura II-3-1

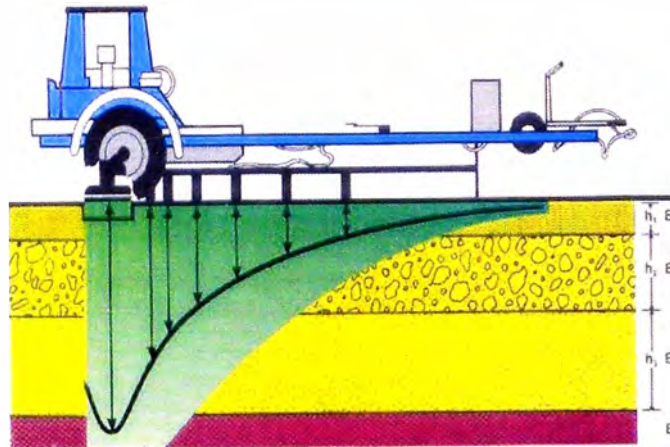
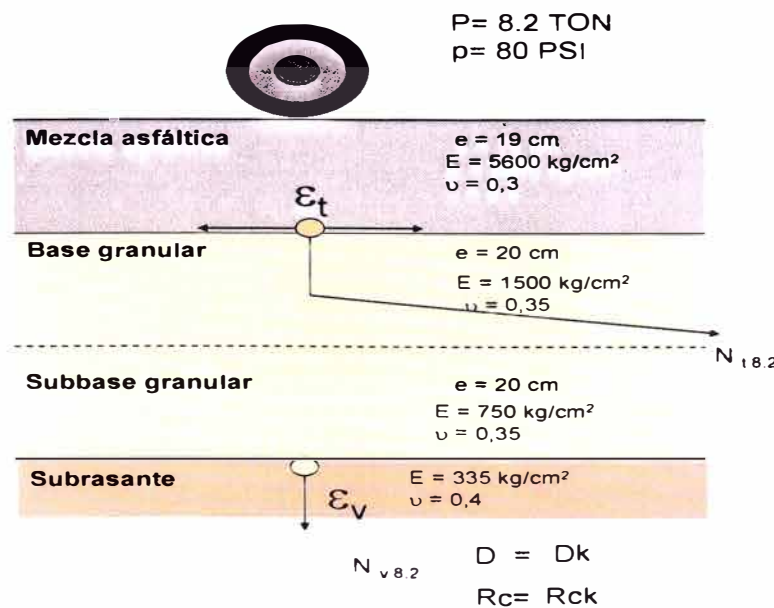


Figura II-3-1 Forma de medición de la deflexión (FWD)

Mediante un Modelo multicapa, teniendo como dato el valor de la deflexión medida y los espesores de cada capa, se determina la respuesta del firme en términos de tensiones y deformaciones frente a las cargas del tránsito. El valor de estas tensiones normal en la subrasante y tangencial en la capa inferior de la carpeta existente indicadas en la figura II-3-2 como N_v y N_t respectivamente determinara si el pavimento tiene o no vida útil remanente para soportar la carga existente. Por lo tanto el valor de la deflexión como indicador de capacidad estructural debe estar acompañado de la carga que circula para determinar si la condición estructural es buena, regular o mala, comparándola con la deflexión requerida para soportar la carga acumulada en un período determinado.

Figura II-3-2 Esquema del modelo Multicapa



De esta forma se definirán los 3 niveles de servicio indicados en el Plan y metodología de trabajo del indicador deflexión para distintos rangos de tránsito.

En el cuadro II-3-1 se ilustra los niveles de servicio definidos para distintos rangos de IMDA según el valor de la deflexión media.

Cuadro II-3-1. Niveles de servicio – Indicador Deflexión

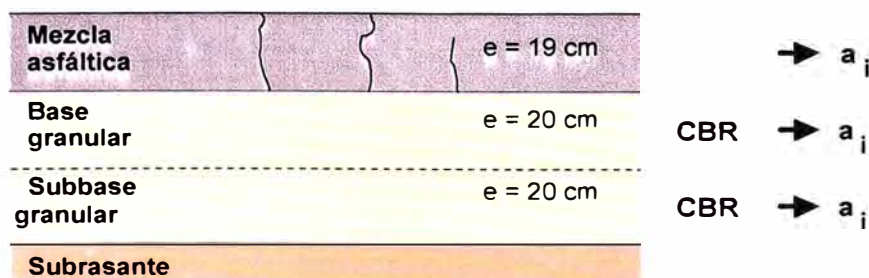
Rango de Tránsito	Nivel de Servicio	Rango Deflexión Media (mm)
IMDA > 1000	Alto	Dm < 0,52
	Medio	0,52 < Dm < 0,62
	Bajo	Dm > 0,62
400 < IMDA < 1000	Alto	Dm < 0,72
	Medio	0,72 < Dm < 0,87
	Bajo	Dm > 0,87
IMDA < 400	Alto	Dm < 1,20
	Medio	1,20 < Dm < 1,50
	Bajo	Dm > 1,50

Número estructural

Otro indicador de la capacidad estructural es el **Número Estructural** relacionado por medio de una función con la deflexión.

Una forma de obtener dicho indicador es mediante una relación los espesores y coeficientes estructurales de las capas que componen el paquete estructural, estos últimos se obtienen para las capas asfálticas según su estado de deterioro de la guía AASHTO, con respecto a las bases granulares los coeficientes se determinan mediante una relación con los valores de los CBR

Figura II-3-3 Esquema de un paquete Estructural



La figura II-3-3 ilustra el esquema de un paquete estructural con los espesores de las capas asfáltica y granulares, las cuales se relacionan con los coeficientes o aportes estructurales para el cálculo del Número Estructural con la siguiente función: $N.S. = \sum a_i * e_i$

Donde: NS= Número Estructural
 a_i = Coeficiente estructural de cada capa
 e_i = Espesor de cada Capa

Al igual que para la deflexión se definirán 3 niveles de servicio del indicador número estructural para distintos rangos de tránsito, debido a que el grado de nivel de servicio que determina dicho valor dependerá de la carga que circula por un período definido .

En el cuadro II-3-2 se ilustra los niveles de servicio definidos para distintos rangos de IMDA según el valor del Número estructural.

Cuadro II-3-2. Niveles de servicio – Indicador Número Estructural

Rango de Tránsito	Nivel de Servicio	Rango Número Estructural
IMDA > 1000	Alto	NS > 4,25
	Medio	3,75 < NS < 4,25
	Bajo	NS < 3,75
400 < IMDA < 1000	Alto	NS > 3,35
	Medio	2,90 < NS < 3,35
	Bajo	NS < 2,90
IMDA < 400	Alto	NS > 2,20
	Medio	1,9 < NS < 2,20
	Bajo	NS < 1,90

II-3.1.2 Condición Funcional

La condición funcional se determina mediante el índice de rugosidad que al igual que el índice de servicio nos da un valor que se corresponde con el grado de confort al circular por un determinado tramo de ruta.

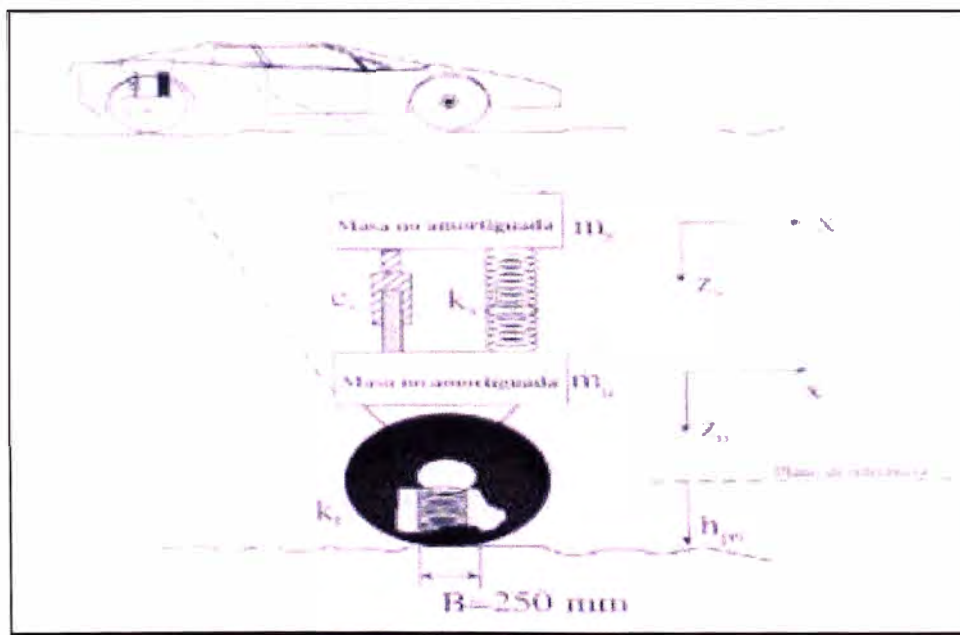
La rugosidad o irregularidad superficial produce en valores elevados irregularidades en la superficie del camino que afectan negativamente la calidad de circulación de los usuarios que lo circulan en un vehículo.

Tenemos dos componentes una longitudinal y otra transversal. Es un importante defecto que atenta contra la seguridad, costos de operación e incremento de la acción de las cargas.

Equipos para medir índice de rugosidad.

- Rugosímetros de respuesta (RTRRM): Miden respuesta mecánica del vehículo a las irregularidades del camino viajando a una velocidad constante. Ventajas: bajo costo, fácil mantenimiento y operan a velocidades de circulación. Problemas: muy sensible a la velocidad y características del vehículo (peso, presión de inflado, amortiguadores, etc). requiere calibraciones periódicas.

Figura II-3-4 – Esquema de funcionamiento



Algunos ejemplos de estos instrumentos de medición de rugosidad por respuesta son los Tipo Mays-Meter y Bump Integrator, los cuales se ilustran en las figuras II-3-5 y II-3-6 respectivamente.

Los sistemas RTRRM (sistema de medida de rugosidad tipo respuesta) registran los desplazamientos acumulativos del eje posterior del vehículo, inducido por la irregularidad del camino. El sistema está constituido por: un vehículo o un trailer con eje posterior transversal sólido instalado con el equipo Bump Integrator o colectora de pulsos para el caso Mays - Meter, capaz de registrar el movimiento del eje posterior mientras se desplaza por la carretera; así como un Contador que registra las cuentas en unidades de medida discretas.

Figura II-3-5 Bump Integrator – Esquema de Funcionamiento

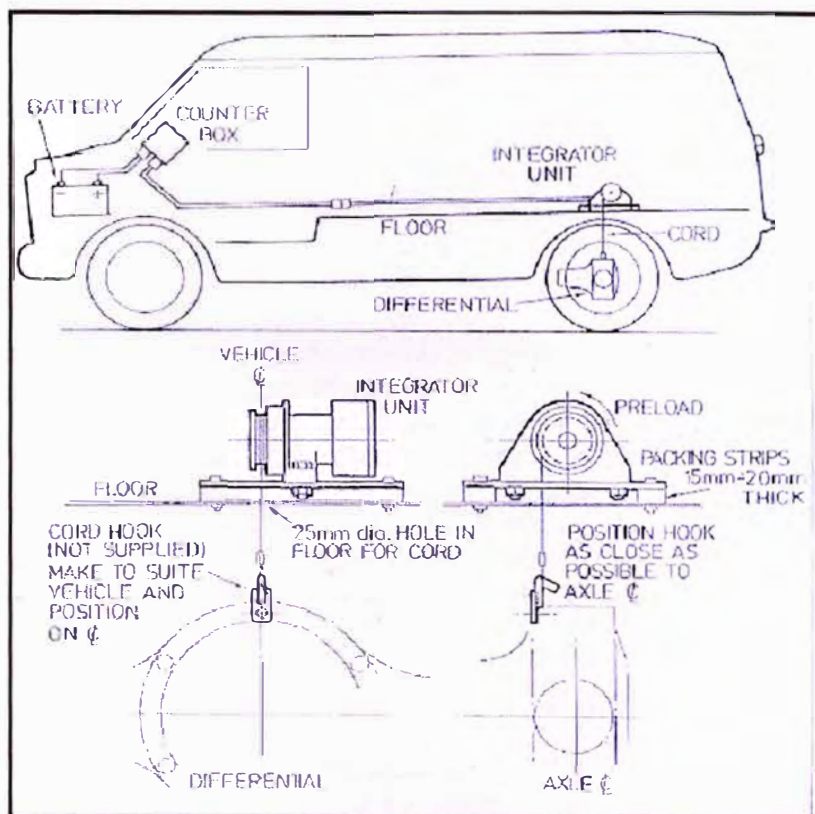
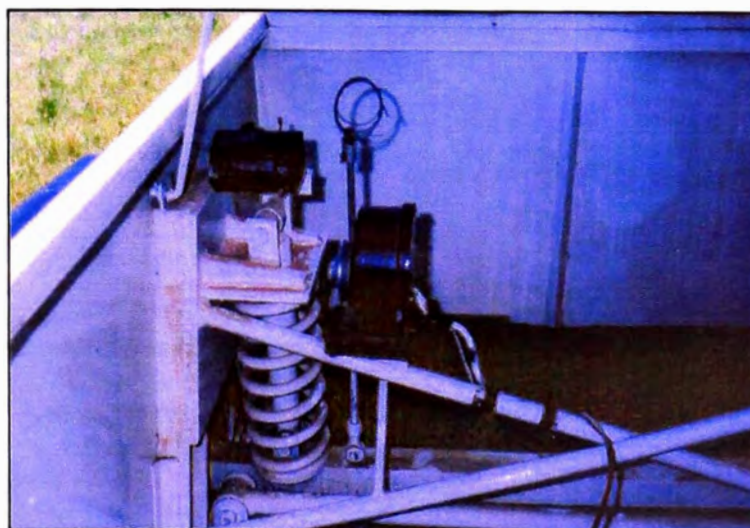


Figura II-3-6 Rugosímetro tipo Mays – Meter



- Perfilómetros: Miden el perfil real del camino, tienen la ventaja de obtener una mejor calidad y precisión de la información y necesitan menos calibración, pero tienen mayor costo, más complicado y delicado su funcionamiento
Ejemplos: South Dakota Profilometer, K.J. Law 690 y APL
- Otras formas de medir la rugosidad: Nivel y mira o Perfilógrafos

Estos últimos métodos tienen una determinación totalmente objetiva, hallando para ello el perfil longitudinal del tramo en cuestión. El método tradicional para la determinación del perfil longitudinal es la nivelación, a partir de esta es que llegamos a una rugosidad que podríamos llamar directa. Evidentemente resultaría muy engorroso, antieconómico y llevaría muchísimo tiempo la determinación de la rugosidad por medio de una nivelación.

Debido a estos motivos se detalla el procedimiento de trabajo de los equipos de medición tipo respuesta, consistente en un sistema de medición que acumulando los movimientos verticales de un trailer acoplado a un automóvil o del propio vehículo al circular por un tramo de ruta, pudiera determinar a partir de aquellos la rugosidad en forma indirecta.

En el caso del rugosímetro tipo Mays-Meter, básicamente lo que realiza es la sumatoria de las oscilaciones verticales del vehículo mediante una colectora de datos cada un intervalo de longitud determinado por medio de un odómetro, en este caso dicho intervalo es de 150 metros, tomando para ello la diferencia de cotas entre el eje trasero del vehículo y la carrocería. Se encuentra instalado contra la rueda derecha del trailer para obtener siempre la peor rugosidad que por lo general se encuentra contra el borde.

Toda la bibliografía sobre el tema y la experiencia recogida indican que la velocidad óptima de operación es de 60km/h. Dicha velocidad de operación es posible en el caso rural donde el flujo de tránsito es continuo y la geometría lo permite.

Metodología.

La metodología utilizada es básicamente la determinación de la curva que relaciona la rugosidad verdadera (mediante nivelación), con la medida recogida con el rugosímetro Mays en cada pista de 100 m de longitud

Nivelación.

Se realiza la nivelación de 13 (trece) pistas, se trata de abarcar con las pistas todo el rango de rugosidades. Estas pistas tienen una longitud de 300 metros, se nivelará al milímetro y cada 50 centímetros, cada una de ellas para la determinación de su rugosidad.

Esta nivelación se realizará en una línea a 90 centímetros del borde de la calzada, lugar éste donde posteriormente pasará el vehículo en la etapa de calibración.

Calibración

Se pasará un mínimo de cinco veces con el rugosímetro Mays Meter por cada pista, determinando la media de estas mediciones como la medida para relacionar con la rugosidad directa de cada pista de 300 m de longitud. Dicho procedimiento se realizó a una velocidad de 60 km/h .

Determinación de la Curva.

Se determina luego de estos pasos, la curva que relaciona las medidas del aparato a una velocidad de 60 km/h con la rugosidad hallada directamente a través de la nivelación.

Medición.

Se procederá posteriormente a la medición de las Rutas de la Red Vial. Este proceso deberá realizarse necesariamente en las mismas condiciones con que se calibró el aparato, es decir que la velocidad deberá de

60 km/h, el peso y presión de inflado deberán ser idénticos al día de la calibración. De la misma forma que para las pistas de calibración, se tratará de pasar el automóvil a 90 centímetros del borde de la calzada, de forma tal de saber a que lugar corresponde esa rugosidad y poder comparar con mediciones futuras. Las variaciones de otros parámetros como temperatura, etc., son consideradas despreciables.

Procesamiento de la información.

La determinación del índice de rugosidad, requerirá de un proceso importante. Es decir que se le asignará la rugosidad media al tramo de ruta mientras la dispersión sea menor o igual a la correspondiente según la condición de tramo homogéneo.

En caso contrario el tramo debería dividirse en más de uno de modo que cada uno cumpla la condición de homogeneidad, asignándole su correspondiente rugosidad media.

Habiendo definido el índice de rugosidad como el indicador de la condición de funcionalidad, recomiendan los siguientes rangos de niveles de servicio para dicho parámetro, los cuales se ilustran en el Cuadro II-3-3

Cuadro II-3-3 Niveles de servicio – Índice de Rugosidad – Indicador condición funcional

Nivel de Servicio	Rugosidad Media (m/km IRI)
Alto	Rug < 2,80
Medio	2,80 < Rug < 4,0
Bajo	Rug > 4,0

II-3.1.3 Condición Superficial

El seguimiento sistemático de la condición de los pavimentos a través del tiempo es fundamental en la administración de un sistema de carreteras, ya que permite evaluar la "salud" de una red vial.

El deterioro superficial del pavimento provee una medida del daño causado por el tráfico, condiciones ambientales y envejecimiento de los materiales que constituyen la capa de rodadura. El tipo y costo de las operaciones de mantenimiento requeridas por un tramo de carretera, es influenciado significativamente por el tipo, extensión y severidad de los defectos presentes en el pavimento. En consecuencia, un buen método de evaluación visual de pavimentos debe incluir la siguiente información:

- 1) Tipo de defecto.
- 2) Severidad.
- 3) Extensión del defecto.

La información relevada puede ser reducida a un único indicador de la condición de estado o Índice de Estado Superficial (IES). Dicho índice resume la condición superficial del pavimento.

Métodos de evaluación:

- Evaluación visual: El mejor método es caminando, evidentemente a nivel de red se tomará una muestra representativa de cada tramo y si es posible se incorporaran Computadores Laptop que ahorran tiempo y reducen errores, de modo de lograr la máxima eficiencia y eficacia posible.
- Equipos de evaluación automática: Cámaras fotográficas, videos, láser, ultrasonido. Varios de estos están en desarrollo y su principal problema para nuestras administraciones es su costo.

El establecimiento del indicador de estado superficial incluye los siguientes pasos:

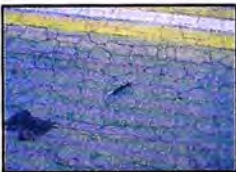

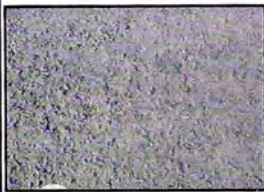
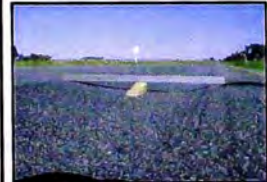


- 1) Definir los tipos de defectos a ser considerados.
- 2) Establecer definiciones estándar para dicho defectos.
- 3) Definir niveles de severidad para cada uno de los defectos considerados.
- 4) Definir rangos de extensión para cada defecto.
- 5) Establecer para cada combinación de severidad y extensión valores de descuentos (VD) que cuantifiquen el efecto de dicho defecto en la condición general del pavimento.
- 6) Calcular el IES adicionando los VD correspondientes a cada defecto presente, teniendo en cuenta el factor de corrección para el caso de fisuras por fatiga y sustrayendo el total de 100.
- 7) Establecer una frecuencia de relevamiento.
- 8) Establecer tamaño y frecuencia de las muestras del pavimento a ser relevadas.

De acuerdo a la experiencia adquirida por el consultor, se puede establecer que los defectos más significativos en los pavimentos flexibles son los siguientes:

- 1) Fisuras y grietas por fatiga (lineales, bloque y piel de cocodrilo).
- 2) Otras fisuras (transversales, constructivas, reflejas, por deslizamiento, etc).
- 3) Desnudamientos o desprendimientos.
- 4) Ahuellamiento.
- 5) Hundimientos.
- 6) Exudación.
- 7) Parches.
- 8) Baches.

En el cuadro II-3-4 se indica la definición y causa de los defectos indicados anteriormente para pavimentos flexibles

Cuadro II-3-4 Defectos - Pavimento flexible

ILUSTRACION	DEFECTO	DEFINICION Y CAUSAS
 <p>Severidad alta</p>	Fisuras y grietas por fatiga	Líneas de roturas, provocadas principalmente por solicitaciones y/o falta de capacidad portante del pavimento. Comienzan con pequeñas fisuras longitudinales en las huellas ramificándose, para luego formar una malla cerrada (Piel de cocodrilo).
 <p>Severidad Media</p>	Fisuras (transversales, constructivas, reflejas, por deslizamiento, etc)	Líneas de rotura paralelas o perpendiculares al eje de la calzada. Debidas a mala ejecución de juntas constructivas, retracciones térmicas o reflejos de juntas inferiores.
 <p>Severidad Media</p>	Desnudamientos o desprendimientos	Arranque de agregados y/o partes del firme de la superficie del pavimento. Debido a la falta de adherencia, ligante envejecido, dosificación escasa, falta de compactación o espesor insuficiente de la capa superficial.
 <p>Severidad alta</p>	Ahuellamientos y hundimientos	Alteraciones de nivel por hundimiento a lo largo de las huellas (constricción) o en zonas localizadas (hundimiento). Debidas a mezclas bituminosas con insuficiente resistencia a la deformación plástica, degradación de capas inferiores, problemas constructivos o fallos localizados.
 <p>Severidad alta</p>	Exudación	Presencia de ligante en zonas de la superficie de la calzada, dándole un aspecto negro y brillante. Debido a exceso de ligante en la capa de rodadura, riego de adherencia excesivo o ligante de muy baja viscosidad.
 <p>Severidad alta</p>	Baches y Parches	Cavidades producidas en el pavimento y firme en forma irregular y diferentes tamaños. Debido a evolución de otros deterioros y arranque de material producido por el tráfico o imperfecciones localizadas (baches). Reparaciones localizadas realizadas en el pavimento, para corregir otros defectos (parche).

Como se puede apreciar la condición superficial se define en forma detallada por el distinto tipo de fallas existentes con su identificación, severidad y extensión y en forma global por un indicador de condición superficial que resume según su valor la existencia nula, parcial o total de los distintos defectos indicados anteriormente.

A continuación como se solicitó en los términos de referencia e indicó en el plan y metodología de trabajo de esta consultoría se definen 3 niveles de servicio para los defectos más representativos de los indicados anteriormente como son los Agrietamientos, Ahuellamientos y Baches y adicionalmente también para el indicador de estado superficial.

Agrietamientos: en el cuadro II-3-5 se ilustra los rangos de área definidos para cada nivel de servicio, tomando los agrietamientos como fisuras mayores a 3mm de ancho y con forma ramificada, siendo los rangos para las fisuras menores a 3 mm ramificadas y lineales más tolerantes en la definición de los niveles de servicio.

Cuadro II-3-5 Niveles de servicio – Agrietamientos

Nivel de Servicio	Agrietamientos (%)
Alto	Área = 0%
Medio	0% < Área < 1%
Bajo	Área > 1%

Ahuellamientos: en el cuadro II-3-6 se ilustra los rangos de profundidad definidos para cada nivel de servicio.

Cuadro II-3-6 Niveles de servicio – Ahuellamientos

Nivel de Servicio	Ahuellamiento (mm)
Alto	Área < 10 mm
Medio	10 mm < Área < 20mm
Bajo	Área > 20 mm

Baches: en el cuadro II-3-7 se ilustra los rangos de área definidos para cada nivel de servicio, tomando los baches como huecos sin reparar, siendo los rangos para las zonas reparadas sin deficiencia o con alguna leve denominadas parches más tolerantes en la definición de los niveles de servicio.

Cuadro II-3-7 Niveles de servicio – Baches

Nivel de Servicio	Baches (%)
Alto	Área = 0%
Medio	0% < Área < 0.2%
Bajo	Área > 0.2%

Índice de Estado Superficial: en el cuadro II-3-8 se ilustra los rangos definidos para cada nivel de servicio.

Cuadro II-3-8 Niveles de servicio – Índice Estado Superficial

Nivel de Servicio	I.E.S.
Alto	IES > 80
Medio	60 < IES < 80
Bajo	IES < 60

II-3.1.4 Condición de Seguridad

La adherencia neumático pavimento es, entre las características de superficie de los pavimentos, la que mayor influencia tiene en la seguridad del conductor, una buena condición de adherencia, permite:

- Mantener la distancia de frenado
- Mantener en todo momento la trayectoria deseada del vehículo.

Por lo tanto un indicador de la condición de seguridad en la carretera del conductor es la Adherencia entre neumático y pavimento, la misma esta determinada principalmente por la Microtextura y Macrotextura

Microtextura

Corresponde a la textura presente en la superficie del agregado pétreo. Calizas se pulen con más facilidad que agregados de origen granítico.

La Microtextura es un indicador de la adherencia del neumático con el pavimento a bajas velocidades y se determina con un método de aproximación directa midiendo el coeficiente de fricción tangencial mediante los siguientes equipos:

- **Scrim (50 km/hr)**



- **Mu- Meter**



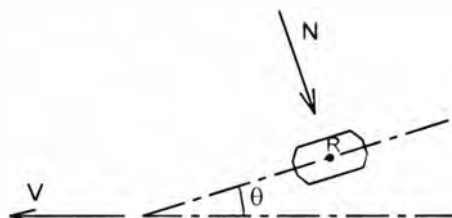
- **Péndulo Británico SRT**



Rozamiento: Resistencia al rozamiento expresado como el coeficiente de fuerza tangencial (SDF) a 50 km/h medido usando el "Sideways Force Coefficient Routine Investigation Machine" (SCRIM).

Indicación de la microtextura del pavimento

$$CFT = \mu = N/R$$



Donde:

V = velocidad constante

θ = velocidad de deriva

N = reacción transversal

R = reacción vertical

Coeficiente de fricción transversal: en el cuadro II-3-9 se ilustra los rangos del coeficiente de fricción transversal definidos para cada nivel de servicio que determina el indicador de adherencia dado por la microtextura.

Cuadro II-3-9 Niveles de servicio – coeficiente de fricción transversal

Nivel de Servicio	Coef. Fricción Transv
Alto	$CFT > 0,50$
Medio	$0,35 < CFT < 0,50$
Bajo	$CFT < 0,35$

Macrotextura

Corresponde a la textura producida entre los huecos de los agregados en la superficie del pavimento.

La Macrotextura es un indicador de la adherencia del neumático con el pavimento a altas velocidades y se determina mediante métodos de aproximación indirecta que caracterizan la geometría de la superficie de rodamiento en las escalas que conciernen a la adherencia.

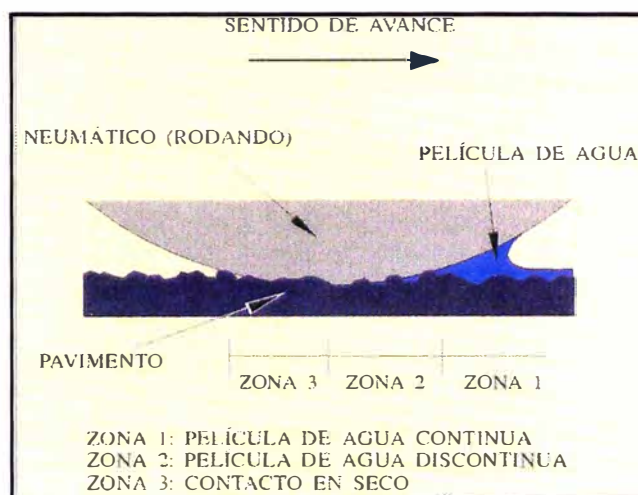
Se determina mediante el ensayo de la mancha de arena, consistente en medir la profundidad media de textura de la superficie del camino expresada como el cociente de un volumen de material como la arena y el área del material distribuido en forma circular en la superficie.

Indicación de la macrotextura del pavimento.

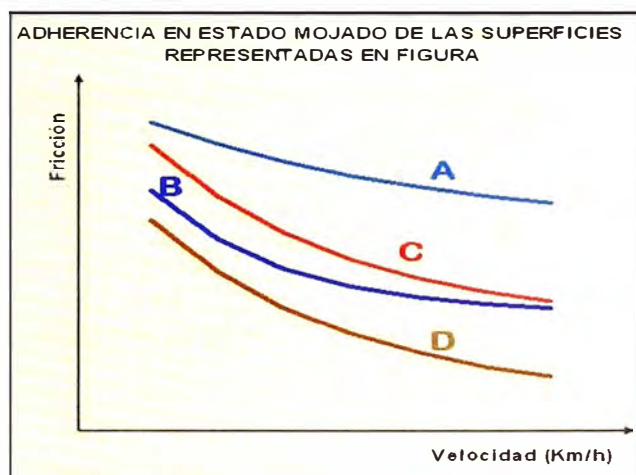


La función de la Macrotextura es facilitar y contribuir al drenaje del agua bajo el neumático como se ilustra en la figura II-3-10

Figura II-3-10 drenaje del agua bajo neumático rodando



CLASIFICACIÓN DE LAS TEXTURAS DE LOS PAVIMENTOS			
SUPERFICIE		CLASES DE TEXTURA	
		MACRO	MICRO
A		GRUESA	ÁSPERA
B		GRUESA	PULIDA
C		FINA	ÁSPERA
D		FINA	PULIDA



Cuanto más gruesa sea la macrotextura y más áspera la microtextura será mayor la adherencia del neumático como es el caso de la superficie A

Textura: en el cuadro II-3-11 se ilustra los rangos de la profundidad de la textura definidos para cada nivel de servicio que determina el indicador de adherencia dado por la macrotextura.

Cuadro II-3-11 Niveles de servicio – coeficiente de fricción transversal

Nivel de Servicio	Prof. Textura (mm)
Alto	Prof. Tex > 0,60 mm
Medio	0,40 mm < Prof. Tex < 0,60 mm
Bajo	Prof. Tex < 0,40 mm

II-3.2 Puentes y Estructuras Viales

El Indicador de Estado global del puente o estructura vial permite expresar la situación en que se encuentra sobre la base de una evaluación de daños presentes y de un eventual funcionamiento defectuoso del mismo y se define a través de los indicadores de condición estructural y funcional, los que permiten determinar los trabajos de mantenimiento requeridos en su debido momento y de la manera más económica posible

El Indicador de Estado refleja la naturaleza, grado y extensión de los daños, la capacidad de cada elemento del puente para cumplir su función y las eventuales influencias perjudiciales sobre otros elementos

El indicador de Estado se deriva de la suma de los siguientes indicadores parciales:

- Índice de Daño (Naturaleza + Grado + Extensión)
- Índice de Funcionamiento
- Índice de Implicancias

II-3.2.1 Condición Estructural – Índice de Daños

La condición estructural del puente o estructura vial se determina mediante una inspección de alcance visual de modo de obtener la información sobre la situación operacional de los puentes en base al estado de sus elementos determinado por la naturaleza, grado y extensión de los daños existentes en cada uno de los mismos.

A continuación se indican los daños y fenómenos típicos a considerar y evaluar en los distintos elementos del puente o estructura vial.

Elementos 1 Fundación, 2 Estribos, 3 Pilas y 4 Terraplenes

Se deberá verificar especialmente en estos elementos las siguientes consideraciones:

- El lecho del río y las orillas en relación con la aparición de fenómenos de erosión y socavación
- Las medidas de la profundidad del lecho
- Roturas y fisuras
- Deterioro de la armadura
- Daños en partes de acero como corrosión, deformación, fisuras, remaches, etc

Elementos 5 Apoyos

Se deberá prestar atención a la presencia de:

- Movimientos excesivos
- Partes faltantes
- Rotura o corrosión
- Huecos o fisuras en aparatos de apoyo
- Movilidad adecuada
- Suciedad (presencia de polvo, vegetación y desechos)

Elementos 6 Superestructura

Se deberá prestar atención a:

- Corrosión en elementos de acero (vigas transversales, placas de unión, etc)
- Remaches o bulones sueltos
- Deformación, fisuras y roturas en general
- Fisuras a lo largo de los cables de pretensado o en zonas de anclaje de los mismos
- Manchas de derrumbe resultante de la corrosión del sistema de pretensado del hormigón
- Desplazamientos

Elementos 7 Protección Lateral

Se deberá prestar atención a la aparición de:

- Fisuras en los elementos de acero y en las soldaduras
- Defectos en los empotramientos de los pilares de las barandas en el tablero
- Elementos de dilatación defectuosos del parapeto
- Daños en las defensas en los accesos al puente

Índice de Daños

Los daños característicos se evalúan durante la inspección visual y posteriormente se determina el índice de daños de cada elemento de la siguiente manera:

- La naturaleza del daño se valoriza de la siguiente forma:
 - Si es **Inofensivo** se adjudica valor0
 - Si es **perjudicial** se adjudica valor1
- El grado del daño se valoriza de la siguiente forma:
 - Si ha evolucionado en forme **Ligera** se adjudica valor0
 - Si ha evolucionado en forme **Severa** se adjudica valor1
- La extensión del daño se valoriza de la siguiente forma:
 - Si **menos del 50%** de los elementos para ese tipo de daño esta afectado se adjudica valor0
 - Si **más del 50%** de los elementos para ese tipo de daño esta afectado se adjudica valor1

Índice de Daño: en el cuadro II-3-12 se ilustra los rangos de valores del índice de daño definidos para cada nivel de servicio.

Cuadro II-3-12 Niveles de servicio – Índice de Daño

Nivel de Servicio	Índice de Daño
Alto	In. Daño = 0
Medio	In. Daño = 1
Bajo	In. Daño >= 2

II-3.2.2 Condición Funcional- Índice de Funcionamiento

Se deberá evaluar la capacidad actual de los elementos del puente inspeccionado para cumplir la función asignada. Para ello se deberá determinar el Índice de funcionamiento de acuerdo con el siguiente criterio:

- Si el elemento **puede cumplir** con la función asignada de acuerdo con los requerimientos actuales se adjudica el valor..... 0
- Si al menos **uno de los requerimientos** para la función asignada no se cumple se adjudica el valor.....1

Los requerimientos que deben ser capaces de cumplir los elementos del puente son impuestos por:

- Acciones actuantes: conjunto de fuerzas exteriores activas concentradas o distribuidas o deformaciones impuestas aplicables a una estructura.
 - Acciones permanentes: cargas gravitacionales
 - Acciones derivadas del tráfico divididas en :
 - Acciones variables: condiciones normales de uso del puente y producidas por el tráfico de vehículos y peatones
 - Acciones accidentales: condiciones con baja probabilidad de ocurrencia pero con un valor significativo como las cargas debidas a impactos sobre los elementos de un puente ocasionadas por accidentes producidas por el tráfico de vehículos (colisión)
- Restricciones geométricas: Se refieren principalmente a los gálibos horizontales y verticales
- Funciones asignadas: requerimientos a los usuarios, relacionados con la seguridad de los peatones a efectos de garantizar un tránsito seguro.

Índice de Implicancia

Se evalúa si el daño causado en un elemento ha causado daño o implicancia en otros elementos o usuarios, posteriormente se determina el índice de implicancia de la siguiente manera:

- **Sin Influencia sobre otros elementos** se adjudica valor0
- **Con Influencia sobre otros elementos** se adjudica valor1

Indicador de Estado Global

El mismo se obtiene de la suma de: Índice de Daños + Índice de Funcionamiento + Índice de Implicancia, variando su valor entre 0 y 5

Indicador de Estado: en el cuadro II-3-13 se ilustra los rangos de valores definidos para cada nivel de servicio que determina el indicador de estado global.

Cuadro II-3-13 Niveles de servicio – Indicador de Estado Global

Nivel de Servicio	Indicador de Estado Global
Alto	Índice Estado Global \leq 1
Medio	Índice Estado Global \leq 3
Bajo	Índice Estado Global $>$ 3

II-3.3 Obras de Arte Menor y Drenaje lateral

II-3.3.1 Obras de Arte Menor

El Indicador de Condición global de las obras de arte menor (alcantarilla) permite expresar la situación en que se encuentra sobre la base de una evaluación de daños presentes y de un eventual funcionamiento defectuoso de la misma y se define a través de los indicadores de condición estructural y funcional, los que permiten determinar los trabajos de mantenimiento requeridos en su debido momento y de la manera más económica, de modo de ser lo más eficaz y eficiente posible.

El Indicador de Estado refleja la naturaleza, el grado y extensión de los daños presentes en cada elemento y la capacidad de cada uno de estos para cumplir su función.

II-3.3.1.1 Condición Estructural

La condición estructural de las obras de arte menor se determina mediante una inspección de alcance visual de modo de obtener la información sobre la situación operacional de las mismas en base al estado de sus elementos determinado por la naturaleza, grado y extensión de los daños existentes en cada uno de los mismos.

A continuación se indican los daños a considerar y evaluar en los distintos elementos de las alcantarillas u obras de arte menor.

Daños o fallas

Los posibles daños existentes en los elementos de las alcantarillas son los siguientes:

- Roturas
- grietas y fisuras
- Deterioro de la armadura
- Desplazamiento
- Socavación

Elementos de las obras d arte menor

Los elementos que componen las obras de arte menor donde se ocasionan los daños indicados anteriormente son los siguientes:

- Alas
- Entre cabezales
- Murete
- Platea y
- Losa de Zampeado
- Terraplén

Fotos de Daños que determinan la condición Estructural



Rotura de ala



Desplazamiento de ala



Lesiones superficiales



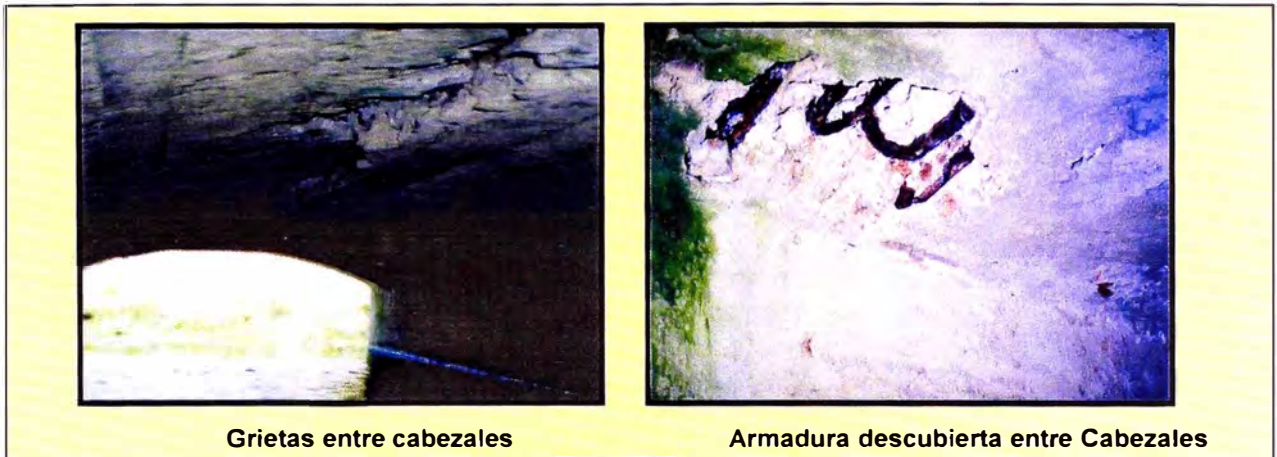
Fisuras en Murete



Falta de Terraplén



Rotura y falta de terraplén



Índice de Condición estructural

La calificación estructural de las alcantarillas se realiza en base a la combinación de la gravedad de los daños existentes y los elementos afectados, variando su valor entre 0 y 4

- Indicador Condición Estructural se valoriza de la siguiente forma:
 - Sin calificar (No se puede visualizar) se adjudica valor0
 - Colapsada se adjudica valor1
 - Condición Mala (varios daños graves) se adjudica valor2
 - Condición Regular (daños leves o 1 grave) se adjudica valor3
 - Condición Buena (sin daños o reparados) se adjudica valor4

Indicador Condición Estructural : en el cuadro II-3-14 se ilustra los rangos de valores del ICE definidos para cada nivel de servicio .

Cuadro II-3-14 Niveles de servicio – Índice de condición estructural

Nivel de Servicio	Indicador Cond. Est.
Alto	ICE = 4
Medio	ICE = 3
Bajo	ICE < 3

II-3.3.1.2 Condición Funcional- Indicador de Funcionamiento

Se deberá evaluar la capacidad de los elementos de la alcantarilla para cumplir la función asignada. Para ello se deberá determinar el Índice de funcionamiento de acuerdo con el siguiente criterio

Índice de Condición Funcional

La calificación funcional de las alcantarillas se realiza en base a la condición hidráulica que posee la misma en función de la existencia de socavaciones o aterramiento en las bocas, variando su valor entre 1 y 5

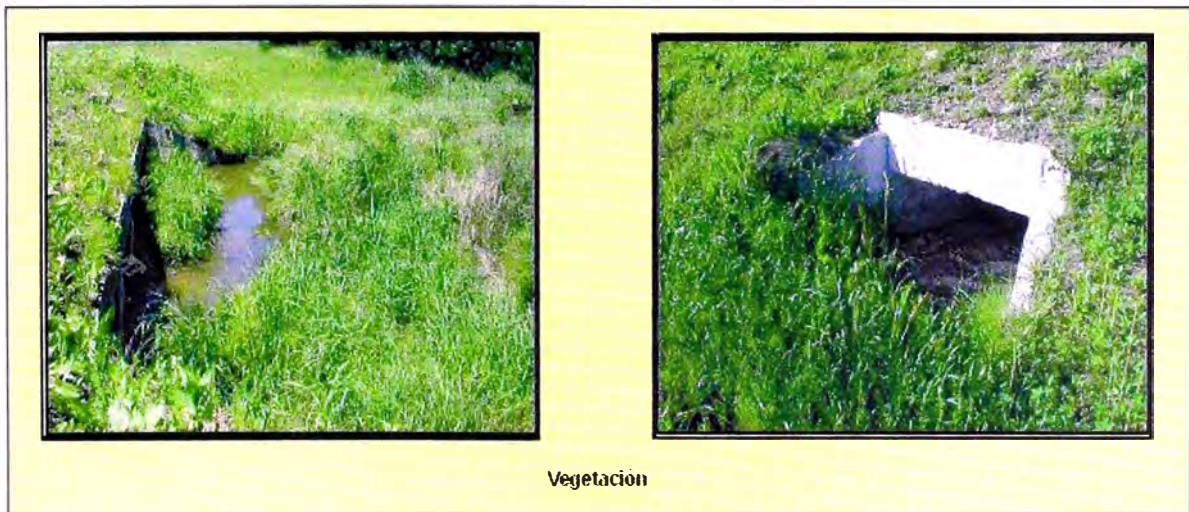
- Indicador Condición Funcional se valoriza de la siguiente forma:
 - Totalmente tapada (tierra o agua) o socavada con peligro de romper se adjudica valor1
 - 75% tapada (tierra o agua) o extremo socavado se adjudica valor2
 - 50% tapada (tierra o agua) o socavado > 50 cm de prof. se adjudica valor3
 - 25% tapada (tierra o agua) o socavado < 50 cm de prof. se adjudica valor4
 - Condición Buena de escurrimiento se adjudica valor5

Indicador Condición Funcional : en el cuadro II-3-15 se ilustra los rangos de valores del ICF definidos para cada nivel de servicio .

Cuadro II-3-15 Niveles de servicio – Indicador Condición funcional

Nivel de Servicio	Indicador Cond. Funcional
Alto	ICE = 5
Medio	ICE = 4
Bajo	ICE < 4

Fotos de socavación y tapada que determinan la Condición Funcional



II-3.3.2 Drenaje lateral

La condición de los drenajes se deteriora independientemente que estén adecuadamente conservados, por ejemplo aplicándoles rutinas de conservación. El deterioro de los drenajes laterales tiene un efecto de reducción en la resistencia del firme de la carretera y aceleran su deterioro. La vida de los drenajes se expresa como una función del terreno (plano, ondulado o montañoso), del tipo de drenaje, del tipo de clima (húmedo, semi - húmedo, árido , etc) y de la política de conservación seguida.

La condición de drenaje se puede definir con unas medidas cualitativas, por ejemplo, excelente, buena, regular, pobre, muy pobre lo que representa El indicador funcional de drenaje IFD como una variable continua cuyo valor puede oscilar entre 1 (excelente) y 5 (muy pobre), dependiendo del tipo de drenaje.

Se detallando a continuación los distintos tipos de drenaje con su rango de valorización del IFD

Tipo de drenaje:

- Totalmente alineado y vinculado: su condición funcional varía de.....1 - 3
- Alineado a la capa: su condición funcional varía de.....1 - 3
- En forma de V - dura :su condición funcional varía de1 - 4
- En forma de V – suave: su condición funcional varía de.....1,5 - 5
- Superficial – duro: su condición funcional varía de.....2 -5
- Superficial – suave: su condición funcional varía de.....2 -5
- Sin drenaje, pero necesario :su condición funcional varía de.....3 - 5
- Sin drenaje, pero no necesario: su condición funcional se valora.....1

Los valores mínimo (excelente) y máximo (muy pobre) por los IFD sugieren varios tipos de drenaje como se indicó anteriormente. Los valores para drenajes en buena, regular o pobre condición se determinan interpolando linealmente sus valores.

En algunos casos existe una ausencia de drenajes. En situaciones donde es necesario un drenaje se requiere que el valor del IFD oscile entre 3 y 5 y en los casos donde el drenaje no es necesario se sugiere un valor de 1 para el IFD.

II-3.3.2.1 Condición Funcional- Indicador de Funcionamiento de Drenaje

Se deberá evaluar la capacidad de los elementos del Drenaje lateral para cumplir la función asignada. Para ello se deberá determinar el Índice de funcionamiento de Drenaje de acuerdo con el siguiente criterio

- Índice de Funcional del Drenaje

La calidad del drenaje que determina la condición cualitativa indicada anteriormente como IFD, se basa en la velocidad a la cual el agua es retirada de la estructura del firme y se determina por:

- El buen y libre escurrimiento del agua sobre la superficie de la cuneta
- Profundidad adecuada > 50 cm de la cuneta
- Limpieza de la superficie de drenaje, sin obstrucciones (material acumulado o vegetación) que altere su sección normal
- revestimientos de las cunetas deberán presentarse sin hierros a la vista, daños en el hormigón o elementos sueltos metálicos
- El tiempo que la base necesita para drenar el 50% de la saturación del agua.

- Indicador Funcional De Drenaje se valoriza en función del tiempo de retirada del agua de la base del firme de la siguiente forma:
 - Tiempo de retiro del agua de la base 2 horas (Excelente) se adjudica valor1
 - Tiempo de retiro del agua de la base 1 día (Bueno) se adjudica valor2
 - Tiempo de retiro del agua de la base 1 semana (Regular) se adjudica valor.....3
 - Tiempo de retiro del agua de la base 1 Mes (pobre) se adjudica valor4
 - Tiempo de retiro del agua de la base nunca (muy pobre) se adjudica valor5

Indicador Condición Funcional : en el cuadro II-3-16 se ilustra los rangos de valores del IFD definidos para cada nivel de servicio .

Cuadro II-3-16 Niveles de servicio – Indicador funcional de Drenaje

Nivel de Servicio	Indicador Cond. Funcional
Alto	IFD \leq 2
Medio	2 \leq IFD \leq 3
Bajo	IFD $>$ 3

II-3.4 Seguridad Vial

La condición de la seguridad vial refleja la naturaleza, grado y extensión de los defectos y la capacidad de cada elemento que la componen para cumplir su función

El Indicador de Condición Estado de la Seguridad Vial esta compuesto por los siguientes indicadores parciales:

- Índice de Condición de Señalización Vertical
- Índice de Condición de Señalización Horizontal
- Índice de Condición de Elementos de Encarrilamiento

Los parámetros más importantes y los tipos de defectos más comunes de la Señalización y su metodología de evaluación de modo de obtener una calificación objetiva de estado o nivel de servicio de un tramo de la Red Vial Nacional.

II-3.4.1 Señalización Vertical

Se indican los defectos más comunes en una señal y/o su soporte, y la valorización de acuerdo al grado de deterioro que presente, contemplando el siguiente criterio.

Defecto	Variante del defecto	Calificación
Ubicación	no cumple distancia al borde de calzada	2
	No cumple altura	2
	no cumple ubicación longitudinal dada por proyecto	3
Nivel mínimo De Reflectividad	No cumple	3
	Cumple	1
Decoloración de panel (Señales parcialmente Reflectivas)	apreciable a más de 20 m	3
	apreciable a menos de 20 m	2
Decoloración de material reflectivo	en cualquier caso	3
Oxidación del panel	en cantos o en torno a perforaciones	2
	en la cara principal	3
Perforaciones de bala	compromete el mensaje (cualquier numero)	3
	no compromete el mensaje y N° < 3	2
	no compromete el mensaje y N° > 3	3
Placa Doblada	un solo dobléz < 7.5 cm	1
	un solo dobléz > 7.5 cm	2
	más de un dobléz	3
Deterioro elementos	panel desajustado o suelto	3
Fijación	falta de bulones	2
	deterioro o falta de costillas	3
Vandalismo	mensaje comprometido	3
Fisuración soporte	fisuración apreciable a más de 1 metro o fractura	3
Armadura soporte a la vista	en cualquier caso	3
Pintura soporte decolorada	apreciable a más de 20 m	2

En el caso que una señal presente más de un defecto, aunque todos ellos se valoricen como 2, el estado de la señal será valorizado como 3. El soporte se calificará por separado aunque cuando se determine el estado global de un tramo con el criterio que se establece más adelante, se tendrá en cuenta el estado de ambos elementos en conjunto.

Nivel mínimo de reflectividad

Color Predominante	Reflectividad Cd/lux/m2
Blanco	56
Amarillo	40
Rojo	12
Verde	7
Azul	3

A partir de los estados unitarios de las señales y sus soportes, se determina el estado global de un tramo de la red como Índice de Condición de Señalización Vertical con el siguiente criterio:

Indicador Condición Señalización Vertical (ICSV) del tramo se valoriza en función de la calificación del total de señales de la siguiente forma:

- Cantidad de señales valorizadas con 1 > 66% y con 3 < 15% se adjudica al tramo el valor:..... 1
- Cantidad de señales valorizadas con 3 < 33% se adjudica al tramo el valor:2
- Cantidad de señales valorizadas con 3 >= 33% se adjudica al tramo el valor: 3

Si no se cumple por completo la primera condición que valoriza con 1 al tramo, paso verificar si se cumple la segunda que valoriza al tramo con 2 y en cada de no cumplirse se valoriza al tramo con 3.

Indicador Condición Señalización Vertical : en el cuadro II-3-17 se ilustra los rangos de valores del ICSV definidos para cada nivel de servicio .

Cuadro II-3-17 Niveles de servicio – Indicador Condición Señalización Vertical

Nivel de Servicio	Indicador Cond. S.V
Alto	ICSV = 1
Medio	ICSV = 2
Bajo	ICSV = 3

II-3.4.2 Señalización Horizontal

En las inspecciones para el control del estado de las demarcaciones existentes se controlarán los siguientes aspectos:

1. Estado general de la marca
2. Visibilidad diurna
3. Coeficiente de retroreflexión

1. Estado general de la marca

Se controlará mediante una plantilla de 1 metro de largo y 10 cm de ancho, dividida en 10 cuadrados de 10x10 cm². El inspector realizará una inspección visual de las marcas a lo largo del tramo a controlar y elegirá una zona representativa de sus características medias en la que colocará la plantilla. A continuación valorará el estado de cada cuadrado de pintura con las siguientes puntuaciones:

- 0: Buen estado
- 0,5: Pintura con deterioros parciales
- 1: Pintura con faltas o deterioros importantes

El porcentaje de deterioro se obtendrá multiplicando por 10 la suma de las calificaciones tomando como valor máximo el 30%

2. Visibilidad diurna

Se evaluará la visibilidad diurna por medio de la relación de contraste. En todo momento deberá verificarse que la relación de contraste sea mayor que : 2,5.

3. Coeficiente de retroreflexión

Se evaluará la visibilidad nocturna por medio del coeficiente de retroreflexión. En todo momento deberán cumplirse los siguientes niveles de retrorreflexión:

Marca	Índice
Color Blanco	> 200 cd/lux/m ²
Color Amarillo	>150 mcd/lux/m ²

El control de los parámetros especificados en los apartados anteriores se realizará con los procedimientos de muestreo, en función de la longitud del tramo se determinan la cantidad de muestras a evaluar.

Indicador Condición Señalización Horizontal (ICSH) del tramo se valoriza de acuerdo con el siguiente criterio:

- Todos los valores medios en cada muestra superan los límites establecidos, se adjudica al tramo el valor:..... 1
- Al menos tres de los valores medios de cada muestra presentan valores inferiores a los límites establecidos, pero los valores medios del tramo son superiores a los mismos, se adjudica al tramo el valor:..... 2
- Al menos uno de los valores medios de los parámetros controlados en el tramo es inferior a los límites establecidos, se adjudica al tramo el valor:..... 3

Indicador Condición Señalización Horizontal : en el cuadro II-3-18 se ilustra los rangos de valores del ICSH definidos para cada nivel de servicio .

Cuadro II-3-18 Niveles de servicio – Indicador Condición Señalización Horizontal

Nivel de Servicio	Indicador Cond. S.H
Alto	ICSH = 1
Medio	ICSH = 2
Bajo	ICSH = 3

II-3.4.3 Elementos de Encarrilamiento

La condición de los elementos de encarrilamiento de un tramo compuesto por Defensas metálicas o guardavías, de hormigón y delineadores se valoriza de acuerdo al grado de deterioro que presentan y a la capacidad de cumplir la función asignada.

Condiciones establecidas

Las defensas metálicas o guardavías deberán estar siempre limpias, visibles y prolijas. Se mantendrán existentes la totalidad de las arandelas "L" con su correspondiente lamina reflectiva (pintura o papel).

Las defensas de hormigón y delineadores deberán estar siempre sanos, sin roturas o quebraduras, y perfectamente limpios y pintados

Se define las siguiente valorización para cada elemento de encarrilamiento:

- Cumple con el 100% de las condiciones establecidas, se adjudica el valor.....1
- Tiene un grado de deterioro, pero mantiene la capacidad funcional, se adjudica el valor.....2
- Tiene un grado de deterioro, pero no mantiene la capacidad funcional, se adjudica el valor.....3

A partir de los estados unitarios establecidos para cada elemento de encarrilamiento, se determina el estado global de un tramo de la red como Índice de Condición de Elemento de Encarrilamiento con el siguiente criterio:

Indicador Condición Elemento de Encarrilamiento (ICEE) del tramo, se valoriza en función de la calificación del total de elementos de la siguiente forma:

- Cantidad de Elementos valorizados con 1 > 66% y con 3 < 15% se adjudica al tramo el valor:.....1
- Cantidad de Elementos valorizados con 3 < 33% se adjudica al tramo el valor:2
- Cantidad de Elementos valorizadas con 3 >= 33% se adjudica al tramo el valor:3

Si no se cumple por completo la primera condición que valoriza con 1 al tramo, paso verificar si se cumple la segunda que valoriza al tramo con 2 y en cado de no cumplirse se valoriza al tramo con 3.

Indicador Condición Elementos de Encarrilamiento : en el cuadro II-3-19 se ilustra los rangos de valores del ICEE definidos para cada nivel de servicio .

Cuadro II-3-19 Niveles de servicio – Indicador Condición de elementos de Encarrilamiento

Nivel de Servicio	Indicador Cond. E.E
Alto	ICEE = 1
Medio	ICEE = 2
Bajo	ICEE = 3