

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
ESCUELA DE POSTGRADO



**“ESTRATEGIAS OPTIMAS PARA LA CONSERVACION Y
DESARROLLO VIAL POR NIVELES DE SERVICIO, DE
SUPERFICIES DE RODADURA ASFALTICAS EN
CARRETERAS DEL PERU”**

TESIS

Para Optar el Grado de

MAESTRO EN TRANSPORTES Y CONSERVACION VIAL

AUTOR:

Br. VICTOR RAUL SALVATIERRA RODRIGUEZ

ASESOR:

Dr. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA

TRUJILLO – PERU

Enero 2017

N° REGISTRO _____

MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR

TESIS: “ESTRATEGIAS OPTIMAS PARA LA CONSERVACION Y DESARROLLO VIAL POR NIVELES DE SERVICIO, DE SUPERFICIES DE RODADURA ASFALTICAS EN CARRETERAS DEL PERU”

Presentada por:

Br. VICTOR RAUL SALVATIERRA RODRIGUEZ

Aprobado por el jurado:

Dr. CRISTOBAL NAPOLEON VILCA GARCIA
PRESIDENTE

Ms. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA
SECRETARIO:

Ms. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA
VOCAL

Dr. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos Padres: **Víctor y Lastenia**
por sus deseos y anhelos que desde arriba
Están expectativos, los extraño siempre.

Para **Adolfo**, un Tio extrañable,
Quien con sus consejos, experiencia y
Tolerancia, hacen que el Papel
se convierta en Cartón

A mi Esposa: **Mercedes**
por su paciencia y esperanza
que es mi aliento para seguir
adelante siempre

A mis hijos: **Renzo y Christian**
por su apoyo y entusiasmo,
y que sea un ejemplo
para que me superen.

Víctor Raúl

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todos los **Docentes de la Maestría de Transportes y Conservación Vial de la Universidad Privada Antenor Orrego**, y en especial a mí **Asesor de Tesis Dr. Fidel German Sagastegui Plasencia**, quien con mucha tolerancia y predisposición en todo momento, me brindó el asesoramiento oportuno para culminar mi Tesis.

Así mismo debo agradecer a los funcionarios del **Ministerio de Transportes y comunicaciones**, Provías Nacional y a los funcionarios de la **Universidad Nacional de Ingeniería** de Lima; por su apoyo valioso para cristalizar la culminación de la presente Tesis.

El Autor

PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, la presente Tesis titulada **“ESTRATEGIAS ÓPTIMAS PARA LA CONSERVACION Y DESARROLLO VIAL POR NIVELES DE SERVICIO, DE SUPERFICIES DE RODADURA ASFALTICAS EN CARRETERAS DEL PERU”**; con el propósito de obtener el Grado de Maestro en Transportes y Conservación Vial

RESUMEN

La Presente Tesis, se desarrolla en ix capítulos, al Problema del mantenimiento de las vías asfaltadas y el desarrollo vial, se presenta la Estrategia Optima de los Contratos por Niveles de Servicio.

La Conservación Vial se describe en su marco teórico, su historia, su normatividad, los tipos de condiciones de Vía y Como será la evaluación Funcional de un Pavimento

Se emplea una metodología Descriptiva y Explicativa, con sus variables, dependiente e independiente

Presentamos los resultados de la evaluación y la discusión de los Contratos por Niveles de Servicio

Se propone las estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por Contratos por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú,

Así, en el campo de la conservación, la gestión consiste en tomar y llevar a cabo las decisiones conducentes a mantener las vías siempre en buen estado de transitabilidad y seguridad.

Siendo que el criterio de pago es el buen estado de las rutas, verificado mediante parámetros objetivos, y no por el volumen de obras ejecutado.

INDICE

Resumen	vi
CAPÍTULO I: INTRODUCCION	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.2. PROBLEMÁS TRABAJOS CONSERVACION EN CNDS	5
1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA	6
1.7. HIPOTESIS.....	6
1.8. OBJETIVOS	7
1.8.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	9
2.2. FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION	13
CONSERVACION VIAL	14
a.- Definición	14
b.- Componentes	14
c.- Importancia de la Conservación Vial	14
2.3. CONSERVACION VIAL VIDA UTIL CARRETERA	15
2.4. NORMATIVIDAD DE LA CONSERVACION VIAL	19
2.5. DEFINICIONES MARCO CONCEPTUAL / GLOSARIO	19
2.6. EVALUACION CONTROL DE CALIDAD CNdS	23
1.- Rugosidad	23
2.- Evaluación de las Condiciones de la Vía	23
3.- Ahuellamiento	23
4.- Auscultación	24
5.- Tráfico	24
2.7. SUELOS Y CAPAS REVESTIMIENTO GRANULAR	26
2.8. ESTABILIZACION DE SUELOS	27
2.8.1. METODOS DE ESTABILIZACION DE SUELOS	28

2.9. EVALUACION FUNCIONAL	33
2.9.1 RUGOSIDAD	33
2.9.1.2 METODOS PARA MEDIR LA RUGOSIDAD	35
2.9.1.3 EQUIPO MERLIN	38
2.9.1.4 CALIBRACION EQUIPOS MEDICION	39
2.9.1.5 ESTADO VIAL SEGÚN LA RUGOSIDAD	40
2.9.2 EVALUACION DEFLECTOMETRICA	41
2.9.2.1 PROCEDIMIENTO DE MEDICION	42
2.9.2.2 METODOLOGIA DE ANALISIS	42
2.9.2.3 CALCULO DE DEFLEXIONES	42
2.9.2.4 ANALISIS DE DEFLEXIONES	45
CAPITULO III: METODOLOGIA	49
3.1. POBLACION Y MUESTRA	50
3.2. MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION	50
3.3. TIPO DE INVESTIGACION	51
3.4. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES	52
3.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	53
3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE	54
3.5. CONTRATOS PARA LA CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO, INDICADORES, FORMA DE MEDICION TOLERANCIA	54
CAPITULO IV: RESULTADOS	55
4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS	56
4.1.1 PRINCIPALES PARAMETROS DE UN NIVEL DE SERVICIO ...	62
4.1.2. CULTURA PARA EL MANTENIMIENTO VIAL	63
4.1.3. CARACTERISTICAS FISICAS A MANTENER EN LAS VIAS	63
4.1.4. NUEVOS CONTRATOS DE NIVELES DE SERVICIO.....	67
4.1.5. NUEVA GENERACION CNDS	68
4.1.6. ALCANCE GENERAL DEL SERVICIO	70

4.1.7. FUNCIONES PROVIAS NACIONAL	71
4.1.8. MANTENIMIENTO PERIODICO, ACTIVIDADES	72
4.1.9. EVALUACION ESTRUCTURAL	73
4.1.10. TIPOS DE MEDICION EN NDS POR ETAPAS DEL PROYECTO ..	76
4.1.11. UNA PROPUESTA DE MEJORA DE LOS NDS.....	83
4.1.12. UNA PROPUESTA MEJORA EN EPOCAS DE LLUVIA NDS	84
4.1.13. VENTAJA CONTRATOS BASADO EN NDS	95
4.1.14. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES	98
4.1.15. ENSEÑANZA PARA PAISES EN DESARROLLO NDS	105
4.1.16 CONTROL DE NDS EN UNA CARRETERA	106
CAPITULO V: DISCUSION	108
5.1. RESULTADOS.....	113
5.2. BENEFICIOS DE LOS CNDS.....	113
5.3. DESVENTAJA SOCIAL DE LOS CNDS	113
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	114
CONCLUSION GENERAL.....	115
OBJETIVO ESPECIFICO	115
OTRAS ESTRATEGIAS MAS	116
CAPITULO VII: PROPUESTAS	118
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	122
8.1. RIESGO AMBIENTAL Y PLANIFICACION PAL DESARROLLO	123
8.2. ENFOQUE NO CONVENCIONAL DE PROYECTOS	124
8.3. MEDIDAS DE REDUCCION DE LOS RIESGOS	124
8.4. VALORES DEL IRI	125
CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS , GLOSARIO	137

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1	: CIRCULO VICIOSO DE UNA VÍA	3
FIGURA N° 2	: COMPETENCIAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL	11
FIGURA N° 3	: RED VIAL NACIONAL.....	12
FIGURA N° 4	: CICLO FATAL DE LAS VIAS	15
FIGURA N° 5	: CICLO FATAL DE LAS VIAS	16
FIGURA N° 6	: CNDS EN SUDAMERICA.....	21
FIGURA N° 7	: EJES VIALES EN EL PERU	22
FIGURA N° 8	: MODELO DE CUARTO DE CARRO	35
FIGURA N° 9	: NIVEL Y MIRA	36
FIGURA N° 10	: PERFILOMETRO ADPL	37
FIGURA N°11	: EQUIPO BUMP INTEGRATOR	38
FIGURA N°12	: ESQUEMA DEL RUGOSIMETRO MERLIN.....	39
FIGURA N°13	: CONSERVACIÓN NIVELES DE SERVICIO CONTRATADOS	57
FIGURA N°14	: CULTURA PREVENTIVA PARA CONSERVACIÓN VIAL	63
FIGURA N°15	: CONDICIONES PARA EL TRÁNSITO VEHICULAR	63
FIGURA N°16	: PLATAFORMAS LOGÍSTICAS EN EL PERÚ	64
FIGURA N°17	:CARTEL “CORREDOR VIAL INTEROCEANICO”	66
FIGURA N°18	: CURVAS COMPARATIVAS CICLO FATAL	70
FIGURA N°19	: CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE LA CARGA	74
FIGURA N°20	: POSICIÓN INICIAL DE LA VIGA	75
FIGURA N°21	: ESQUEMA Y PRINCIPIO OPERACIÓN VIGA BENKELMAN	76
FIGURA N°22	: ODÓMETRO	88
FIGURA N°23	: SISTEMA DE MEDICIÓN DE IRI, <i>ROUGHMETER III.</i>)	90
FIGURA N°24	: PÉNDULO DEL TRRL	91
FIGURA N°25	: ASPECTOS EN CONCORDANCIA CON PLANTILLA	95
FIGURA N°26	: DESARROLLO VIAL .CIRCULO VICIOSO Y VIRTUOSO	107

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA N° 1	: DETERIORO CARRETERAS CON ASFALTO EN EL PERÚ...	6
FOTOGRAFIA N° 2	: CARTEL DE OBRA “INTEROCEÁNICA SUR PERÚ”	66
FOTOGRAFIA N° 3	: ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO DE FISURAS	73
FOTOGRAFIA N° 4	: MALEZA EN LA ZONA INSPECCIONADA	79
FOTOGRAFIA N°05	: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	81
FOTOGRAFIA N°06	: CUNETA LIMPIA	81
FOTOGRAFIA N°07	: ALCANTARILLA LIMPIA Y LIBRE DE MALEZA	82
FOTOGRAFIA N°08	: MEDICIÓN DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	82
FOTOGRAFIA N°09	: MEDICIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL	83
FOTOGRAFIA N°10	: RETROREFLECTÓMETRO VERTICAL	92
FOTOGRAFIA N°11	: RETROREFLECTOMETRO VERTICAL	92
FOTOGRAFIA N°12	: ANTES Y DESPUÉS .CORREDOR VIAL CAÑETE	107

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1	: ESTADO DE LA RED VIAL EN EL PERÚ... 2013.....	13
TABLA N°2	: EJES EQUIVALENTES 8.2 TON	25
TABLA N°3	: ESTADO VIAL SEGÚN LA RUGOSIDAD	40
TABLA N°4	: FACTORES CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD	44
TABLA N°5	: EVOLUCIÓN SUPERFICIE RED VIAL NACIONAL 1990 - 2012	50
TABLA N°6	: VARIABLE INDEPENDIENTE.....	52
TABLA N°7	: VARIABLE DEPENDIENTE	53
TABLA N°8	: MEDICION DE NIVELES DE SERVICIO	54
TABLA N°9	: PRINCIPALES CARRETERAS NACIONALES LONG UBICACION	56
TABLA N°10	: CONTRATOS CNDS	58
TABLA N°11	: CONTRATOS NDS 2010-2011	60
TABLA N°12	: PLATAFORMAS LOGISTICAS	65.
TABLA N°13	: PONDERACIÓN NIVEL DE SERVICIO GLOBAL	67
TABLA N°14	: CANTIDAD DE PARÁMETROS POR ELEMENTO	69
TABLA N°15	: PONDERACIÓN DE LOS ELEMENTOS VIALES	69
TABLA N°16	: PLANILLA DE NIVELES DE SERVICIO	77
TABLA N°17	: NIVELES ANTES DEL MANTENIMIENTO PERIÓDICO.....	78
TABLA N°18	: NIVELES DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO PERIÓDICO.....	80
TABLA N°19	: MEDICIÓN PROPUESTA PARA ZONAS DE LLUVIAS	85
TABLA N°20	: MEDICIÓN PROPUESTA PARA DISMINUIR SUBJETIVIDAD	82
TABLA N°21	: PLANTILLA DE MEDICIÓN PROPUESTA	94
TABLA N°22	: DIFERENCIAS CONTRATOS NIVELES DE SERVICIOS CON CONTRATOS CON PLANTEAMIENTOS TRADICIONALES	96
TABLA N°23	: CRITERIOS PARA DETERMINAR CONTRATISTA	102
TABLA N°24	: PASAR DE CONVENCIONALES A NIVELES DE SERVICIO	104
TABLA N°25	: PLANILLA Y CÁLCULO NIVEL DE SERVICIO PRESTADO	119
TABLA N°26	: VALORES DEL IRI	125

CAPITULO I: INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La presente Tesis se desarrolla en IX Capítulos, se incluyen Indices de Figuras, de Fotos y de Tablas.

El Capítulo I, Plantea el Problema de las Carreteras asfaltadas, y presenta la Hipótesis sobre los Contratos por Niveles de Servicio como mejor estrategia para el mantenimiento vial, el objetivo general serán las estrategias óptimas para la conservación y los objetivos específicos serán los contratos por niveles de servicio

El Capítulo II, enfoca el Marco Teórico, describe la Conservación Vial, su importancia, describe el Nivel de Servicio, la historia, la normatividad, las condiciones de la vía, los métodos para medir la calidad del servicio y la evaluación funcional al pavimento

El Capítulo III, la metodología desarrollada en la Tesis siendo que los métodos de investigación sea descriptivo y explicativo, muestra las matrices de las variables: dependiente, independiente.

El Capítulo IV, Es la presentación de los Resultados los Contratos por Niveles de Servicio para el mantenimiento de los carreteras asfaltadas, los alcances del servicio, las actividades de un mantenimiento periódico, y la evaluación estructural del pavimento.

El Capítulo V, Es la Discusión a través de los años de los Contratos por Niveles de Servicio, notándose los Resultados, las ventajas de los CNDS y su desventaja Social

El Capítulo VI, Expone las Conclusiones: General de los Contratos por Niveles de Servicio y Específicas como son la conservación vial: por CNDS y por administración directa

El Capítulo VII, Enuncia 14 Propuestas a las Estrategias Optimas

El Capítulo VIII, expresa Recomendaciones para los Proyectos, como es la Planificación y las medidas de reducción de los riesgos

El Capítulo IX, muestra la Referencia Bibliográfica consultada para la elaboración de la Tesis. Se adjunta un glosario de los términos empleados en el desarrollo de la Tesis.

1.1. Planteamiento del Problema

La problemática surge debido a que, en carreteras departamentales, caminos rurales y vecinales, se ha llevado a un ciclo vicioso debido al sistema de contratación a que se construye o rehabilita sin contemplar un mantenimiento vial idóneo dejando en abandono la vía, la cual pierde su Transitabilidad provocando la necesidad de una nueva intervención económica basada en un mantenimiento periódico el cual resulta económicamente oneroso.



Fuente: Zapata M. J. 2012 .

Figura N° 01: Circulo Vicioso de una vía

También existen factores que inciden en el deterioro de la carretera entre los factores principales son: el tipo de vehículos y su peso, así como el número de vehículos que transitan una carretera en un periodo determinado, ocasionando

deterioros, deformaciones y agrietamientos en la superficie de rodadura; los fenómenos meteorológicos, como la precipitación pluvial, la radiación solar y el viento, que afectan gradualmente la resistencia y durabilidad de las estructuras; el tipo y la calidad de materiales utilizados en la construcción, que normalmente presentan el comportamiento previsto y una durabilidad limitada, conforme a lo proyectado.

Otros factores que también afectan la operación de las carreteras, son la geología y la orografía de las zonas por donde cruzan estas obras, los cuales dan lugar a inestabilidades de los estratos naturales cercanos a las obras viales, originadas principalmente por el flujo o escurrimiento interno del agua, por la disminución de la resistencia de los suelos y eventualmente por los movimientos sísmicos; estas inestabilidades se manifiestan como caídas de materiales sueltos, deslaves y corrimientos de volúmenes de estratos naturales, así como fallas y cortes de circulación.

Por otra parte, los escurrimientos superficiales extraordinarios del agua por el paso eventual de fuertes precipitaciones, provocan el rompimiento de terraplenes, fallas de puentes y obstrucciones en las obras de drenaje. Los deterioros y fallas que se presentan en una carretera se traducen en pérdidas de tiempo en los recorridos previstos del tráfico y pueden originar accidentes con pérdidas humanas y materiales.

Para poder valorar estos FACTORES, es conveniente utilizar un indicador denominado “costo de operación” de una carretera, el cual representa la suma total de los gastos que efectúan los usuarios al transitarla, como son el consumo de combustibles, la depreciación de los vehículos, el desgaste de neumáticos, el costo del tiempo de los usuarios, etc.

Es evidente que cuando una carretera presenta deterioros y fallas como las mencionadas, el costo de su operación se incrementa notablemente, ocasionando pérdidas económicas, problemas sociales, molestias y quejas, entre los usuarios.

La Conservación de Carreteras (el mantenimiento vial), tiene como propósito preservarlas en buenas condiciones de operación, para que los costos de operación se mantengan en niveles aceptables y no se presenten incrementos notables que afecten el tiempo y la economía de los usuarios.

Si se toma en cuenta que las carreteras son el factor principal que propicia el desarrollo social, económico y cultural de los habitantes del Perú, resulta imprescindible que a estas obras viales se les destinen recursos para asegurar que sus NIVELES DE SERVICIO y de seguridad sean elevados y aceptables, así como tratar de prevenir que los fenómenos naturales no provoquen incrementos considerables en sus costos de operación.

1.2. Adicionalmente, existen Problemas en los Trabajos de Conservación de las carreteras asfaltadas en los Contratos por Niveles de Servicio, tales como:

1.- Desconocimiento de los Términos de Referencia y documentos Contractuales por parte de algunos Supervisores.

2.- Reclamo de las autoridades y de los usuarios de las vías por mal estado de las carreteras, lo que induce a concluir que no se realiza una adecuada supervisión del contrato de conservación vial.

3.- La poca efectividad de los trabajos de mantenimiento vial por ejecución presupuestaria directa, debido a montos presupuestales bajos y recortes en los meses de noviembre

4.- Carreteras no pavimentadas, con debilidad de marco legal para ser asfaltadas provocando contaminación ambiental y reclamo de los usuarios de la vía y de las autoridades políticas

5.-Resultados con deficiencias (Vargas Avendaño, Oscar (2015).PROVIAS



NACIONAL. Gerente de Conservación Vial.).

Fuente: PROVIAS NACIONAL

Fotografía N° 01: Vista de deterioro rápido de carreteras pavimentadas con asfalto en el Perú.

1.3. Formulación del Problema

¿Son los Contratos por Niveles de Servicio la mejor estrategia para el desarrollo vial del mantenimiento de carreteras asfaltadas?

1.4. Hipótesis

Los Contratos por niveles de servicio, es actualmente la mejor estrategia para el mantenimiento de carreteras asfaltadas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar las estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por contratos de niveles de servicio, de carreteras asfaltadas

1.5.2. Objetivos Específicos

Seleccionar la Estrategia Óptima para la conservación en los contratos por niveles de servicio de carreteras asfaltadas y Determinar las Actividades de la Conservación para Contratos de Niveles de servicio

CAPITULO II: MARCO TEORICO

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Los trabajos de Investigación que se han encontrado son los siguientes:

1.- “ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIÓDICO EN UNA CARRETERA DEL PERÚ”

Autor: JULIO CÉSAR FERREYRA PEREYRA

Fecha de publicación: 2012

Lugar de publicación: Universidad de Piura.

Resumen: El objetivo del presente trabajo es describir las diferentes actividades de mantenimiento que se realizan en una carretera. El método de elaboración del presente trabajo es descriptivo, a través de fotografías que muestran las actividades de mantenimiento, materiales utilizados y maquinarias que se requieren en las diferentes actividades de mantenimiento de una carretera. El proyecto descrito es uno de los primeros contratos por el sistema de control por niveles de servicio a través de Proyecto Perú de Provias Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, lo cual ha servido para uniformizar criterios técnicos entre funcionarios de Provias Nacional y el contratista para los siguientes contratos. Así mismo considero que es importante realizar estas actividades, pues resguardan y mantienen el patrimonio vial del país que es de todos los peruanos.

2.-“SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SUPERVISIÓN DEL SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS AFIRMADAS POR NIVELES DE SERVICIO”.

Autor: FÉLIX WILFREDO ULLOA VELÁSQUEZ

Fecha: 2012

Lugar de Publicación: Universidad Nacional de Ingeniería. Lima

Resumen: El presente trabajo plantea lineamientos para mejorar la supervisión de la calidad y el cumplimiento del servicio de conservación de carreteras afirmadas por niveles de servicio que efectúa el MTC al contratista conservador,

en los corredores viales de tramos promedio de 300 km, por un periodo de 5 años y por un monto del orden de 150 millones de soles.

Para lograr los lineamientos presentados, se obtuvo información de las experiencias de agencias viales de la región latinoamericana para identificar sus mejores prácticas, luego se analizó el sistema de supervisión que el MTC emplea en la tercerización del servicio de conservación vial por niveles de servicio de los corredores viales distinguiendo sus limitaciones, así como también se identificó las carencias de la normativa nacional.

3.-EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL PERÚ

Autor: JOISSY CATHERINE HIDALGO GAMARRA

Fecha: Marzo 2006

Lugar de Publicación: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.Lima

Resumen: Al finalizar el trabajo se llega a definir los puntos que quedan por implementar en la gestión del mantenimiento de pavimentos en el Perú, específicamente en las actividades de auscultación superficial, a través de un análisis crítico comparativo entre la gestión de pavimentos en el Perú y otros países. También se corroboró que la falta de un sistema formal de recolección, ordenamiento y almacenamiento de la data histórica de los pavimentos no permite la implantación de políticas certeras de mantenimiento que rijan nuestra gestión. Se ha constatado también que la puesta en obra de pavimentos con baja performance unido a los problemas explicados anteriormente traen como consecuencia la existencia de una red vial en malas condiciones de operación y con mayores costos asociados.

4.- MANUAL DE CARRETERAS-MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL, aprobado por Resolución Directoral N° 08-2014MTC/14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

5.- APARICION DE NIVELES DE SERVICIO EN NUESTRO PAIS:

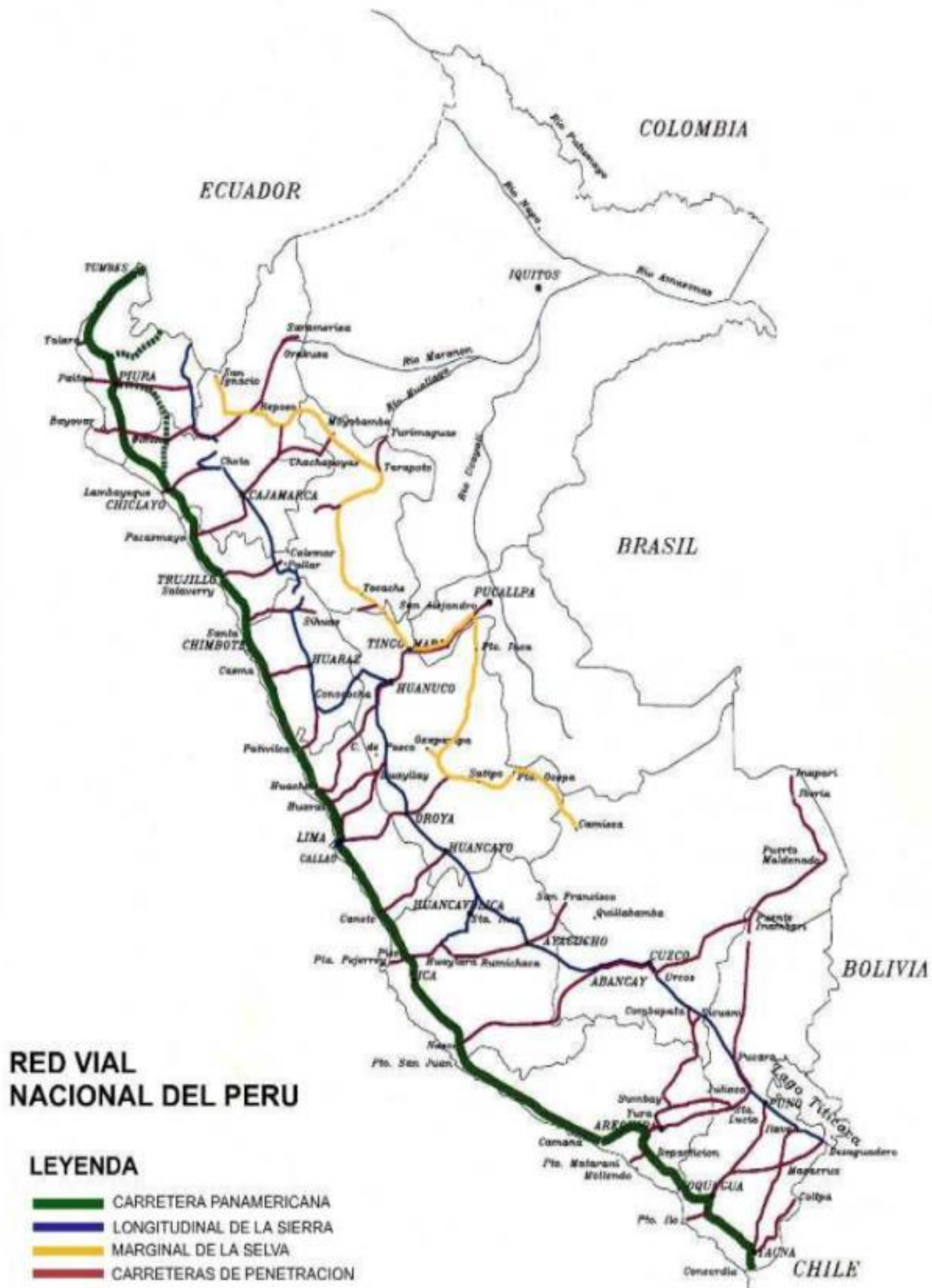
El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través del proyecto especial de infraestructura de transporte nacional - PROVIAS

NACIONAL-, tercerizó el mantenimiento de la red vial nacional por contratos de niveles de servicio, mediante el PROYECTO PERU – inicialmente- donde el principal objetivo fue alcanzar un adecuado nivel de transitabilidad a través de la ejecución permanente de actividades de conservación rutinaria, conservación periódica, reparaciones menores, relevamiento de información y atención de emergencias viales. Esto se realizó mediante la contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio con plazos superiores a tres años (MTC -2014).

Fuente: MTC.

Figura N° 02: Competencias de Infraestructura Vial del MTC. Perú





Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Figura N° 03: Red Vial Nacional del Perú

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	RED NACIONAL		RED DEPARTAMENTAL		RED VECINAL	
	Km	%	Km	%	Km	%
Asfaltado	10983	44%	1600	11%	1100	2%
Afirmado	12249	49%	11100	77%	46200	98%
Trocha	1934	7%	1800	17%	0	0%
Total por red	25,165		14,500		47,300	

Tabla N° 01: Estado Carreteras Fuente: MTC. Año 2013

2. 2. FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION

La investigación tiene una implicancia práctica, porque los resultados de la presente investigación ayudarán para tener conocimiento de las estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio de superficies de rodadura asfálticas en las carreteras del Perú, considerando que la investigación es un proceso fundamental que debe ser realizado en las aulas y que para ello los Profesionales relacionados al área de transportes; deben desarrollar capacidades investigativas de manera que puedan desempeñar mejor su rol.

Por otro lado la investigación tiene una utilidad metodológica pues presenta instrumentos para evaluar las capacidades investigativas, en la

conservación vial que al ser válidos y confiables pueden ser utilizados en toda carretera pavimentada del Perú.

El presente estudio también tiene un valor teórico, pues demostrará la validez de las teorías constructivistas según las cuales, el Ingeniero Civil debe ser un orientador y facilitar en los maestros de obra y trabajadores en transportes o en carreteras, el descubrimiento de nuevos conocimientos a través de la investigación.

CONSERVACIÓN VIAL

a) Definición

Conjunto de operaciones necesarias para la conservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las buenas condiciones para el tráfico compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú)

B) Componentes

Para los niveles de servicio, se considera los siguientes componentes:

1. Plataforma y Taludes
2. Calzada de Afirmado
3. Pavimentos Flexibles – Calzada y Berma
4. Pavimentos Rígidos – Calzada y Berma
5. Drenaje Superficial, Drenaje Subterráneo y Muros
6. Señalización y Dispositivos de Seguridad Vial
7. Derecho de Vía
8. Túneles y Obras Complementarias
9. Puentes

C) Importancia de la conservación vial

Es importante, realizar el mantenimiento de las carreteras asfaltadas porque permite:

- Garantizar un confort adecuado y seguridad al usuario.
- Ahorro en los costos de operación de vehículos.
- Disminuye el tiempo perdido en el viaje.
- Mantiene la inversión en las etapas de construcción, reconstrucción o rehabilitación.

2.3. CONSERVACIÓN VIAL DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA CARRETERA

Suele decirse que una carretera de superficie de rodadura asfáltica, está diseñada para un número determinado de años, lo que lleva a que muchas personas supongan, equivocadamente, que durante ese período no hay necesidad de mantenerlos, sino reconstruirlos después del tiempo estipulado.

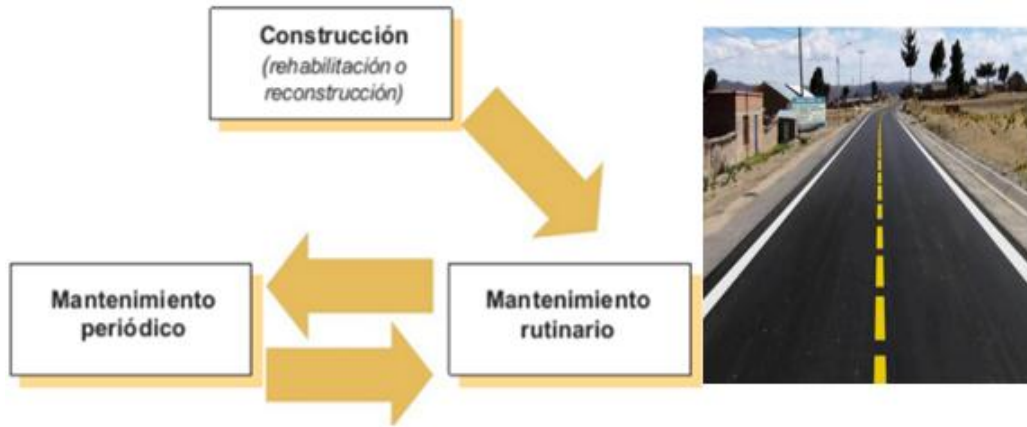
Los deterioros de un camino, se deben en principio al efecto del agua y del tráfico. Estos influyen en el progreso de desgaste y en la transitabilidad. Por eso el mantenimiento o CONSERVACION VIAL debe hacerse sostenidamente en el tiempo de manera preventiva, para así poder extender el tiempo de vida útil y reducir las inversiones en mantenimientos periódicos y no llegar a la reconstrucción.

Si no se efectúan la conservación vial, la vida útil de la carretera se reduce sustancialmente.



Fuente : PROVIAS (2013)

Figura N° 04: Ciclo Fatal de las Vías



Fuente : PROVIAS (2013)

Figura N° 05: Ciclo deseable de la conservación Vial



Fotografía N° 02: Vistas de derrumbes en carretera Tarapoto. San Martín



Fotografía N° 03: Vistas de colapso de alcantarilla .Cuzco.



Fotografía N° 04: Vista de erosión de plataforma carretera .Ayacucho

JUNÍN
Carretera: Pte. Reither – Satipo. (PE-5S)
Sector: Pichanaki Km 66+900. (Erosión de Plataforma)



Fotografía N° 05: Vistas de erosión de plataforma carretera. Junín

JUNÍN
Carretera: Emp. PE-5N (Puente Paucartambo) – Oxapampa. (PE-5NA)
Sector: Sogormo Km 05+430. (Derrumbe)



Fotografía N° 06: Vistas de derrumbes carretera. Junín

2.4. NORMATIVIDAD DE CONSERVACIÓN VIAL

- Manual de Carreteras: Manual de Inventarios Viales, R.D. N° 09-2014-MTC/14 (03.Abr.14)
- Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial, R.D. N° 080-2014-MTC/14 (27.Abr.14)

2.5. APARICION DE LOS CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO A NIVEL MUNDIAL

El primer Contrato basado en niveles de servicio (CNS) de mantenimiento vial se experimentó en Columbia Británica (Canadá) en 1998 (Zietlow 2004). Luego, estos contratos se introdujeron y adoptaron en otras dos provincias canadienses: Alberta y Ontario. En 1995, Australia introdujo su primer CNS para el mantenimiento de carreteras urbanas en Sydney. Desde entonces, Nueva Gales del Sur, Tasmania y Australia Meridional y Occidental han comenzado a utilizar estos contratos y planteamientos "híbridos" (Zietlow 2004).

En 1998 se introdujo un Contrato basado en niveles de servicio (CNS) en Nueva Zelanda para mantener 405 kilómetros de carreteras nacionales (Zietlow 2004). Actualmente, se aplican contratos de este tipo en el 15% de la red nacional de Nueva Zelanda (MWH NZ Ltd. 2005).

En los Estados Unidos, el primer CNS se introdujo en el estado de Virginia en 1996. Desde entonces, otros cuatro estados (Alaska, Florida, Oklahoma, Texas) y la ciudad de Washington han comenzado a aplicar el concepto de Contrato basado en niveles de servicio (CNS) para el mantenimiento de las carreteras, puentes, túneles, áreas de descanso y calles urbanas (FHWA 2005).

Gradualmente, esta tendencia se ha extendido a otros países desarrollados y en desarrollo de Europa, África y Asia, por ejemplo, el Reino Unido, Suecia, Finlandia, los Países Bajos, Noruega, Francia, Estonia (63% de las carreteras nacionales), Serbia y Montenegro (8% de las carreteras nacionales), Sudáfrica (100% de las carreteras nacionales), Zambia, Chad (17% de las carreteras transitables todo el año), Filipinas (231 kilómetros de carreteras nacionales).

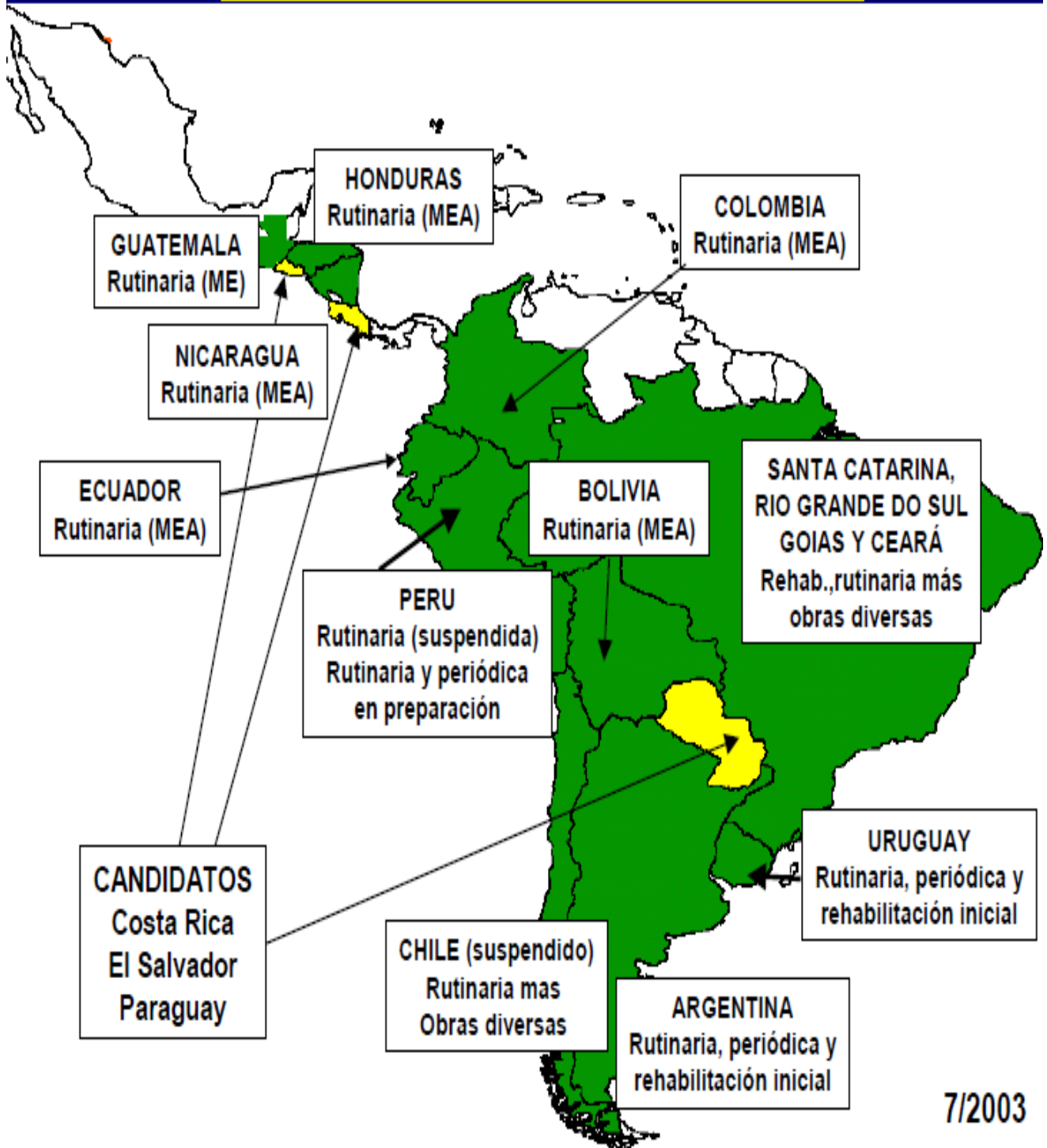
En la actualidad, han comenzado los preparativos para poner en marcha programas de Contrato basado en niveles de servicio (CNS) en Albania, Cabo

Verde, Chad, Madagascar, Tanzania, Burkina Faso, India, Camboya, Tailandia, Indonesia, Viet Nam y Yemen. Algunos de estos países utilizan Contrato basado en niveles de servicio (CNS) "puros", mientras que otros (por ejemplo, Finlandia, Sudáfrica, Serbia y Montenegro) prefieren los contratos "híbridos".

En lo que se refiere América Latina fue la pionera en la elaboración y adopción de su propio modelo de Contrato basado en niveles de servicio (CNS).

En 1995, Argentina introdujo contratos de este tipo 2, que en la actualidad representan el 44% de su red nacional (Liataud 2004). A mediados del decenio de 1996, Uruguay experimentó también los CNS, primero en una pequeña parte de su red nacional y luego en las principales carreteras urbanas de Montevideo. Poco después, otros países de América Latina, como Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, México y Perú, comenzaron también a adoptar los Contratos basado en niveles de servicio (CNS).

Contratos de conservación vial por niveles de servicio



Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) Organización de Estados Americanos (OEA)
Figura N° 06: Contratos de Conservación Vial por Niveles de Servicio en sudamerica hasta 2003

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)



Figura N° 07: Ejes Viales del Perú

2.6. EVALUACION / CONTROL DE CALIDAD EN LOS CNDS

Son: la Rugosidad, la Evaluación de las condiciones de la vía, los Ahuellamientos, La Auscultación y el Tráfico.

1. Rugosidad (IRI)

Es un parámetro que permite evaluar el estado de la superficie de rodadura del pavimento desde el punto de vista de irregularidades, deformaciones y ondulaciones. La medida de la rugosidad cuantifica las variaciones del perfil longitudinal de dicha superficie. La unidad de medida de la rugosidad es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), expresado en metros por kilómetro y se determina por medio de un rugosímetro patronado y aceptado de acuerdo con las prácticas de la ingeniería vial.

2. Evaluación de las condiciones de la vía

La condición de la superficie de la vía está relacionada con varios factores como: Integridad estructural, capacidad estructural, fallas o defectos y su nivel de deterioro.

La evaluación cualitativa y/o cuantitativa de algunos factores puede exigir uso de equipos costosos. Pero estos factores pueden evaluarse en forma empírica mediante la observación, para esto se debe tener en cuenta la experiencia de campo del profesional encargado.

Estas observaciones pueden plasmarse en el Índice de la condición de la vía no pavimentada (ICVNP): basado en una escala que va desde 0 hasta 100. Con esto se indica la integridad de la vía y sus condiciones de operación, se determina a través de la medición de los defectos de la superficie de la vía.

- 3. Ahuellamientos** Son hundimientos que se presentan en la franja o huella por donde circulan las ruedas de los vehículos y forman parte de la conservación periódica. Se ocasionan por las deformaciones permanentes

que producen en la estructura del pavimento las repeticiones de las cargas vehiculares. La medición de la profundidad máxima de ahuellamiento se realiza con una regla de 3,0 m de longitud, colocada perpendicularmente al eje de la vía y se expresa en milímetros (mm), o por medio de otros equipos como el transverso perfilógrafo o el equipo de medición láser.

4 La auscultación de una red de carreteras en operación tiene como objetivo fundamental medir sus condiciones de servicio actuales (en términos del estado de conservación), de los elementos siguientes:

- Pavimento
- Seguridad vial
- Obras de drenaje
- Derecho de vía
- Señalización
- Cortes y taludes
- Estructuras

5 Tráfico

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 tn. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

Para la obtención de la clase de tráfico que circula para el tramo en estudio, se realizará lo siguiente:

- a)** Identificación de sub tramos homogéneos de la demanda.
- b)** Conteos de tráfico en ubicaciones acordadas con la entidad y por un período mínimo de 3 días (1 día de semana + sábado + domingo), de una

semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo.

c) El estudio podrá ser complementado con información de variaciones mensuales, proveniente de estaciones de conteo y/o pesaje del MTC cercanas al tramo en estudio que sea representativo de la variación de tránsito del proyecto.

d) Con los datos obtenidos se determinará el número de vehículos (IMDA) y la cantidad de pesados (buses+camiones) para el carril de diseño, suficientes para definir la clase tipo de tráfico. No obstante, será necesario obtener el número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el período de diseño.

e) El concepto de EE corresponde a la unidad normalizada por la AASHTO que representa el deterioro que causa en la capa de rodadura un eje simple cargado con 8,16 toneladas. Para el cálculo de los factores destructivos por eje equivalente calculados, se toma en cuenta el criterio simplificado de la metodología AASHTO, aplicando las siguientes relaciones:

Tabla N° 02: Ejes equivalentes 8.2 ton.

Tipo de eje	Eje equivalente
Eje simples de rueda simples	$[P/6.6]^4$
Eje simple de rueda doble	$[P/8.16]^4$
Eje tandem de rueda doble	$[P/15.1]^4$
Eje tridem de rueda doble	$[P/22.9]^4$
Paso = peso por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Diseño de carreteras no pavimentadas MTC

También se considerará un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro de los afirmados. Este efecto se incrementa más para el caso de las capas de revestimiento granular en altura donde la baja presión atmosférica genera un aumento de la presión interna del neumático, reduciendo su área de contacto y aumentando la presión sobre la capa de rodadura.

Para evitar este efecto en el cálculo de los EE, las llantas deberían tener una presión máxima de 80 psi pulg².

2.7. SUELOS Y CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

Las carreteras por sus capas superiores y superficie de rodadura pueden ser clasificadas, según Manual de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito del MTC Perú, como sigue:

A) Con superficie de rodadura no pavimentada

a) Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.

b) Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.

c) Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25 mm.

c.1 afirmados con gravas naturales o zarandeadas.

c.2 afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.

d) Carreteras con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:

d.1 Afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

d.2 Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

B) Con superficie de rodadura pavimentada (No aplicable al Manual de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito)

e) Pavimentos de adoquines de concreto;

f) Pavimentos flexibles:

f.1. Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una superficie bituminosa de espesor de hasta 25mm (tratamiento superficial bicapa).

f.2. Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una capa

bituminosa de espesor variable > 25mm (carpetas asfálticas).

- g) Pavimentos semirígidos, conformados con solo capas asfálticas (full depth).
- h) Pavimentos rígidos, conformado por losa de concreto hidráulico de cemento Portland.

En el funcionamiento estructural de las capas de revestimiento granular influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el período de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos.

La demanda, medida en Ejes Equivalentes (EE) o por vehículos pesados, es particularmente importante para ciertos tipos de carreteras de bajo volumen pero que pudieran tener alto porcentaje de vehículos pesados, como los que se construyen para propósitos especiales como el minero y forestal (extracción de madera).

2.8. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Carlos Crespo denomina estabilización de suelos al proceso de someter a los suelos naturales a ciertos tratamientos para aprovechar sus mejores cualidades de manera que puedan soportar las condiciones adversas de clima, rindiendo en todo tiempo el servicio adecuado que de ellos se espera. (Crespo, 1998:325).

Cuando se habla de estabilización de suelos para carreteras está demás decir que se trabajará con materiales de carácter natural, es decir suelos de baja calidad de soporte estructural no aptos por si solos para la construcción del pavimento.

Estos suelos son extraídos de bancos de préstamo cercanos a la obra, materiales cuyas propiedades y características pueden variar radicalmente a pocos metros, donde el ingeniero para lo cual fue capacitado resuelva con inteligencia los problemas presentados, eligiendo de la mejor forma sin que sus costos sobrepasen de lo previsto. Según la bibliografía consultada se observa que Fernández Loaiza y Rico & Del Castillo argumentan en su contenido bibliográfico que el ingeniero puede tomar tres opciones fundamentales:

- a) Aceptar el material tal y como está y proceder al diseño, sin obedecer los requisitos propuestos y calidad de obra que se pidiese, absteniéndose a las consecuencias posteriores.
- b) Rechazar el suelo de mala calidad e insatisfactorio y reponer o sustituirlo por un material cuyas propiedades ingenieriles muestren a través del tiempo su buen comportamiento de los agentes externos.
- c) Modificar o alterar de la mejor forma las propiedades y características mecánicas de los suelos presentes para hacer de ellos un material que cumpla y reúna la calidad y los requisitos impuestos.

2.8.1 MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Existen en la actualidad varios métodos de estabilización que surgieron de la investigación ingenieril y que fueron necesitados por algunos para cubrir y minimizar sus costos, entre estos métodos se tiene:

- a) Estabilización por medios mecánicos
- b) Estabilización por drenaje.
- c) Estabilización por medios eléctricos.
- d) Estabilización por empleo de calor y calcinación.
- e) Estabilización por medio químico, adición de agentes estabilizantes.

Un requisito para seleccionar el mejor medio de estabilización es aquel que cumpla mejorar las propiedades principales de los suelos, por lo tanto antes de elegir se deben realizar pruebas de Laboratorio de suelos relacionados con dichas propiedades. Estas propiedades principales se exponen en los libros de Rico, Del Castillo y Fernández Loaiza en los temas de estabilización respectivamente; argumentan que son los siguientes:

- a) Estabilizada volumétrica
- b) Resistencia mecánica
- c) Permeabilidad
- d) Durabilidad
- e) Compresibilidad

a) Estabilidad volumétrica

Existen suelos susceptibles a la variación volumétrica por motivos de cambio de humedad, nos referimos a la modificación física de estos por el contenido por el contenido de humedad en su estructura cuyo presente líquido, en este caso el agua, se manifiesta en una forma rápida o por variaciones estacionales.

Esta propiedad que produce el cambio físico de los suelos, sobre todo en materiales muy finos como las arcillas, se ha considerado como uno más de los importantes problemas que se presentan al ingeniero a la hora de proyectar y/o construir sus caminos.

En la actualidad existen diversas soluciones tanto por medios mecánicos, químicos, u otros, para este tipo de problema, los cuales no garantizan del todo la perfecta opción de uno de ellos. Los tratamientos que fueron estudiados y que son aplicados en gran manera en el presente, para resolver los problemas de expansión y contracción en los suelos son los siguientes:

1. Introducción de humedad periódica.
2. Aplicación de cargas que equilibren la presión de expansión.
3. Utilización de membranas impermeables.
4. Transformación del material arcilloso en una masa rígida o granulada ligada entre sí para soportar las presiones internas de expansión.
5. Convertir a la masa de arcilla en un suelo rígido por inyecciones químicas.
6. Compactación del suelo a altas densidades con humedad óptima, para impermeabilización. Teniendo en cuenta las variaciones estacionales: tiempo de lluvias; donde la arcilla puede saturarse provocando presiones expansivas altas. (Rico, Del castillo y Fernández, 1982)

b) Resistencia Mecánica

Los métodos y procedimientos propuestos para la resistencia del suelo son los siguientes:

- Compactación.
- Vibroflotación
- Precarga
- Drenaje
- Mezcla de otros suelos. Adición de agentes estabilizantes. Ejemplo: Cal, Cemento Sales, etc.

La compactación es una de las formas más comúnmente usadas de todos los métodos mecánicos conocidos para la estabilización de suelos en el aumento de resistencia de éstos. “La resistencia de los suelos, es en general mas baja cuando estos se encuentran húmedos” (Rico, Del castillo y Fernández, 1982).

La obtención de resistencias altas o bajas ya sea de un suelo grueso o fino depende principalmente del contenido de humedad. En el caso particular de los suelos arcillosos conocidos comúnmente en Ingeniería se utilizan para la elaboración de ladrillos y materiales de cubiertas, alcanzando elevadas resistencias por procesos de calentamiento a elevadas temperaturas, cuyo contenido de humedad desaparece por completo del material.

En otra ocasión las resistencias bajas se presentan en los deslizamientos de tierra que son producidos por el mismo suelo arcilloso, obteniendo una humedad mínima que provoca el secado y agrietamiento del material, constituyéndolo como un suelo friccionante (Rico, Del castillo y Fernández, 1982).

En el caso de utilización de agentes estabilizantes para mejorar la resistencia del suelo no es del todo efectiva cuando se trata en su contenido con importantes cantidades de materia orgánica.

A continuación se muestra en la siguiente tabla los porcentajes de material orgánico causantes de los resultados de resistencias en diferentes tipos de suelos, que fueron tratados con los agentes de cal y cemento.

c) Permeabilidad

La permeabilidad de los suelos está por el contenido de vacíos en su estructura, es decir, el espacio comprendido entre sus partículas provocando la circulación de agua a través de sus poros. La propagación de este líquido que circula por los conductos vacíos del suelo permeable genera presiones de poro en su estructura, llamado comúnmente presiones de filtración. Estas presiones pueden llegar a ser muy altas produciendo generalmente desplazamientos en estructuras de suelos como en terracerías.

La compactación con su respectiva humedad adecuada es uno de los procedimientos del método mecánico para disminuir la permeabilidad del suelo.

Al compactarse suelos arcillosos cuyas humedades en su contenido sean bajas, se verá que los valores de permeabilidad del suelo aumentan debido a la formación de grumos que provocan espacios o poros intersticiales. Se puede decir que mientras la humedad y energía de compactación aumentan obtendremos valores de permeabilidad, producido por la disminución de vacíos del suelo.

Si se desea utilizar agentes estabilizantes emulsionables en agua, ésta se adhiere a las paredes de los conductos capilares convirtiendo al material en una estructura hidrofóbica. Tener en cuenta que la utilización de estos productos produciría en el suelo una reducción de cohesión entre sus partículas.

El uso de defloculantes, como por ejemplo los polifosfatos, ayudan a disminuir la permeabilidad de los suelos, sobre todo en aquellos cuya estructura están formados por partículas muy finas, entre ellas: las arcillas. Un caso inverso a este para aumentar la permeabilidad es la utilización de floculantes como hidróxido de cal o yeso.

No es raro ni nuevo hoy en día el empeño en poder mejorar todas las propiedades y características del suelo a través de la utilización de un solo agente estabilizador o elemento estabilizante, debido a los altos costos que se producirían por la mezcla y empleo de otros.

En la actualidad para fines de investigación y conocimiento de la permeabilidad de los suelos, se presenta los ensayos o experimentos en laboratorio que obedecen a leyes de hidráulica en los suelos.

d) Durabilidad

La propiedad de la durabilidad de un suelo estabilizado o no, se ve afectada generalmente en todos los caso por los factores de intemperismo, erosión y abrasión; factores importantes a tomar en cuenta en la utilización de suelos mejorados para carreteras. Estos factores citados provocan serios problemas en la capa superficial, taludes y cortes en la estructura de las vías terrestres causando elevados costos de mantenimiento.

Bien se dijo anteriormente y confirmado mundialmente bajo el respaldo de la Mecánica de Suelos que la variabilidad de las propiedades y contenido de materiales inorgánicos en el suelo se ve afectada a pocos metros del lugar de observación. Esto quiere decir que un mal estudio del suelo provoca la incorrecta elección del tipo de agente estabilizante, consecuencia que lleva a un inadecuado diseño y utilización del mismo, que muchas veces lo corrigen con un diseño que sobrepasa los requerimientos necesarios, llamado y conocido comúnmente, sobre-diseño.

Uno de los factores perjudiciales al pavimento más conocido y vivido por la misma gente que transita por un camino ya sea estabilizado o no y sin capa de rodadura es la abrasión del tráfico, que provoca la disgregación y extracción de material por efectos de rozamientos contacto llanta – suelo superficial, provocando en muchas ocasiones la masa polvorienta que deja un vehículo en movimiento, pero que se puede mejorar mediante riegos asfálticos, cloruros, vegetación y en otras ocasiones con riego de sello, cuyas soluciones no son relativamente económicas.

La durabilidad no es una propiedad que se pueda percibir cuantitativamente en laboratorio o escampo, lo cual lleva a realizar un minucioso trabajo de investigación en la utilización y elección de agentes estabilizantes, contenidos de materia extrañas, características del suelo, y todos los detalles importantes antes de dar inicio a los trabajos de planificación y construcción de la estructura, cuyo ulterior caso podría obstruir excelentes resultados esperados.

e) Compresibilidad

La compresibilidad es una propiedad donde se observa el cambio de volumen de la estructura de un suelo debido a las condiciones naturales y artificiales que se presenten.

La compactación es un método de estabilización que influye en todas las propiedades de los suelos, nos referimos a la compresibilidad, permeabilidad, durabilidad, etc. Pero este método no es el único que modifique estas propiedades sino que existen hoy en día los métodos de estabilización química que podrían interferir en la modificación de dichas propiedades.

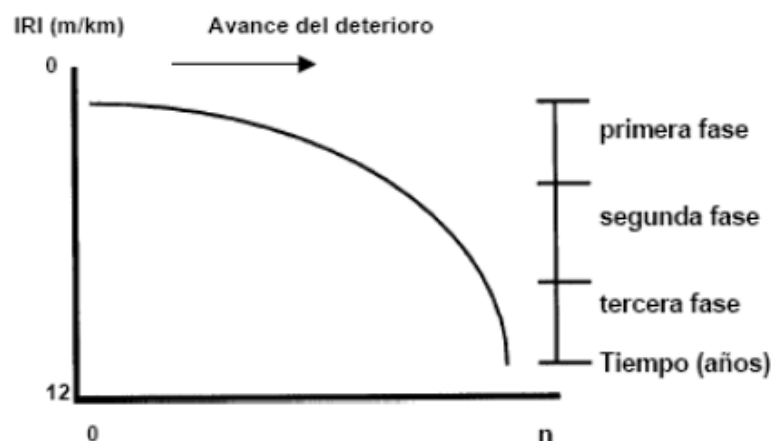
2.9. EVALUACIÓN FUNCIONAL

Es la evaluación de deficiencias que afectan la calidad de la superficie y por ende la serviciabilidad y los costos del usuario; para lo cual se ejecutan las siguientes ejecutándose las siguientes evaluaciones: RUGOSIDAD, DEFLEXION,

2.9.1. RUGOSIDAD

Comportamiento típico de la condición superficial en función del índice de Rugosidad Internacional (IRI)

Los factores que afectan la condición superficial (de manera principal el tráfico de vehículos y las precipitaciones pluviales) ocasionan una disminución no lineal en la calidad superficial en función de la rugosidad dividiéndose en tres etapas, donde la primera tiene un deterioro poco significativo en los primeros años; la segunda presenta desgaste más acusado y la tercera significa una etapa de deterioro acelerado, en pocos años el nivel de servicio cae de forma importante, por esta razón va a llegar a un costo significativo de mantenimiento del camino y como límite puede ser necesaria una reconstrucción total del mismo.



Fuente: Arriaga Patiño, Mario; Garnica Anguas Paul; Rico Rodríguez, Alfonso. Índice Internacional de Rugosidad en la red carretera de México. México. Año 1998. Pág. 14.

Figura N° 6: Avance del deterioro de un camino respecto al tiempo.

En 1986, se define la variable de rugosidad de pavimentos, IRI el cual resume matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie del camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros típico, está definido por el valor de referencia de la pendiente promedio rectificadas (RARS80, Reference Average Rectified Slope, razón entre el movimiento acumulado de la suspensión y la distancia recorrida) producto de la simulación del modelo del cuarto de carro, (RQCS, Reference Quarter Car Simulation), para una velocidad de desplazamiento de 80 km/h. Es calculado a partir de las elevaciones de la superficie medidas mediante un levantamiento topográfico o "perfilometría".

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) se estableció a partir de conceptos asociados a la mecánica de los sistemas dinámicos, basados a un modelo que simuló el movimiento de la suspensión acumulada por un vehículo (modelo de cuarto de carro, ver Figura N° 12) al circular por una determinada longitud de perfil de la carretera a una velocidad estándar de 80Km/h.

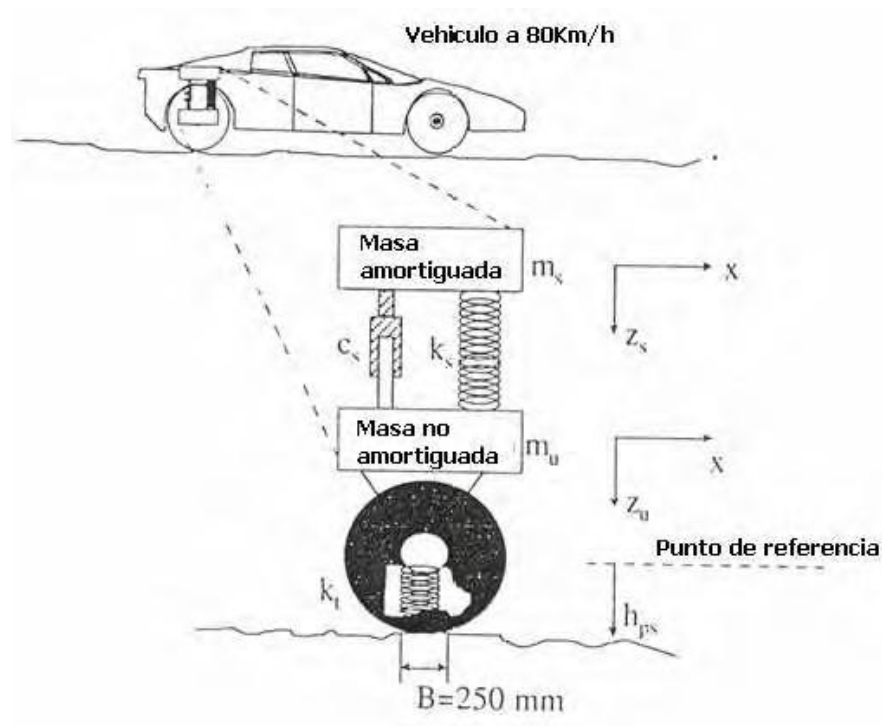
El IRI es la acumulación del movimiento entre la masa amortiguada y la no amortiguada, cuando se simula el paso del modelo del cuarto de carro, o técnicamente llamado RTRRMS (Response Type Road Roughness Measuring System), normalizado por el largo del perfil.

Si se cuenta con el IRI calculado de dos secciones contiguas, el IRI sobre la sección que es la suma de las dos es simplemente el promedio de los IRI de cada sección. A una velocidad de simulación de 80 km/h, la inicialización afecta la respuesta del modelo del cuarto de carro. La mejor forma de tratar con este problema es comenzar a medir el perfil 20 m antes de la sección a evaluar. El cálculo del IRI está linealmente relacionado con las variaciones en el perfil, es decir si las elevaciones del perfil aumentan al doble, el resultado del cálculo del IRI también aumentará al doble.

El IRI está definido como una propiedad de un solo perfil longitudinal por lo tanto si se desea establecer un valor por pista se debería establecer criterios de cuántos perfiles tomar, generalmente se toman los perfiles en ambas huellas de cada pista para así derivar un valor por pista.

Los sitios de prueba utilizados en el desarrollo del concepto de IRI contaban con un largo mínimo de 320 m. El IRI puede ser calculado sobre cualquier longitud de camino, sin embargo, los usuarios deben entender que el cálculo del IRI depende altamente sobre qué longitud es acumulado. Es fundamental entender la relación que existe entre variación de rugosidad a lo largo del camino y el largo del camino sobre el cual la rugosidad es promediada.

La escala de IRI comienza desde cero, para una ruta perfecta sin rugosidad, y cubre números positivos que crecen en forma proporcional a la rugosidad del perfil.



Fuente: Garro López Hernán (2011).

Figura N° 8: Modelo de cuarto de carro

2.9.1.2. MÉTODOS PARA MEDIR LA RUGOSIDAD

Siendo la medición de la rugosidad el parámetro principal para determinar el índice de serviciabilidad y existiendo diversos métodos para su cálculo – según el tipo de equipo que se emplee – es necesario tener especial cuidado en su

medición. Para medir la rugosidad existen diferentes métodos, que pueden clasificarse según Sayers en cuatro grupos:

Métodos Clase 1.

Involucran el uso de perfilómetros de precisión: Se realizan medidas muy exactas del perfil longitudinal a distancias no mayores a 25 cm y con una precisión de 0.5 mm. Entre estos equipos están el TRL Road Profile Beam (ver figura 1), siendo otra alternativa realizar una nivelación de precisión. Estas metodologías se emplean generalmente para fines de verificación o calibración de otros equipos de medición.

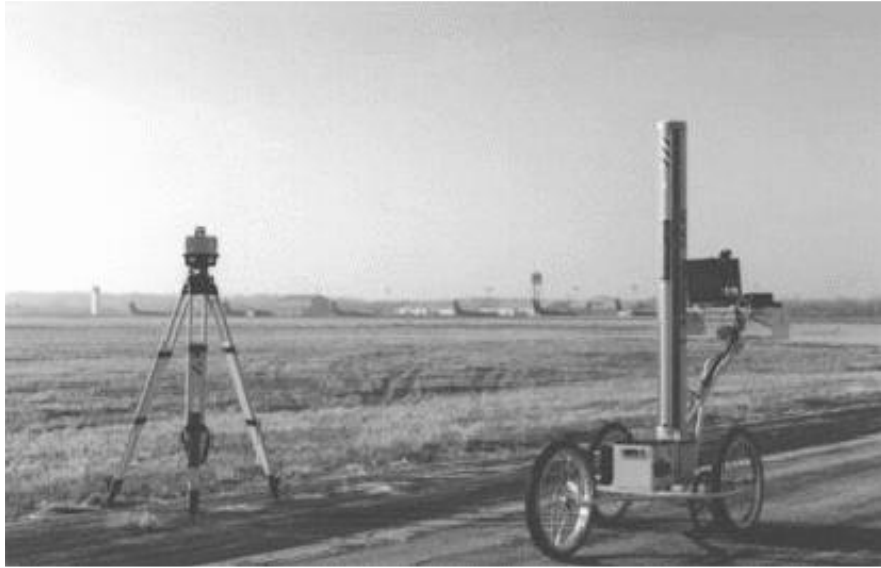


Fuente: University of South Florida Development and evaluation of an inertial based pavement roughness measuring system

Figura N° 9: Nivel y Mira

Métodos Clase 2

Comprende el uso de perfilómetros de alta velocidad: Se basa también en la medición del perfil longitudinal, pero son menos precisos que los indicados en a., siendo además costosos y complejos en su manejo. Entre los perfilómetros de alta velocidad están: el APL Trailer y el GMR – Type Inertial Profilometer.



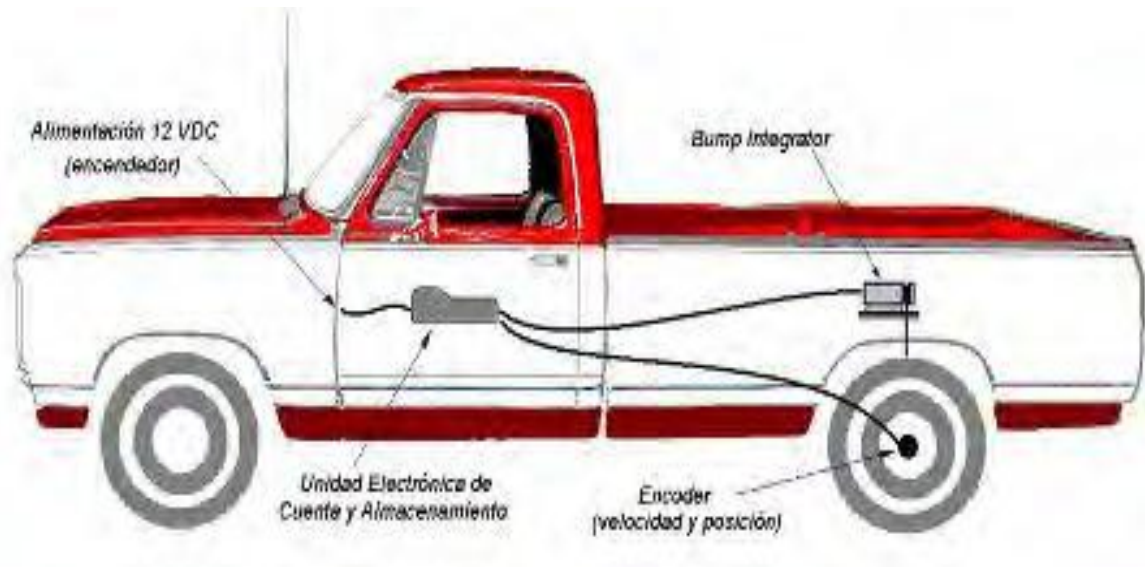
Fuente: University of South Florida Development and evaluation of an inertial based pavement roughness measuring system

Figura N° 10: Perfilometro ADPL

Métodos Clase 3

En estos métodos se utilizan ecuaciones de correlación para convertir data de campo a las unidades internacionales de medición de rugosidad. Usualmente se emplean rugosímetros dinámicos: Recolectan los datos instalados en un vehículo que recorre la vía a una velocidad uniforme. La precisión de los resultados obtenidos depende de la calibración dinámica del vehículo para proporcionar los valores de rugosidad, empleando ecuaciones de correlación para convertir las lecturas a la escala IRI (International Roughness Index).

En este grupo se encuentran: el Mays Meter, Bump Integrator, NAASRA Meter, Cos Meter, PCA Meter, entre otros.



Fuente: Tecno Dinámica

Figura N° 11: Equipo Bump Integrator

Métodos Clase 4

Se basan en una evaluación Subjetiva en la cual el IRI se estima con una inspección visual realizada por un ingeniero experimentado.

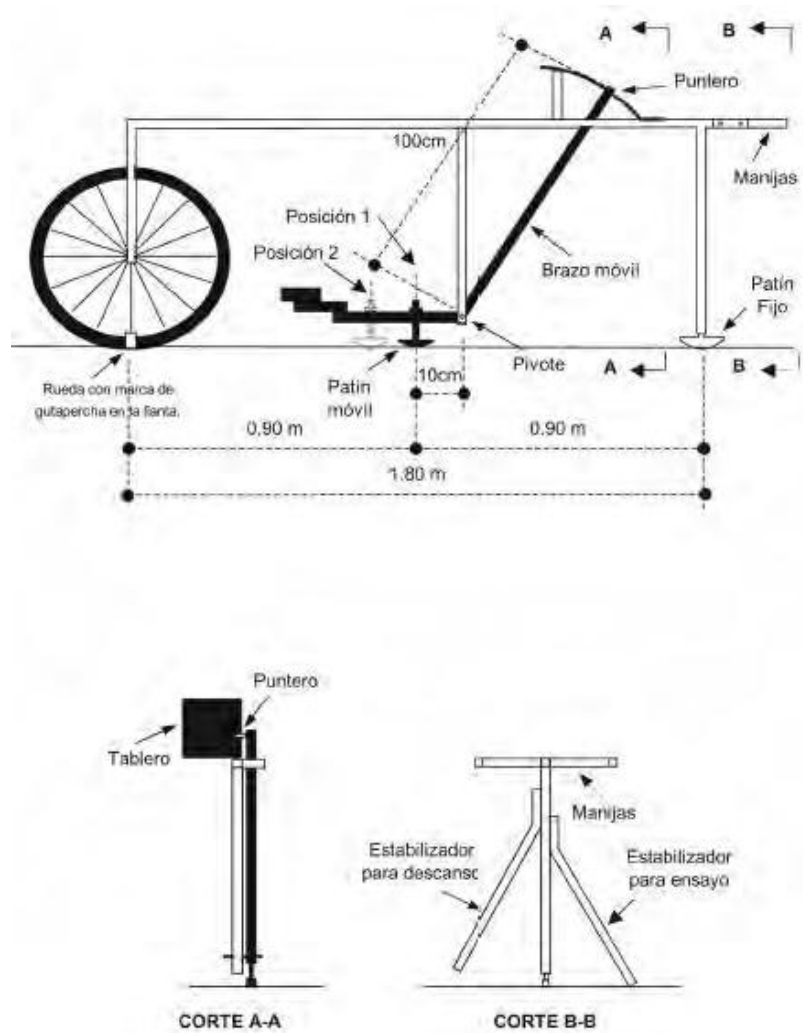
Se utiliza sólo cuando se requiere de una información básica o referencial sin una mayor exactitud.

2.9.1.3. Equipo Merlin

El equipo MERLIN (Machine for Evaluating Roughness Using Low Cost Instrumentation), diseñado por el Laboratorio Británico de Investigación de Transporte y Caminos en el 1990, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensando especialmente para su uso en países en vías de desarrollo.

Por haber sido diseñado como una variación de un perfilometro estático, y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 2. De hecho, por su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (mira y nivel),

algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Bump Integrator), lo recomiendan para la calibración de sus rugosímetros.



Fuente: Estudio Definitivo para el Mantenimiento Periódico de la Carretera Panamericana Sur
 Tramo: Puente Santa Rosa – Puente Montalvo
 Figura N° 12: Esquema del Rugosímetro MERLIN

2.9.1.4. CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD

La calibración de los equipos de medición de rugosidad depende del tipo de equipo que se emplee.

Los perfilómetros de precisión utilizados en métodos de clase 1, no requieren de mayor calibración por tratarse de una medición directa del perfil longitudinal y mas bien son utilizados para calibrar equipos utilizados en la clase 2 y clase 3.

Los equipos empleados en la clase 2 como son los perfilómetros de alta velocidad son menos precisos que los de clase 1. Por ser equipos de alta tecnología su calibración es usualmente realizada por cada fabricante y verificada en campo con equipos de clase 1.

En lo que respecta a los métodos de clase 3 que utilizan rugosímetros dinámicos y ecuaciones de correlación para convertir la data recolectada en campo a valores de rugosidad en IRI su grado de precisión depende del proceso de calibración utilizado y del grado de precisión de las ecuaciones de correlación utilizadas. Para la calibración de estos equipos se utilizan equipos de clase 1 de preferencia y de no contar con éstos, se calibrará con equipos de clase 2.

Los métodos clase 4 por ser subjetivos simplemente dependen de la experiencia del evaluador con resultados obtenidos con los otros métodos.

En el Perú, los rugosímetros dinámicos con calibración de medición de clase 3.

2.9.1.5. ESTADO VIAL SEGÚN LA RUGOSIDAD

Después de construida, rehabilitada o reconstruida una vía y que, por lo tanto, se encuentra en buenas condiciones, ella debe ser atendida permanentemente mediante la conservación rutinaria y, cuando se hayan cambiado sus condiciones de bueno a un estado regular, realizar entonces la conservación periódica para volver el estado de la vía a unas condiciones similares a las iniciales. Al respecto, es de mencionar que en algunos países se utiliza el Índice de Rugosidad Internacional-IRI- para definir el instante en el cual se debe implementar la intervención de conservación periódica. Para el Perú se han fijado los valores de IRI que se muestran en el Cuadro siguiente:

Tabla N° 03: Estado Vial según la Rugosidad

Estado	Pavimentadas	No pavimentadas
	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	$0 < IRI \leq 2.8$	$IRI \leq 6$
Regular	$2.8 < IRI \leq 4.0$	$6 < IRI \leq 8.0$
Malo	$4.0 < IRI \leq 5.0$	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$5 < IRI$	$10 \leq IRI$

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras MTC

2.9.2. EVALUACIÓN DEFLECTOMETRICA

La deflexión es una medida de la respuesta del conjunto “pavimento subrasante” frente a una determinada sollicitación (acción de las cargas móviles o estáticas de los vehículos). La medición de la deflexión es un ensayo no destructivo de gran rendimiento operacional que permite obtener un elevado número de determinaciones en poco tiempo, reduciendo al mínimo la cantidad necesaria de ensayos destructivos (calicatas).

Debido a la incidencia de diversos factores que perjudican la seguridad, comodidad y rapidez con que debe circular el tráfico presente y el futuro en el tramo en estudio, se ha planteado corregir los defectos que alteran la superficie de rodadura de los pavimentos flexibles.

Los trabajos de mantenimiento o de refuerzo de los pavimentos en servicio, se basan en el valor de la deflexión máxima y el tipo de curvatura que adopta la superficie cargada.

Para determinar las correcciones en el tramo en estudio se ha analizado la deformación elástica que experimenta el pavimento bajo carga, dicha deformación dependerá del estado superficial y/o estructural del mismo.

Se efectuaron mediciones de deflexiones recuperables mediante la Viga Benkelman utilizando el correspondiente camión normalizado, además el uso de la viga permitió determinar el radio de curvatura de la línea de deflexión.

La **Viga Benkelman** es un dispositivo mecánico que mide las deformaciones en dos puntos de contacto, esta viga se coloca entre las ruedas duales de un camión bajo eje de carga estándar 8.2 t y con una presión de inflado de llantas de 80 psi, es decir que mide la flecha máxima de la línea de deformación bajo una carga constante.

El número de puntos de ensayo se efectuó cada 100 m a lo largo del tramo y en cada carril, las mediciones de cada carril están desplazadas unos 50

m. De esta manera se tiene en forma alternada (derecha e izquierda) una medida a 50 metros.

2.9.2.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

- El punto de pavimento a ser ensayado deberá ser marcado con una línea transversal.
- La rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto seleccionado quedando éste ubicado entre ambas llantas.
- Se coloca la regla 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 regla no roce contra las cubiertas de la rueda dual.
- Se retira la traba de la regla 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.
- 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. Se da por estabilizada la deformación producida por la carga cuando la lectura inicial varía en 0.01 mm/minuta o menos.
- Establecida la lectura inicial en cero, se hace avanzar suave y lentamente el camión hasta una distancia de 4 m. aproximadamente.
- Para determinar la Deflexión Recuperable, se lee el flexímetro cada 60 segundos golpeándolo suavemente con un lápiz. Cuando dos lecturas

sucesivas no difieren en mas de 0.01 mm.se da por finalizada la recuperación del pavimento (L).

- Para determinar la Curva de Recuperación Elasto-Retardada, se pone en marcha el cronómetro exactamente en el instante en que comienza a avanzar el camión y se lee el flexímetro a intervalos de 5 seg. Registrándose todas las lecturas hasta que dos lectura separadas por un lapso de 60 seg. no difieran en más de 0.01 mm. Cuando se cumple esta condición, se da por finalizada la recuperación correspondiendo la última lectura de la Deflexión Recuperable.

2.9.2.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Se basan en el valor de la deflexión máxima y el tipo de curvatura que adopta la superficie cargada, siendo sus resultados confiables a medida que exista una base de comparación en una gran gama de variedades de estructuras.

2.9.2.3. CALCULO DE DEFLEXIONES

El procedimiento para el cálculo de las deflexiones es simple. Para el caso de la deflexión máxima, la lectura máxima (L1) se multiplica por 2 y para la lectura a 25 cm (L2) también se multiplica por 2. (Según CONREVIAl).

Pr lo cual se tiene: Deflexión máxima = 2*L1

Deflexión a 25cm = 2*L2

Se multiplican por 2, debido a que la relación de brazos de la Viga Benkelman empleada es 1: 2.

a. Corrección de las Deflexiones por efecto de la Temperatura

Para medir la temperatura del pavimento se realiza un orificio (antes y durante el ensayo) y se llena con agua. Una vez pasado el tiempo necesario para que adquiera la temperatura del pavimento, se inserta el termómetro y se lee la temperatura.

Para un pavimento dado, la magnitud de las deflexiones aumenta con un incremento en la temperatura de la carpeta, atribuido a una menor rigidez de la mezcla. Para corregir la deflexión por efecto de la temperatura, se aplica la siguiente fórmula:

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{1 \times 10^{-3} (1 / \text{cm } ^{\circ}\text{C}) \times h \times (t - 20^{\circ}\text{C}) + 1}$$

Donde :

D_t = Deflexión recuperable, medida a la temperatura “ t ” °C en centésimas de mm.

D_{20} = Deflexión recuperable, medida a la temperatura estándar (20 °C).

h = Espesor de la carpeta asfáltica en cm. medido en el borde del pavimento.

t = Temperatura de la carpeta asfáltica al momento de ejecutarse el ensayo.

b. Corrección de las Deflexiones por Estacionalidad

La capacidad de deformación de los suelos está influenciada por el grado de saturación que experimentan, por lo tanto, es deseable que la medición de deflexiones se realice durante la estación de lluvias, durante la cual los suelos se encuentran en la situación más crítica. De no ser así, se debe efectuar la corrección de las medidas a fin de tomar en cuenta dicho aspecto.

Para fines prácticos se propone el uso de los siguientes factores de corrección, considerando el tipo de suelo de subrasante y la época en que se realizaron los ensayos.

Tabla N° 04: Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE	ESTACION LLUVIOSA	ESTACION SECA
Arenosa permeable	1.0	1.1 a 1.3 IRI ≤ 6
Arcillosa – sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: CONREVIAl MTC

2.9.2.4

ANÁLISIS DE DEFLEXIONES

a. Determinación del Radio de Curvatura

El grado de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas, y en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.

El radio de curvatura queda definido por la siguiente relación, en la cual se considera que la línea de Deflexión se aproxima a una parábola hasta una distancia algo mayor de 25 cm del eje de carga, para sufrir luego una inflexión y tender asintóticamente hacia la horizontal, la curvatura de la parábola queda definida por su parámetro, que en la zona de máxima curvatura se confunde practicante con el radio del circulo osculador en dicho punto.

$$R = \frac{10 \cdot (25^2)}{2(D_0 - D_{25})} = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

R = Radio de Curvatura en metros

Do = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros

D25 = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros, a 25 del eje de carga

10 = Coeficiente por cambio de unidades

Siguiendo la metodología de CONREVIAl del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se determina los valores de deflexiones corregidos por temperatura y estacionalidad, se elabora el deflectograma y se analiza a fin de definir sectores homogéneos y determinar valores representativos en base a la deflexión característica con una confiabilidad de 95%.

Adicionalmente se determina el radio de curvatura, que expresa el grado de curvatura de la línea elástica de deflexión, es una característica de fundamental importancia que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas asfálticas al flexionar bajo carga y en consecuencia en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.

Los trabajos de campo se complementan mediante ensayos destructivos, consistentes en la extracción de testigos de pavimentos, de modo que con ellos se pueden efectuar mediciones de espesores de las distintas capas del pavimento y de la subrasante y realizar ensayos de densidad.

La determinación de los puntos donde se ejecutan las calicatas se relacionan con los resultados de la evaluación deflectométrica.

Se efectúa un análisis estadístico por sectores de comportamiento homogéneo con la finalidad de determinar la Deflexión Característica, la Deflexión Promedio y si requiere un aporte estructural o no.

b. Deflectograma

El deflectograma es empleado para juzgar la capacidad portante del pavimento, cuando se dispone de los resultados de todos los estudios llevados a cabo.

La introducción y generalización de las medidas de deflexiones ha permitido un aporte de interés en el campo de la mecánica de calzadas al revelar la des uniformidad de su capacidad estructural, aún en aquellas consideradas como correctamente proyectadas y construidas, lo que obliga a su estudio con criterio probabilístico.

Una primera des uniformidad, en el sentido transversal se revela en muchos casos por las mayores deflexiones de la huella externa con respecto a la interna de un mismo carril, atribuidas principalmente a una reducción del confinamiento lateral asociada a la terminación del pavimento, y a condiciones más adversas de suelo, principalmente en lo que hace a su contenido de humedad y grado de densificación.

Por este motivo, las determinaciones se han conducido en la huella externa del carril considerado crítico a una distancia del borde variable en función del ancho de la calzada, según las recomendaciones indicadas en la norma de ensayo ya citada.

La des uniformidad en el sentido longitudinal se revela en la gran dispersión de valores individuales, aún para determinaciones muy próximas entre sí (por ejemplo 20m), debido a la variabilidad de las propiedades de los materiales y del proceso constructivo.

Dado que para interpretar los resultados no se puede considerar los valores individuales, surge la necesidad de establecer una deflexión que represente adecuadamente cada sección o tramo de pavimento, y, por ende, de una evaluación estadística.

.El **Deflectograma** constituye un elemento fundamental para el análisis de la variabilidad de la capacidad estructural. En este sentido cabe destacar que el principal objetivo de la medición de deflexiones radica en poder diferenciar secciones de distinta capacidad estructural en un mismo tramo.

Por lo tanto, es en base al deflectograma que se procede a:

- Diferenciar secciones de distinta capacidad estructural y/o comportamiento considerando deflexiones, fallas observadas y estructura del pavimento, las que son posteriormente procesadas estadísticamente.
- Eliminar valores extremos aislados, no representativos y que distorsionan los resultados.
- Obtenidos los parámetros estadísticos, ubicar las perforaciones requeridas para interpretar los resultados, en zonas representativas de buen y mal comportamiento.
- Delimitar secciones en las que se requiere intensificar los estudios o realizar estudios especiales.

CAPITULO III: METODOLOGIA

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Población y Muestra

3.1.1. Población:

La población está conformada por 13,683 Kilómetros de carretera Pavimentada con mezcla asfáltica en el Perú., distribuidos de la siguiente manera:

Tabla N° 05 : Evolución del tipo de superficie de rodadura de la Red Vial Nacional 1990 á 2012 (Kilómetros)

Clasificador	Años										
	1990	1995	DS-009-1995			DS-034	DS-044-2008				
Años	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011P	2012P
PAVIMENTADO	5,740	6,477	8,523	8,731	8,911	11,178	11,370	11,500	12,445	12,663	13,040
AFIRMADO	6,958	6,602	6,762	5,901	6,721	7,537	7,601	8,069	8,601	8,383	8,006
SIN AFIRMAR	2,552	2,773	1,502	1,899	1,899	3,089	2,896	2,896	1,634	1,634	1,634
TROCHA	442	667	267	326	326	2,035	2,035	2,035	915	915	915
TOTAL	15,692	16,519	17,053	16,857	17,857	23,838	23,903	24,500	23,596	23,596	23,596

•Fuente:

Del año 1990 al año 2007: INEI. Años 2008-2009: DS 044-2008-MTC-DGCF. Para el año 2010: Estudio de Inventario Vial Básico de la RVN o Estudio de Medición de las rutas nacionales: DGCF-MTC

Proyecciones años 2011 y 2012: Estimaciones de PVN/OPEI: según criterio de intervenciones en la RVN

Fuente: INEI -MTC

3.1.2. Muestra:

La muestra está conformada por el total de **10 Kilómetros de la carretera asfaltada Trujillo – Otuzco km 30 +000 al km 40+000**

3.2. Modalidad Básica de la Investigación

Las modalidades de investigación empleadas fueron:

- Documental Bibliográfico.- Se consultó material bibliográfico sobre conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de

rodadura asfálticas, costos de operación vehicular y mantenimiento vial, en carreteras con superficie de rodadura asfálticas.

3.3. Tipo de Investigación

Los niveles de investigación en el proyecto serán:

- **Descriptivo.-** Definimos nuestro modelo de estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por contratos por niveles de servicio de superficies asfálticas
- **Explicativo.-** Se aclara la aplicación del modelo de estrategias óptimas para la conservación de la vías asfaltadas y el desarrollo vial mediante los contratos por niveles de servicio de superficie de rodadura asfáltica, que permitirá el ahorro en los costos de operación vehicular y mantenimiento vial.

3.4. Operacionalización de las Variables

3.4.1 Variable Independiente.

Tabla N° 6: Estrategias Óptimas, Contratos por niveles de servicio en Carreteras Asfaltadas.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
Los Contratos por Niveles de Servicio	Inventario Vial	Longitud Sección Típica Sistema de drenaje Señalización	¿Cuál es longitud? ¿Cuál es la sección típica? ¿Qué sistema de drenaje existe? ¿Qué tipo de señalización existe?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Uso de sistema de posicionamiento global Cartas topográficas Cámara fotográfica
	Evaluación de la capa de rodadura	Tráfico Suelo Pavimento	¿Qué tráfico posee la vía? ¿Cuáles son las condiciones del suelo de fundación? ¿Cuáles son las condiciones de la estructura de pavimento?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Normas de diseño geométrico Cartas topográficas
	Niveles de intervención	Mantenimiento rutinario Mantenimiento periódico Rehabilitación y mejoramiento	¿Cuáles son las tareas de mantenimiento rutinario? ¿Cuáles son las tareas de mantenimiento periódico? ¿Cuál son las tareas de rehabilitación y mejoramiento?	Observación directa Fichas nemotécnicas Lista de chequeo
	Modalidad de Ejecución	Administración Directa Contrato por Niveles de Servicio Concesión Convenio Interinstitucional	¿Cuál es la modalidad de Administración Directa? ¿Cuál es la modalidad por Niveles de Servicio? ¿Cuál es la modalidad de Concesiones? ¿Cuál es la modalidad de Convenios Interinstitucionales?	Observación directa Cuaderno de notas

Variable Dependiente.

Tabla N° 7: Conservación y Desarrollo Vial en carreteras asfaltadas

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
	Mantenimiento Rutinario	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimientos
CONSERVACION VIAL				
	Mantenimiento Periódico	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimientos

*Fuente: Elaboración propia

3.6 CONTRATOS PARA LA CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO

Los contratos de conservación vial por niveles de servicio tienen como objetivo general alcanzar un adecuado nivel de transitabilidad, confort y seguridad dentro de la red vial nacional a través de la ejecución permanente de actividades de conservación rutinaria, conservación periódica, reparaciones menores, relevamiento de información y atención de emergencias viales, mediante la contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio con plazos superiores a tres años. En la medición de niveles de servicios se evalúan: calzada, bermas, zonas laterales (derecho de vía), drenaje y estructura vial. Utiliza la inspección visual como forma de medición.

Tabla N° 08: Medición de niveles de servicio

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Calzada	- Limpieza - Baches - Encalaminado	Inspección Visual En camioneta En camioneta	- Siempre Limpia libre de escombros - No Baches ó Cero Huecos - 20% longitud
Bermas	- Limpieza - Baches	Inspección visual	- Siempre Limpia libre de escombros - No Baches ó Cero Huecos
Zonas Laterales (Derecho de vía)	- Roce - Taludes y Terraplenes	Inspección visual	- Altura Máxima. 0.30 M. - Deberán presentarse sin deformaciones, asentamiento o erosión alguna.
Drenaje	- Cunetas - Alcantarillas - Bajadas de Agua - Badenes	Inspección visual	Siempre limpias, libre de residuos sólidos, vegetación y cualquier otro elemento que cauce obstáculo
Estructuras Viales	Puentes y Pontones Muros	Inspección visual	- Siempre Limpios y libre de obstáculos - Drenes Abiertos

Fuente: MTC-PROVIAS.

CAPITULO IV: RESULTADOS

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla N° 9: Principales Carreteras Nacionales, ubicación y longitud

TRAYECTORIA	UBICACION	LONG KM
A) EJES LONGITUDINALES		
PE-1N Longitudinal de la Costa Norte Canta Anta (PE-22) – Casma – Dv Samanco – Dv Chimbote – Canta – Dv Pte Macara (PE 1N L) – Canal Via Sullana – Pte. Zarumilla – Nv. Pte. Internacional (Frontera con Ecuador)	Lima – Ancash – La Libertad – Lambayeque – Piura - Tumbes	1,327.09
PE-1S Longitudinal de la Costa Sur: Canta Anta (PE-22) - Chíncha (PE-26) – Ica – Nazca – Yauca – Atico – Camaná – Dv Apiao - La Repartición – (Dv Arequipa) (PE-34 A) - Dv Matarani (PE-34) – Dv Moquegua (PE-36 A) - Dv Ilo (PE-36) Tacna (PE-38) - Dv Pacha (PE-40) - Dv Costanera (PE-13 D) – La Concordia (frontera con Chile)	Lima – Ica – Arequipa – Moquegua - Tacna	1,325.46
PE-1N Longitudinal de la Sierra Norte: Repartición La Oroya (PE-22) – Dv Tarma (PE-22 B) – Junin – Unto (PE-20 A) – Dv Cerro de Pasco – Huánuco – San Rafael – Ambo (PE-18) Huánuco – La Union – Huallanca – Chiquian – Conococha (PE-16) – Recuay – Huaraz (PE-14 y PE-14 A) – Pte Jargas – Carhuaz – Yungay – Caraz – Huallanga – Pte Huarochiri - (PE- 3n A) – Chuquicara (PE-12) – Quiroz – Tauca - (PE-3N A) – Cabana – Patasca – Candago de Chuco – Chorey (PE-10 A) – Quiruvilca – Huamachuco – Cajabamba – San Marcos – Cajamarca (PE-06 y PE-06 B) – Hualgayoc – Bambamarca – Chota (PE-3 NC) – Cutervo – Chipre (PE-04 C) – El Tambo (PE-04 B) – Córdor (PE-02 B) – Huancabamba - (PE-02 A) – Cochabamba – Vado Grande	Lima – Junin – Pasco – Huanuco – Ancash – La Libertad – Cajamarca - Piura	2047.69
PE-3S Longitudinal de la Sierra Sur: Repartición La Oroya (PE-22) – Puente La Oroya – Chacapalpa – Pte. Matachico – Jauja – Concepción – Huancayo – Huanta – Ayacucho – Ocros – Andahuaylas – Abancay – Pte Cunyac – Cuzco – Puente Sicuani – Abra La Raya – Calapaja – Juliaca – Chucto – Ilave – Pte Ilave (PE-38 A) – Pomata – Dv Antiguo Pte Desaguadero (PE-36 A) Frontera con Bolivia – Puente Internacional Desaguadero	Lima – Junin – Ayacucho – Apurimac Cusco - Puno	1509.82
PE-6N Longitudinal de la Selva Norte Pte. Rather – Paucartambo – (PE-5N A) – Villa Rica – Dv Puerto Bermudez – Ciudad Constitución – Pte Paicazu (PE-5N A) – Dv Pto Inca - Von Humbolt (PE-18 C) – Pte San Alejandro - San Alejandro – Aguaytia – Pte Aguaytia – Pte Boqueron del Padre Abad – Abra la DM soria El Boche – Pte Pumahuasi – Dv. Tingo María - (PE-15 A) – Aucayacu – Pte Uchiza – Pte Huaynabe - (PE-12 A) – Tocache – Pte. Pizana – Pte Cachiacu – La Polvora – Pte Punta Arenas – Dv Pachiza (PE-10 B) – Juanjui – Abra La Divisoria – Juan Guerra – Tarapoto (PE-5N B) – Pte Cumbaza – Tabalosos – Pte Ecuador – Moobamba – La Cazada (PE-08 B) – Rioja – Pte Yuracyacu – Nva. Cajamarca – Pte Naranjillo – Pte Aguas Verdes – Pte Imaza – Ingenio (PE-05 C) - Naranjos – Bagua Grande – El Reposo (PE-5N C) – Corral Quemado -Chamaya – Dv. Olmos (PE-04 C) – Jaen – Dv El Puente (PE-02 B) – Tamborapa – San Ignacio – Pte La Balsa (Frontera con Ecuador)	Junín – Pasco – Ucayali – Huánuco – San Martín Amazonas - Cajamarca	1543.40
PE-5S Longitudinal de la Selva Sur: Pte. Rather (PE-5N) – Perene – Pte Kmeati – Bajo Pichanaqui – Pte Pichanaqui – Boca de Ipaji – Pte Ipoti – Abra Portillo – Satipo (PE-24 A) – Pte. La Breña – Mazamari (PE-30 C) – Rio Heato *Frontera con Bolivia)	Junin – Cusco – Madre De Dios	1074.35

Figura N°13: Conservación por niveles de servicio contratados. Fuente: MTC-PROVIAS

1	Humajalso- Desaguadero	Puno	207.00	24,9044.608
2	Pte. Camiara-Tacno-La Concordia Tacna-Tarata, Tacna-Palca e Ilo-Tacna (La Costanera)	Tacna	400.00	55,453.266
3	Cañete-Lunahana-Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga – Dv Yauyos - Ronchas	Lima - Junín	281.73	131,589.140
4	Huancayo - Imperial – Izcuchaca – Ayacucho e Imperial – Pampas - Mayoc	Junín - Huancavelica	421.49	54,271.845
5	Cajamarca – Celendín – Balsas – Dv. Chachapoyas - Chachapoyas – Pedro Ruiz	Cajamarca - Amazonas	372.26	64,960.054
6	Santa - Yuracmarca – Sihuas – Huacrachuco – Dv Pte Cumaro tramo Yuracmarca – Sihuas – San Pedro de Chonta	Ancash - Huánuco	280.00	59,560,776
7	Lima – Canta - Huaylay Emp 3N y Chancay - Huaral –Acos - Huaylay	Lima - Pasco	374,35	29,231,906
8	Ayacucho – Andahuaylas – Puente - Sahuinto	Ayacucho - Apurímac	384.50	47 588,048
9	Huanuco- La Union – Huallanca – Dv. Antamina	Huanuco - Ancash	172.00	67,313,098
10	Huaura - Sayan- Oyon - Ambo y -Rio Seco - Sayan	Lima- Pasco- Huanuco	343.41	67,667,005
11	Juliaca – Huancane - Moho-Tiali- Frontera Bolivia -y Dv. Huancane - Putina – Bandia - San Ignacio	Puno	436.83	188,656,802
12	EMP 38 - La Quinua - San Francisco – Unión Mantaro (Pto.Ene) - Punta de Carretera	Ayacucho	306.00	125,721,100
13	La Oroya – Chicrin - Tingo Maria - Emp 5N (DV. Tocache)	Junin – Pasco – Huánuco - Ucayali	367.00	121,593,892
14	Emp. 3s Comas - Satipo – Mazamari –Puerto Ocopa - Atalaya y Mazamari – San Martín de Pangoa - Punta de Carretera	Junin	472.80	235 991,800
15	Dv Otuzco - Dv Cayacuyan – Huamachuco – Cajabamba – San Marcos Cajamarca	La Libertad, Cajamarca	334.00	104,197,512
16	Emp 1N <i>Conochocha</i> – Huaraz – Caraz – Molinopampa – y Emp. 3N Chiquian- Aquia – Emp. 3N	Ancash	332.00	175,638,809
17	Carretera Pimentel – Emp. PE 1N / Chiclayo - Chongoyape – Puente Cumbil - Emp. PE 3N (Cochabamba) – Chota – Hualgayoc – y Emp. 3N – Santa Cruz - Puente Cumbil	Lambayeque, Cajamarca	394.00	132.727,173
18	Carretera Emp. PE 22B (Puente Rather) – Puente Paucartambo - Villa Rica - Puerto Bermudez - Von Humbolt y Puente Paucartambo - Carapampa	Junin, Pasco	365.00	204,295,00
19	Emp. 38B (Izcuchaca) – Huancavelica - Plazapata - Castrovirreyna-Ticrapo – Pampano --Santa Ines-Pipichaca y Rumichaca	Huancavelica	290.00	133,896.680
20	Emp. PE 18 A (DV. Tingo María) –Aucayacu – Nuevo Progreso Tocache – Juanjui – Picota - Tarapoto	San Martin, Ucayali	458.00	181,376,627
21	DV Abancay – Chuquibambilla – Chalhuahuacho – Santo Tomás - Yauri	Apurímac - Cusco	436.00	176,737,225
22	Chachapoyas – Molinopampa – Rodríguez Mendoza – Punta Carretera	Ancash	135.00	77,232,106
23	Dv. Cochabamba – Cutervo – Emp IIRSA Norte – Chamaya – Jaen – San Ignacio – Puente La Balsa	Cajamarca - Amazonas	267.00	106,709,571
24	Límite regional y Vía Evitamiento Chiclayo – Lambayeque –	Lambayeque	261.66	63,184,567

	Mocce – Dv Olmos			
25	Puente Ricardo Palma – La Oroya – Huancayo – Jauja - Tarma	Lima, Junin	349.39	149,465,843
26	Dv Bayovar – Bappo – Sechura - Piura – Dv. Bayovar	Piura	253.00	64,918,500
27	Dv Las Vegas – Tarma – La Merced – Satipo	Junin	230.40	71,875,238
28	Dv. Paita - Sullana – Dv Talara – Maconra – Aguas Verdes – Sullana – Macara – Límite internacional lado Perú eje vial N° 01	Tumbes, Piura	437.60	141,409,094
29	Guadalupe – Ica – Palpa - Atico	Ica, Arequipa	379.78	113,725,146
30	Cusco Pisac, Urcos – La Raya, Urubamba Chincheros y Yauri – San Genaro – Sicuani y Huacarpay – Huambuto - Pisac – Altamayo – Quillabamba	Cusco	515.88	165,511,462
31	Puno – Desaguadero, Calapuja – La Raya e llave - Mazocruz	Puno	367.50	129,109,158
32	Acc. Microondas – Pte Fiscal – Puente Montalvo, Matarani - LA Curva y Dv Ilo – Pte Camiara, Atico – Acc. Microondas	Arequipa, Moquegua, Tacna	515.78	120,207,400
33	Pta. Pejerrey – San Clemente – Ayacucho	Ica, Huancavelica, Ayacucho	402.00	120,600,000
34	Ciudad de Dios - Cajamarca y Trujillo – LIm Raegional Lambayeque	Cajamarca, La Libertad	379.50	85,387,500

Tabla N° 10: Conservación por Niveles de Servicio Contratados Fuente MTC

Tabla N° 11: Conservación vial por Niveles de Servicio 2010 – 2011 fuente MTC

	Tramo	Ubicación	Gestión Km	Monto S/.
1	Puquio – CoraCora - Emp. PE-1S (Chala) Coracora - Yauca-Emp. PE-1S	Ayacucho - Arequipa	454.40	136,320.000
2	Mollopampa - DV Santa - Santa (Emp PE 1N) Chuquicara - Pte. Quiroz - Tauca	Ancash	250.200	22.518.00
3	Ruta PE 05NC Tramo Emp 5N (El Reposo) - El Milagro - Dv Bagua Chica - Chiriaco - Pte Wawico - Pte Nieva - Sarameriza	Amazonas - Loreto	338 52	175,226,330
4	Corredor Vial N° 36: Casma-Huaraz-Monzon-Tingo Maria	Ancash - Huánuco	450 50	135,150,000
5	Pumahuasi - Pucallpa	Ucayali	234 00	67,750.000
6	Carretera PE 38B Tramo Emp PE 38 (Tarata) - Candarave - Cachicucho Emo PE 36A (Pte Pasto Grande)	Tacna	175 90	58,047,000
7	Huancavelica - Lircay - Lagunillas	Huancavelica	250 00	75,000.00
8	Shorey - Santiago de Chueo - Pallasca	La Libertad - Ancash	237.77	62,331.000
9	Emp. PE-3S (Abra Toccto) - Querobamba - Puquio	Ayacucho	364.70	109,410,000
10	Emp. PE-1S (El Alto) Huambo - Chivay - Vizcachane- Dv. Patahuasi; (Emp PE-34E)	Arequipa	233.20	84,990,000
11	Urcos - Sicuanl - Juliaca (Emp interoceánica)	Cusco	271.00	101,625.00
12	Arequipa - Omate - Tarata (Emp R034A).	Arequipa - Moquegua	224 40	67,320,000
13	Emp. R1N (Sajino) - Palmas - Ayabaca - Huancabamba – Tambo – Ramal/ Huancabamba - Canchaque	Piura	478.10	143,430,000
14	Emp. PE 1S (Quilca) - Matarani - Mollendo - La Curva - Amoquinto - La Fundación - Ilo (Costanera)	Arequipa	335.70	91,710 000
15	Emp. PE-3S (Huambutio - Paucartambo - Itahuania - Boca Manu	Cusco - Madre de Dios	314.00	94,200.000
16	Puente Huarochiri - Mollepata - Dv Trujillo	Lima-La Libertad	357.00	117,810 000
17	Puente Comaru - Tayabamba	La Libertad	438.00	131,400.000
18	Camana - Sihuas - La Repartición (Emp IIRSA Sur) y Emp. PE-1S (Dv. Matarani) - Dv Moquegua • Dv Ilo - Pte. Camiara.	Arequipa-Moquegua- Tacna	318.00	95,400,000
19	Pata • Erp. PE 1G ¡Sultana) - Erp. PE 1S - Pcecfios - E: AJaror(Frcn Ecuador	Piura-Tumbes	133.90	40,170,000
20	San Pedro de Chonta - Uchiza - Dv Tocache / Ramal Sihuas - Recuay	Huánuco - San Martin Ancash	335.00	115,500,000
TOTAL			6,235	1.346,307.000

Los lineamientos de Política Nacional del Sector Transportes, establece la necesidad de tener una Visión integral de los servicios e infraestructura de transporte, con una Gestión integrada del sistema enfocada al usuario para mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad, mediante la Conservación prioritaria y efectiva de las infraestructuras y su desarrollo de acuerdo con la demanda y accesibilidad.

Así mismo, complementa la propuesta de planes anteriores así como la visión del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional Perú 2021 del CEPLAN, dado que esta propuesta trasciende los horizontes temporales concebidos anteriormente. Entendemos por Política las decisiones que estructuran el Sistema de Incentivos que afrontan los Agentes en el ámbito del Transporte Carretero, es decir las ventajas o desventajas para ellos de intervenir en alguno de los procesos implícitos en el desarrollo, conservación u operación vial.

Esto es especialmente difícil en el caso de la provisión de bienes públicos, como es la infraestructura de transportes porque los responsables, ministerios de transportes u obras públicas normalmente, además de conducir la política del sector generalmente intervienen directamente en la provisión de estos bienes, en una actividad conocida como “intervenciones por administración”.

Esta doble posición, como definidores de política para terceros agentes y de productores directos origina conflictos de intereses de no fácil solución. Aquí, como punto de partida se toma la posición de entregar a terceros las intervenciones sobre las carreteras en todo el ciclo de los proyectos: estudios, obras, conservación y operación, siempre y cuando sea efectivo y eficiente.

La política precede a la técnica. Es un criterio básico inicial, es decir, no existe “la mejor solución técnica” sino que las soluciones posibles, y dentro de ellas la preferida, deben recoger los valores, necesidades y posibilidades de la población, a través de los representantes elegidos por el Sistema Político. El problema para llevar esta idea a la práctica es la ineficacia de los sistemas políticos existentes para recoger adecuadamente estas preferencias durante los procesos electorales y tornarlos realidad luego, y la inexistencia de un procedimiento para recogerlos durante periodos normales, no electorales; es

decir la falta de institucionalidad para que la población participe en las decisiones que afectan directamente su vida. Lo dicho es especialmente importante y complejo para el caso de los bienes públicos.

4.1.1. PRINCIPALES PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE UN NIVEL DE SERVICIO

Los principales indicadores o parámetros de medición de niveles de servicio, se encuentran agrupados en las siguientes categorías:

- Niveles de Servicio de Pavimento
 - Parámetros de calzada
 - Parámetros de Bermas

- Niveles de servicio Seguridad Vial
 - Parámetros de Señalización Horizontal
 - Parámetros de señalización Vertical
 - Parámetros de Elementos de defensa y encarrilamiento

- Niveles de servicio de Puentes
- Niveles de Servicio de Drenaje
- Niveles de servicio de la franja de derecho de vía

El parámetro de mayor relevancia y reconocimiento a nivel mundial, es el IRI (Índice Internacional de Rugosidad), ya que es el mejor indicador de la calidad funcional de una carretera. Otros indicadores muy conocidos para la calzada, son la cantidad de baches y el grado de agrietamiento, grado de ahuellamiento, etc.

En seguridad vial, normalmente se mide la visibilidad diurna y nocturna a través de parámetros como la retroreflectividad, el color, la luminancia y el contraste.

4.1.2. CULTURA PARA EL MANTENIMIENTO VIAL

Está centrada en la aplicación de una gestión que privilegie el actuar con criterio preventivo. Cambio de actuar para reparar lo dañado por el de actuar para evitar que se dañe. Modificar el quehacer institucional actual en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas.



Figura N° 14: Hacia una cultura preventiva para la conservación vial

4.1.3. LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A MANTENER EN LAS VÍAS

Las características físicas para garantizar condiciones satisfactorias al tránsito vehicular son: regularidad superficial y capacidad de soporte.

La regularidad superficial se determina mediante el Índice de Rugosidad Internacional - IRI. La capacidad de soporte se determina mediante la medición de la deflectometría del pavimento.

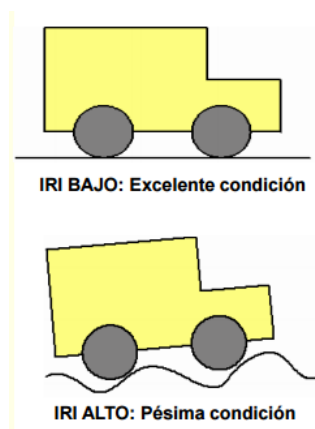


Figura N° 15: Condiciones para el tránsito vehicular



Figura N° 16 Plataformas Logísticas en el Perú

Tabla N° 12: Plataformas Logísticas en el Perú. Fuente: MTC.

N°	Nombre	Ubicación	ARTICULADORES
1	Puerto Paita	Piura	Eje Long. Costa Norte
2	Puerto Callao	Callao	IIRSA Centro y Eje Long. Costa
3	Puerto San Juan de Marcona	Ica	Eje Long. Costa Sur e IIRSA SUR
4	Puerto Matarani	Arequipa	Eje Long. Costa Sur
5	Puerto Ilo	Moquegua	Eje Long. Costa Sur
6	Puerto Saramiriza	Loreto	IIRSA NORTE e Hidrovías
7	Puerto Yurimaguas	Loreto	IIRSA NORTE e Hidrovías
8	Puerto Iquitos	Loreto	Hidrovías
9	Puerto Pucallpa	Ucayali	Eje Long Selva Norte e Hidrovías
10	Puerto Maldonado	Madre de Dios	Eje Long Selva Sur e Hidrovías



Fuente: MTC.

Fotografía N° 2: Vista de cartel de obra "Corredor Vial Interoceánica Sur Perú – Brasil"

4.1.4. NUEVOS CONTRATOS DE NIVELES DE SERVICIO

A partir de las nuevas concesiones posteriores a las dos primeras, se observa una mayor elaboración de los parámetros de Nivel de servicio, y se busca uniformizar en gran medida la cantidad de los mismos, así como los valores umbral de muchos de ellos, especialmente los referidos a seguridad vial, derecho de vía, drenaje y puentes.

En esta etapa, se ha llegado a tener hasta 200 parámetros. Una introducción muy importante fue el cálculo del Nivel de Servicio Global, que como su nombre lo indica, es la cuantificación en función a la ponderación de los parámetros según el Elemento Vial, donde 100% es la máxima calificación de Nivel de Servicio, y se calcula por deducción de condición insuficiente.

Para el cálculo del Nivel de Servicio Global, se desarrolló un procedimiento cálculo y formatos para que la medición sea estándar, el cual se sigue manteniendo a la fecha.

También se determinaron Niveles de Servicio Individuales, los cuales tienen el carácter de permanente, para su cumplimiento. Los factores de ponderación se detallan en la Tabla N° 18.

Tabla N° 13: Ponderación de elementos viales en la cuantificación del nivel de servicio global (Concesiones a partir del 2005).

ASPECTO A EVALUAR	Coficiente de Ponderación (1)	Coficiente de Ponderación (2)	Incidencia % (1)	Incidencia % (2)
Calzada	100	80	29%	25%
Bermas	40	40	12%	13%
Drenajes, puentes y viaductos	80	80	24%	25%
Área de la Concesión y Derecho de Vía	40	40	12%	13%
Seguridad vial	80	80	24%	25%
Total	340	320	100%	100%

Como se puede observar, que si bien existe mayor cantidad de parámetros de nivel de servicio de seguridad vial, éstos tienen igual peso que los parámetros de calzada y de drenajes, puentes y viaductos.

Sin embargo si juntamos los parámetros referidos a pavimentos, éstos representan el 38% del peso de la calificación.

- La mayor cantidad de parámetros son los referidos a la seguridad vial, específicamente a la señalización, con el 29.5%, dejando en segundo lugar a la calzada con el 21.6%. Sin embargo al momento de hacer la ponderación, el peso es igual al de la calzada en el escenario (2), y mayor en el escenario (1). Es decir que de acuerdo a la ponderación el elemento más importante es la calzada, y si consideramos además a la berma, definitivamente tiene más relevancia en el puntaje el pavimento.

- El procedimiento de medición y cálculo de los niveles de servicio, se hace en una muestra de la carretera, tomando unidades de muestra al azar, seleccionando tramos de un kilómetro, de cada 10, divididos en hectómetros.

4.1.5. CONTRATOS DE CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO NUEVA GENERACION

Estos contratos vienen a ser una nueva generación en la evolución de la gestión por Niveles de Servicio, los cuales están en vigencia en el Perú desde el año 2007, a través del Proyecto Perú, cuando se decide tercerizar la conservación de las carreteras en nuestro país.

Dentro de estos contratos una de las particularidades principales es que se implementan Niveles de Servicio por primera vez para vías no pavimentadas, las cuales representan la mayor longitud de nuestra red vial.

Los elementos viales que se consideran son: Calzada, Bermas, Derecho de Vía (Zonas laterales), Drenaje, Estructuras Viales y Señalización. La cantidad de parámetros se encuentra entre 11 y 20, dependiendo de la antigüedad de los contratos, alcances y tipo de pavimento. El número de parámetros se observa en la Tabla N° 19.

Tabla N° 14: Cantidad de parámetros por elemento vial (Contratos por niveles de servicio a partir del 2007)

ELEMENTO	N° Parámetros	Incidencia %
Calzada	3	13.6%
Bermas	2	9.1%
Drenaje	3	13.6%
Señalización	4	18.2%
Derecho de Vía	2	9.1%
Estructuras Viales (Puentes, Pontones y muros)	8	36.4%
Total	22	100.0%

En cuanto a la ponderación de los elementos, se observa que la calzada tiene la mayor incidencia. (ver Tabla N° 20), tanto en vías asfaltadas como en la no pavimentadas. Esta incidencia es mayor que la definida en los contratos de concesión, lo cual no necesariamente implica un mejor o peor nivel de servicio

Tabla N° 15: Ponderación de los elementos viales en la calificación del nivel de servicio

ASPECTO A EVALUAR	Coefficiente de Ponderación	Incidencia %
Calzada	50	50%
Bermas	10	10%
Drenajes	15	15%
Derecho de Vía (Zonas laterales)	5	5%
Estructuras Viales	10	10%
Señalización	10	10%
Total	100	100%

Dentro de los aspectos más saltantes de estos parámetros se tienen:

- El elemento Señalización engloba, tanto a señalización vertical, horizontal, así como los elementos de defensa.
- El elemento de estructuras viales engloba a puentes, pontones y muros.
- El procedimiento de cálculo del Nivel de Servicio, es similar al establecido en las Concesiones.
- Los niveles de servicio, en algunos casos contemplan el IRI y en otros no, lo cual está en función del alcance de los contratos donde son principalmente de conservación rutinaria. Solo se establecen como parámetro de condición, en los casos donde la Puesta a Punto determina una rehabilitación estructural, o mejora en el estándar.
- Los Niveles de servicio, al estar basados todos en inspección visual, tienen implícito un grado de subjetividad, a pesar de que los parámetros estén acotados.
- Al igual que en las concesiones, también se cuentan con tiempos de respuesta según cada parámetro.
- El incumplimiento de los Niveles de servicio, conlleva al pago de penalidades por condición insuficiente, cuando no se corrigen dentro del tiempo de repuesta establecido.

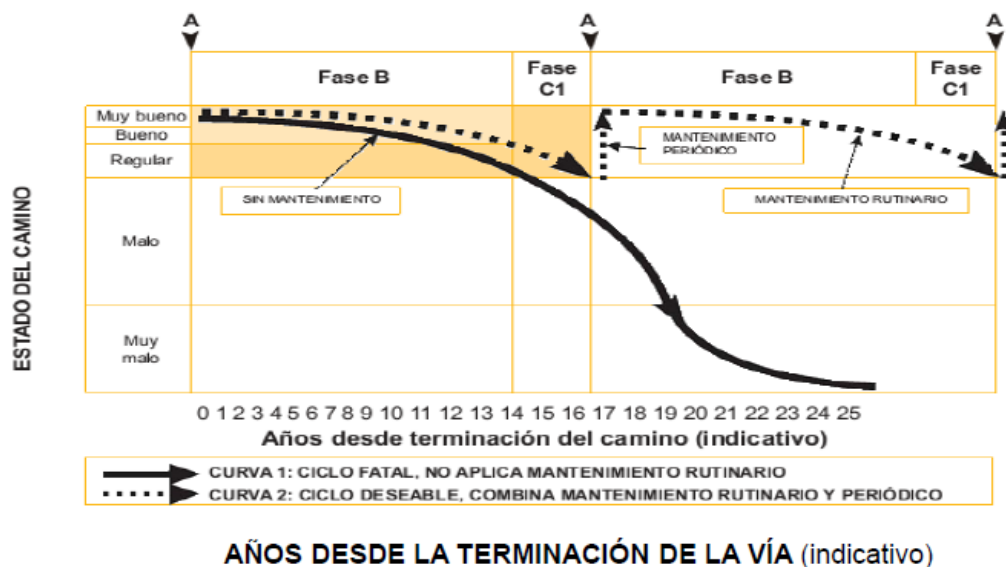


Figura N° 18: Curvas comparativas del ciclo fatal y ciclo deseable de vías asfaltadas

4.1.6. ALCANCE GENERAL DEL SERVICIO

Los Términos de Referencia contienen los procesos y procedimientos técnicos a los que se debe ceñir el Contratista durante la Fase Preoperativa y la Fase Operativa, definidos en los términos de referencia y complementado en el Contrato de Conservación Vial por Niveles de Servicio.

Fase Pre Operativa.- Actividades que desarrollará el Contratista en esta Fase:

- Diseño y elaboración del programa de Conservación Vial.
- Elaboración del Plan de Conservación Vial.
- Elaboración del plan de manejo socio ambiental.
- Elaboración del inventario vial de la situación inicial de las Rutas materia del contrato de Conservación Vial por Niveles de Servicio. o Elaboración del Plan de calidad para la ejecución de los servicios

Fase Operativa.- Actividades que desarrollará el Contratista en esta Fase:

- Implementación y puesta en marcha del Plan de Conservación Vial
- Conservación Rutinaria.
- Conservación Periódica.
- Atención de Emergencias Viales hasta garantizar la transitabilidad.
- Relevamiento de Información.
- Elaboración de Informes Mensuales e Informes Finales del Proyecto
- Implementación y puesta en marcha del plan de manejo ambiental y social.

4.1.7. Funciones de PROVIAS NACIONAL

Provias Nacional cumple las siguientes funciones dentro de la Red Vial Nacional:

- Es responsable de la ejecución de las obras del programa de inversiones correspondiente a la construcción, rehabilitación o mejoramiento de carreteras, puentes y otras obras relacionadas con la Red Vial Nacional.
- Administrar, supervisar y aprobar los estudios y la supervisión de los mismos conforme al Programa Anual de Inversiones correspondiente al proceso de construcción y rehabilitación de carreteras, puentes y otros proyectos relacionados con la Red Vial Nacional.

- Programar, ejecutar, controlar y evaluar los programas de mantenimiento rutinario, periódico y señalización de la Red Vial Nacional; incluyendo las carreteras, puentes, túneles y demás infraestructura relacionada

4.1.8. MANTENIMIENTO PERIODICO - ACTIVIDADES

Las Actividades que se realizan para el mantenimiento periódico en una vía asfáltica son las siguientes:

- a) Sellos asfálticos
- b) Recapeos asfálticos
- c) Fresado de carpeta asfáltica
- d) Microfresado de carpeta asfáltica.
- e) Reconformación de base granular en bermas.
- f) Imprimación reforzada en bermas con material granular.
- g) Nivelación de bermas con mezcla asfáltica.
- h) Sellado de fisuras y grietas en calzada.
- i) Sellado de fisuras y grietas en bermas.
- j) Parchado superficial en calzada.
- k) Parchado profundo en calzada
- l) Bacheo de bermas en material granular.
- m) Nivelación de bermas con material granular.
- n) Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico.
- o) Parchado profunda de bermas con tratamiento asfáltico.



Fotografía N°03: Actividad de tratamiento de fisuras.

4.1.9. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Se realizó con viga Benkelman (Figura N° 22), con la característica que en los cálculos no se ha considerado espesor de carpeta y corrección por temperatura, ya que se trata de una superficie granular de rodadura; para la medición de deflexiones se siguen los siguientes pasos:

. **Paso 1.** Para la ejecución del ensayo se requiere de tres operadores: un técnico calificado que lea y dicte las lecturas, un operador que anote las mediciones y un ayudante que coordine con el conductor del camión y a la vez de aviso al técnico que realiza las lecturas, cuando la varilla adosada al camión vaya coincidiendo con las marcas hechas en la viga.

- **Paso 2.** Pesar camión cargado, con eje trasero simple de 18000 libras igualmente distribuidas en un par de llantas dobles infladas a una presión de 80 psi.

- **Paso 3.** Demarcación de la vía cada 50 m en ambos extremos de la vía.

- **Paso 4.** En la zona de ensayo con la viga y camión se realiza la siguiente operación para determinar las marcas para la lectura de deflexiones:

a) Se coloca la Viga en la posición como si estuviera entre las llantas pero en la parte exterior de las mismas, haciendo coincidir, empleando una plomada, el

extremo del brazo móvil con el eje vertical del centro de gravedad. Tomando como punto de referencia una varilla vertical adosada a la parte trasera del camión (ver Figura N° 22), se efectúa una marca en la viga de manera tal que, en adelante, basta con hacerlas coincidir (la marca con la varilla vertical) para asegurarse que el extremo de la viga coincide con el centro de las llantas, en el momento de iniciar las mediciones.

b) Luego se hacen marcas para la lectura de deflexiones, en este caso a 25 cm, 40 cm y 70 cm.

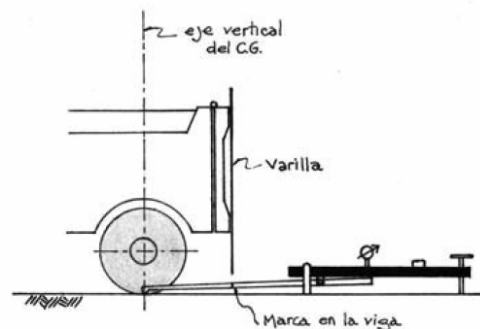


Figura N° 19 : Configuración geométrica de la carga

- **Paso 5.** Una vez instalada la viga en el punto de medición haciendo coincidir con la varilla vertical y la marca inicial (Ver figura N° 3.13), se verificará que ésta se encuentre alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión.

- **Paso 6.** Se pondrá el dial del extensómetro en cero, se activará el vibrador y mientras el camión se desplaza muy lentamente se procederá a tomar lecturas conforme la varilla vertical vaya coincidiendo con las marcas existentes en el brazo móvil de la viga y una lectura final (máxima) cuando el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo que el indicador del dial ya no tenga movimiento.

- **Paso 7.** Todas las lecturas de deflexiones se anotan en la planilla señalada en la Figura N° 3.12.

- **Paso 8.** Se calcula las deflexiones, por ejemplo para la lectura $L_{25} = 2$ (10^{-3} pulg), la deflexión es igual $D = 2 * L_{25} * FE = 2 * 2 * 1.2 * 2.54 = 12.12$ (10^{-2} mm); así se calculan para la deflexión máxima. El Factor de Estacionalidad considerado es de 1.2.

- **Paso 9.** Con todas las deflexiones máximas se calcula la deflexión promedio por carril, para cada sección.

- Parámetro de evaluación; las deflexiones promedios de las secciones se comparara con la Deflexión Admisible la cual se calcula según AUSTROAD, empleando la siguiente expresión:

$$\text{Log}(d) = -0,34 (\text{un } 0.1t) - 0.7 \log$$

Donde:

d = máxima deflexión de viga Benkelman (pulgadas)

t = espesor de material granular (pulgadas)

CBR= subrasante

Para nuestro caso: CBR de subrasante (15%) y espesor igual a 15 cm (6 pulg)

Entonces $D_{adm} = 1.09 \text{ mm}$

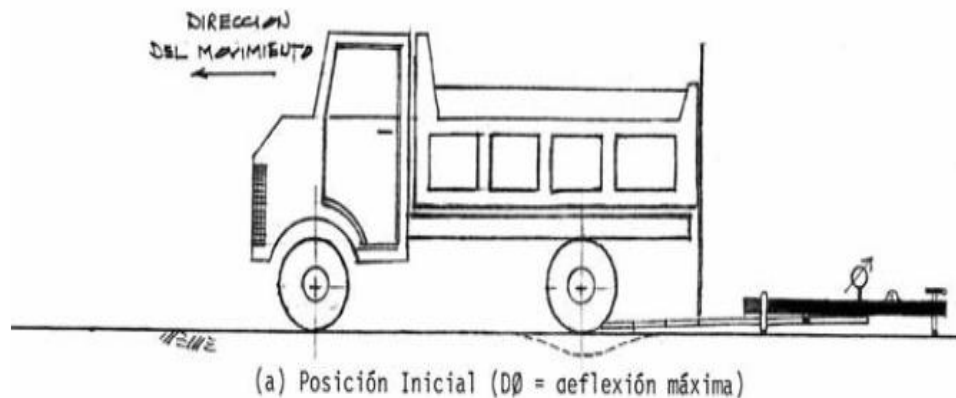


Figura N° 20: Posición Inicial de la viga

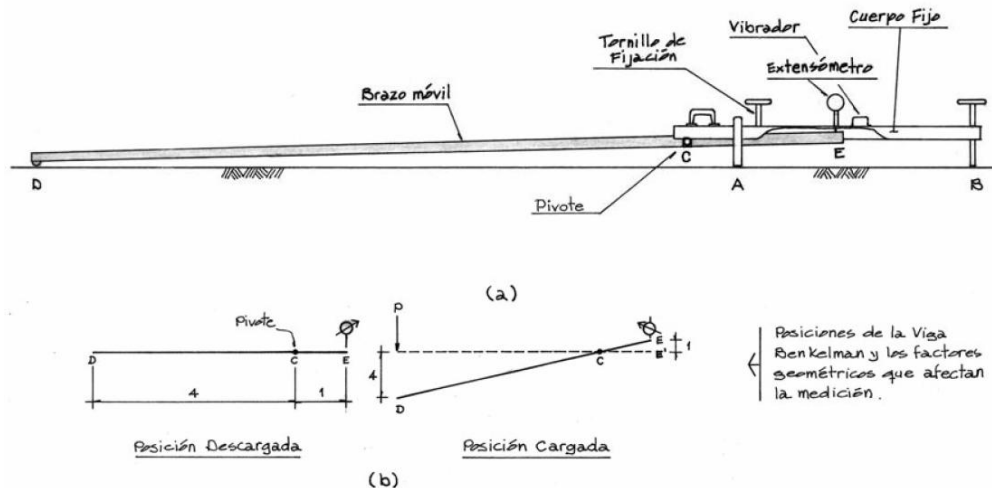


Figura N° 21: Esquema y principio de operación de viga Benkelman

4.1.10. TIPOS DE MEDICIÓN DE NIVELES DE SERVICIO SEGÚN ETAPAS DEL PROYECTO

Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales puede evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

Las áreas o sectores de influencia donde se medirán los niveles de servicio son los estipulados en las especificaciones técnicas para la conservación de carretera.

La forma de medición de los indicadores de servicio será de acuerdo a lo establecido en los presentes términos de referencia, para lo cual el supervisor deberá llevar y mantener una planilla de verificación de los niveles de servicio de acuerdo a lo detallado en la Tabla N° 21

Tabla N° 16: Planilla de niveles de servicio

PLANILLA DE RELEVAMIENTO Y CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO PRESTADO POR KILÓMETROS													
ASPECTO INSPECCIONADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NÚMERO SECTORES CON FALLAS	FACTOR DE PESO	PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO
											(1)	(2)	(3) = (1) * (2) / 10
CALZADA												50	
BERMAS												10	
ZONAS LATERALES (DERECHO DE VÍA)												5	
DRENAJE												15	
ESTRUCTURAS VIALES												10	
SEÑALIZACIÓN												10	
PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO EN EL Km.												Máximo	

En las celdas numeradas del 1 al 10 se colocará una “X” para indicar que al menos existe un incumplimiento en los niveles de servicio.

La Planilla constituye el documento de registro para comprobar el nivel de servicio prestado o el nivel de incumplimiento de los indicadores. Esta planilla será suscrita por el responsable del tramo por parte del contratista y el supervisor.

El procedimiento para el cálculo del porcentaje del incumplimiento se detalla a Continuación:

1.- La evaluación se hará cada 10 Km., tomándose como muestra un kilómetro al azar el cual se subdividirá en segmentos de 100 m cada uno (una planilla por cada 10 kilómetros).

2.- En el caso de puentes se evaluará al menos uno de los puentes en estudios emplazados en el tramo de 10km.

3.- El supervisor evaluará las variables en cada uno de los segmentos de 100 m. de acuerdo a los indicadores y tolerancias preestablecidas, procediendo a colocar un aspa (X) en los lugares donde se incumple los indicadores.

4.- El supervisor calculará el porcentaje de incumplimiento de cada una de las evaluaciones, procediendo posteriormente a obtener promedio de toda la muestra obtenida, con lo cual se calculará el porcentaje de incumplimiento o descuento total.

5.- El pago mensual = cuota mes X (100% – porcentaje de incumplimientos)

6.- El pago mensual total es igual a pago mensual - descuentos del mes por incumplimiento de órdenes de Servicios.

El valor referencial del costo de la conservación rutinaria por km.-año para los sectores indicados ha sido calculado en base a los costos modulares de conservación rutinaria que maneja la unidad gerencial de conservación para las regiones de costa, sierra o selva, según sea el caso y en base a los siguientes metrados y actividades referenciales.

Sin embargo atendiendo a que un contrato será controlado por niveles de servicio (no por ejecución ni avance de metrados), el contratista tendrá que ejecutar todas las actividades necesarias con la finalidad de cumplir con el nivel de servicio exigido y al costo ofertado.

Tabla N° 17: Indicadores de niveles de servicio antes del mantenimiento Periódico.

VARIABLE	INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	TOLERANCIA
CALZADA	- Limpieza - Baches	-Inspección Visual -Inspección Visual	- Siempre limpia - cero baches
BERMAS	- Limpieza - Baches	-Inspección visual	- Siempre limpia - Cero baches
ZONAS LATERALES (DERECHO DE VÍA)	- Roce	-Inspección visual	- Altura máxima. 0.30 M.
DRENAJE	- Cunetas - Alcantarillas - Bajadas de agua - Badenes	-Inspección visual	-Siempre limpias, libre de residuos sólidos, vegetación y cualquier otro elemento que cauce obstáculo
ESTRUCTURAS VIALES	-Puentes y pontones - Muros	-Inspección visual	- Siempre limpios y libre de obstáculos - Juntas de dilatación sin restricciones - Apoyos libres de restricciones al desplazamiento y rotación. - Drenes abiertos



Fotografía N° 04: Maleza en la zona inspeccionada

Tabla N° 18: Indicadores Niveles de Servicio después del Mantenimiento Periódico

VARIABLE	INDICADOR	FÓRMA DE MEDICION	TOLERANCIA
CALZADA	- Limpieza - Baches - Fisuras >3 mm y < 6 mm	Inspección Visual Inspección Visual Odómetro Odómetro	- Siempre limpia - Sin Baches - 10% tolerancia = área - 0% tolerancia - área
BERMAS	- Limpieza - Baches	Inspección Visual	- Siempre limpia - Cero Baches
ZONAS LATERALES (DERECHO DE VIA)		Inspección Visual	
DRENAJE	• 4»	Inspección Visual	
ESTRUCTURAS VIALES	Puentes, Pontones y Muros		
SEÑALIZACION	- Verticales - Horizontales - Hitos kilométricos - Guardavias	- Retroreflectómetro - Retroreflectómetro - Inspección Visual - Inspección Visual	



Fotografía N° 05: Vista de señalización Horizontal



Fotografía N° 06: Vista de cuneta limpia



Fotografía N° 07: Vista de alcantarilla limpia y libre de maleza



Fotografía N°08: Medición de señalización horizontal



Fotografía N° 09: Medición de señalización vertical

4.1.11. UNA PROPUESTA DE MEJORA DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Según la misma forma de contratación, las características o niveles de servicio que deberían ser exigidos en la Conservación y desarrollo vial deben ser las siguientes, según las comparativas con otros contratos.

- **Calzadas de asfalto:** No deben presentar baches, asentamientos ni deformaciones o huellas mayores a 1 cm. Las grietas mayores a 3 mm deben encontrarse selladas. Si el área es mayor a un 20%, debe aplicarse una lechada asfáltica o sello a entero cargo del contratista.
- **Bermas:** Deben tener su ancho completo y bombeo adecuado. Las bermas de concreto o mezcla asfáltica, no deben presentar losas o trozos sueltos, ahuellamiento, deformaciones ni desniveles mayores a 1 cm. entre ellas o respecto a la calzada. Sus juntas y grietas deben estar

selladas. En cuanto a las bermas granulares éstas deben estar sin baches ni erosiones y el desnivel no ha de ser mayor a 2 cm., así como la superficie no debe estar suelta ni con sobretamaño mayor a 3”.

- **Obras de arte mayores:** Todo puente o paso a distinto nivel debe encontrarse en perfecto estado estructural: carpetas sin baches ni grietas, ferretería completa, drenajes limpios. En general, la estructura debe estar limpia, con sus vigas y barandas pintadas. En el caso de puentes, su cauce por lo menos 100 metros aguas arriba y abajo debe asegurar un escurrimiento adecuado; cepas y estribos no deben mostrar socavación.
- **Obras de arte menores:** Toda losa, alcantarilla, sifón cámara, sumidero, etc., debe estar libre de todo elemento que impida u obstaculice el libre escurrimiento de las aguas. Los elementos estructurales no deben presentar deformaciones, asentamientos, fierros a la vista ni corrosión.
- **Seguridad vial:** Señalización vertical completa, sin óxido, bien ubicada e instalada. Las leyendas y símbolos no deben estar rayados y no deben existir avisos ilegales. La demarcación debe tener una reflectancia mínima de 70 m.c.d/lx/m² y tanto líneas como letras y símbolos deben estar completos, con sus dimensiones y posición correcta y visible perfectamente de día y de noche. En cuanto a las defensas camineras, éstas deben estar completas, sin óxido y su pintura en buen estado.
- **Derecho de vía:** Toda el área comprendida entre los límites laterales del área fiscal, debe estar limpia de todo elemento extraño como escombros, basuras, etc., No debe existir vegetación que interfiera el adecuado escurrimiento de las aguas hacia las obras de saneamiento, ni que impida la total visibilidad de la señalización y defensas camineras. Los árboles deben presentarse firmes y sin riesgo que caigan ramas sobre las pistas.

4.1.12. PROPUESTA DE MEJORA EN LA MEDICIÓN DE NIVELES DE SERVICIO EN ÉPOCAS DE LLUVIAS.

Para la medición en épocas de lluvia, en este tipo de obras debe cambiar la forma de medición, siendo los parámetros mucho más accesibles para el trabajo del

contratista, según el cuadro de parámetros para épocas de lluvia, como se indica en la Tabla N° 19 .

La medición no deberá ser suspendida pues de ser así, no habría una medida de control entre el contratista y la entidad supervisora.

Tabla N° 19: Parámetros de medición propuesta para zonas de lluvias

VARIABLE	INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	TOLERANCIA
CALZADA	- Limpieza - Baches - Fisuras > 3 mm y < 6 mm - Fisuras > 6 mm	Inspección visual Inspección visual Odómetro Odómetro	- Siempre limpia - 10°/i baches - 20W de tolerancia - área - 5°/o de tolerancia - área
BERMAS	- limpieza - Baches	Inspección visual	- Siempre limpia - Baches
ZONAS LATERALES (DERECHO DE VÍA)	-Roce -Taludes Terraplenes	Inspección visual	- Altura máxima. 0.40 M. - Deberán presentarse sin deformaciones, asentamiento o erosión alguna.
OBRAS DE ARTE MENOR	- Cunetas - Alcantarillas - Bajadas de Agua - Badenes	Inspección visual	Se tendrá una tolerancia de 10°/o de residuos sólidos, vegetación y cualquier otro cauce obstáculo.
OBRAS DE ARTE MAYOR	- Puentes y Pontones, muros	Inspección visual	- Se tendrá una tolerancia de 10% en puentes y entorno (accesos y cauce) Juntas de dilatación funcionales (completas sin restricciones). - Apoyos Libres de estricciones al desplazamiento y rotación. - Estructuras metálicas sin oxido. - Estructuras de concreto sin delaminación ni disgregación. - Conexiones completas y ajustadas. - Barandas pintadas y completas. - Drenes completos y abiertos.

SEGURIDAD VIAL	- Verticales	- Retroreflectómetro	- Completas y limpias. - Amarillo: 50cd/lux/m2, - Blanco: 320cd/lux/m2. - Naranja: 60cd/lux/m2
	- Horizontales	- Retroreflectómetro	- Amarillo: 150cd/lux/m2, - Blanco: 150cd/lux/m2.
	- Hitos kilométricos	- Inspección Visual	- Completas y limpias.
	- Guardavias	- Inspección Visual	- Completos, limpios, pintados y sin deformaciones

Minimizar subjetividad de parámetros de niveles de servicio en zona de selva por alta variabilidad climática.

Para poder realizar una medición de niveles adecuada, tanto para la medición del cliente como para el contratista, es necesario realizarla a través de parámetros no objetivos y medibles y no subjetivos. Por tal motivo, sería necesario hacer una reestructuración de la medición de niveles, no solo en la planilla de medición, sino en los indicadores de los términos de referencia.

Según la experiencia obtenida en los diferentes contratos de niveles de servicio, a continuación se proponen los siguientes indicadores con sus respectivas tolerancias. Así como también la planilla de medición en campo, son sus respectivos pesos.

Tabla N° 20: Parámetros de medición propuesta para disminuir subjetividad

VARIABLE	INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	TOLERANCIA
CALZADA	Baches	Visual/ Odómetro	Sin baches
	Fisuras > 2mm	Odómetro	No hay tolerancia
	Fisuras >1 mm y < 2mm	Odómetro	5% de la muestra materia de evaluación (ml)
	IRI	Instrumental (Perfilómetro, roughometer, Road Surface Tester)	<2.5 m/Km.

	<i>IFI</i>	Instrumental (Péndulo TRRL, SCRIM, <i>GripTester</i>)	<0.5
	Calzada	Visual	Siempre limpia libre de escombros
<i>BERMA</i>	Baches y Fisuras	Odómetro	Sin baches y sin fisuras > 2 mm
	Berma	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^a
OBRAS DE ARTE MENOR	Cunetas	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^a
	Alcantarillas	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^b
	Badenes	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^c
SEÑALIZACIÓN	Vertical	Retroreflectómetro vertical / Colorímetro	Completas y limpias ^d Blanco: 70cd/lux*m2; Amarillo: 50cd/lux*m2; verde: 9cd/ux*m2. Equipo proporcionado por el contratista
	Horizontal	Retroreflectómetro Horizontal/Colorímetro	Blanco: 150cd/lux*m2; Amarillo: 120cd/lux*m2 ^e . Equipo proporcionado por el contratista
SEGURIDAD VIAL	Guardavías	Visual / Retroreflectómetro	Completos, pintados, limpios y sin deformación ^f
	Delineadores	Visual / Retroreflectómetro	Completos, pintados, limpios y sin deformación ^f
OBRAS DE ARTE MAYOR	Puentes	Visual	Pintados, limpios y libres de amenazas para su funcionamiento y conservación adecuados ^h
	Pontones	Visual	Pintados, limpios y libres de amenazas para su funcionamiento y conservación adecuados ⁱ
ZONAS LATERALES (DERECHO DE VÍA)	Roce	Visual	No se admite vegetación en Bermas m en cunetas. Altura Máxima. 0.20 m. en la zona del derecho de vía ^j
	Talud inferior	Visual	No se admiten erosiones.

A continuación se presentan los aspectos inspeccionados con sus respectivos equipos de medición, y también la planilla a usarse según las variables y tolerancias propuestas en la Tabla anterior

- **Calzada:**

La calzada tiene un 40% del peso puesto y es el elemento vial más importante que demuestra el confort de los usuarios, colocando los siguientes equipos para medición.

- **Baches y fisuras**

Se usará los odómetros para poder medir las diferentes fisuras en el pavimento así como los baches encontrados.



Figura N° 22 : Odómetro

- **Índice de Rugosidad Internacional (IRI):**

Para la medición del IRI se usarán los siguientes equipos tiene un peso dentro de la calzada del 10%.

Cuando se está realizando el control de calidad el control de calidad de un pavimento asfáltico nuevo, por ejemplo los valores del IRI deben ser en su mayoría menores a 1.5 eventualmente hasta 2; entonces siempre se empleara la ecuación para $IRI < 2.4$

Cuando se está realizando la evaluación de un pavimento, el IRI se emplea solo para tener una apreciación cualitativa, es decir no se emplea para ningún calculo (espesores de refuerzo por ejemplo)

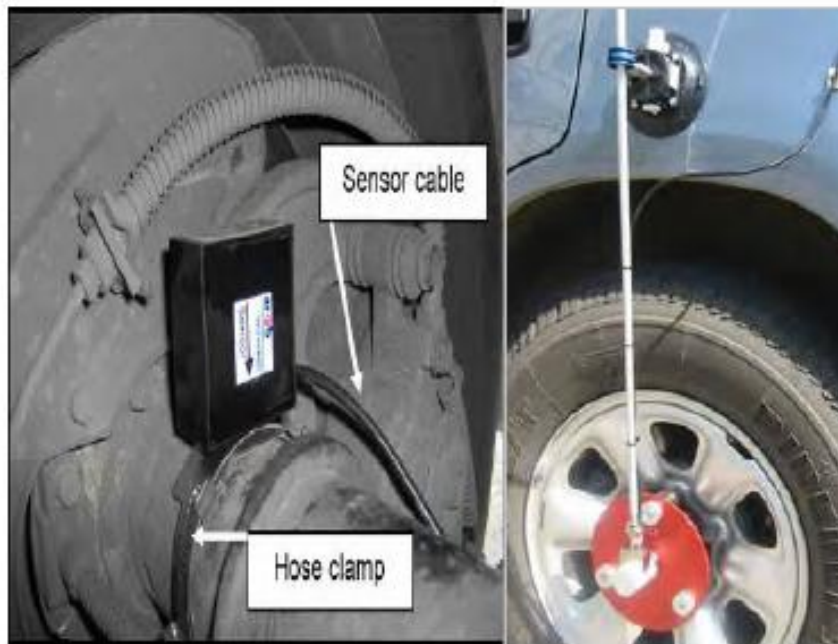


Figura N° 23: Sistema de medición de IRI, *Roughmeter III*

- **IFI:**

El IFI es un parámetro de fricción del pavimento al cual se le está dando un peso del 10% dentro de la calzada, puesto que es muy importante para las vías en zona de climas de sierra y selva. Con este parámetro se puede dar a conocer la fricción entre las llantas y el pavimento; lo que es importante cuando hay lluvias. (Medida de resistencia al deslizamiento).



Figura N° 24 : Péndulo del TRRL (Transport and Road Research Laboratory)

- **Berma:**

La berma está en un 5% en los elementos viales, ya que es un elemento el cual no tienen un contacto continuo con los usuarios, pero su deterioro sí puede perjudicar posteriormente a la calzada.

- **Obras de arte menor:**

Las obras de arte tienen un peso de 15%, puesto que estos elementos al no tener los niveles de servicio deseados, perjudican completamente al pavimento en las zonas de selva, con posibles erosiones en los taludes y carpeta, lo que puede originar una pérdida de capacidad estructural.

- **Señalización:**

La señalización tiene un peso de 12%, ya que la mayoría de elementos horizontales y verticales deben tener un nivel de servicio deseado para darle la seguridad al usuario en vías con neblina y presencia de lluvias.

Los equipos para medir los parámetros son el retroreflectómetro vertical, horizontal y el colorímetro (sugerencia) para medir el color de la señal.



Fotografía N° 10: Retroreflectómetro Vertical



Fotografía N° 11: Retroreflectómetro Vertical

- **Seguridad vial:**

La seguridad vial tiene en cuenta a elementos como los guardavías, delineadores e hitos, con un peso de 9%. Dichos elementos deben mantenerse visibles además que deberán ser medidas sus láminas reflectivas y captáfaros, con equipos de retroreflectividad vertical; para la seguridad del usuario.

- **Obras de arte mayor:**

Los elementos viales como puentes y pontones tienen un peso de 10%, dentro de los niveles de servicio. Estos elementos en épocas de lluvia son importantes para que los cauces estén limpios y también para que no se produzca sedimentación y pueda evitarse un aluvión o un posterior colapso de la estructura.

- **Zonas laterales (derecho de vía):**

Las zonas laterales que comprenden todo el derecho de vía, como taludes y la vegetación tienen un peso del 9%, poniendo mayor énfasis al roce con 7%. El roce tiene mayor importancia en la selva, puesto no permite visualizar por el usuario los elementos de señalización vertical, horizontal y hasta en algunos casos da una sensación de disminución del ancho de la vía; perjudicando el confort y la seguridad de los usuarios de la vía.

		SEGMENTOS DE 100 m.C/U												
ASPECTO INSPECCIONADO	VARIABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NUMERO SECTORES CON FALLAS	FACTOR DE PESO	PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO
		Calzada	Baches											
Fisuras >2mm												0.00	5.00	0.00
Fisuras <1mm >2mTi												0.00	3.00	0.00
m < iM												0.00	10.00	0.00
IR < 0.5												0.00	10.00	0.00
Calzada												0.00	2.00	0.00
Bermias	Baches y Fisuras											0.00	3.00	0.00
	Bermas											0.00	2.00	0.00
Obras de Arte Menor	Cunetas											0.00	5.00	0.00
	Alcantarillas											0.00	5.00	0.00
	Badenes											0.00	5.00	0.00
Señalización	Vertical											0.00	6.00	0.00
	Horizontal											0.00	6.00	0.00
Seguridad Vial	Guardavias											0.00	6.00	0.00
	Delineadores											0.00	3.00	0.00
Obras de Arte Mayor	Puentes											0.00	5.00	0.00
	Pontones											0.00	5.00	0.00
Zonas laterales (Derecho de vía)	Roce											0.00	7.00	0.00
	Talud Inferior											0.00	2.00	0.00
PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO EN 1 Km.													100.00	0.00
													100.00	

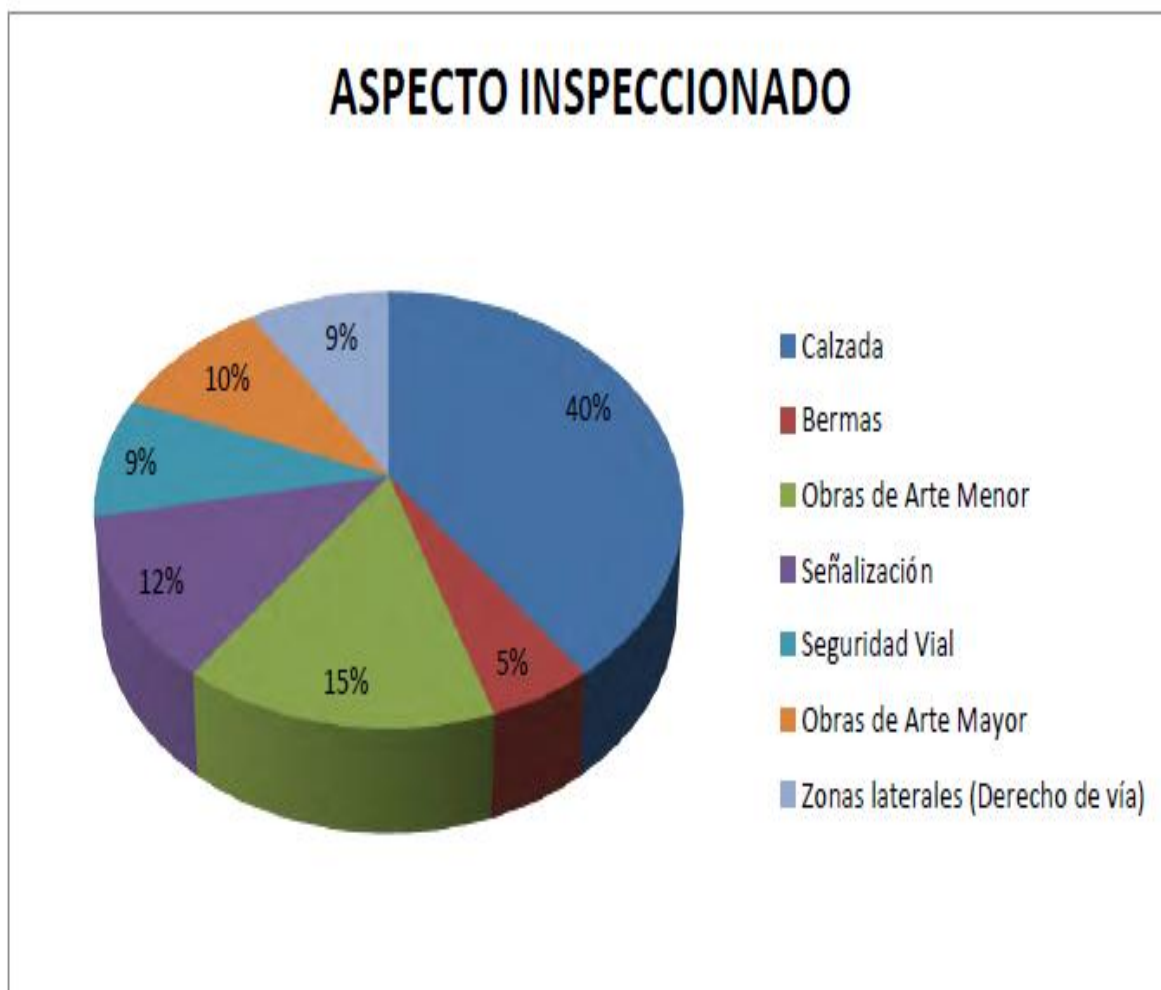


Figura N° 25: Incidencia de aspectos inspeccionados y en concordancia con la plantilla

4.1.12. VENTAJAS DE LOS CONTRATOS BASADO EN NIVELES DE SERVICIO

Los organismos viales han optado por los contratos basados en niveles de servicio porque ofrece las siguientes ventajas con respecto a los sistemas tradicionales:

- a) Ahorro de costos de gestión y mantenimiento de los activos viales.
- b) Mayor destreza sobre los gastos para los organismos viales.
- c) Capacidad de gestionar la red vial con menos personal del organismo.

Los contratos basados en niveles de servicio pueden permitir ahorrar por los siguientes medios:

- Incentivos al sector privado para la innovación y aumento de la productividad.
- Reducción de los gastos administrativos y gastos generales del organismo vial, debido a una mejor preparación de los contratos, que requieren menos personal para su administración y supervisión.
- Flexibilidad notablemente mayor en el sector privado (que en el público) para recompensar los buenos resultados y reaccionar rápidamente cuando los resultados no son satisfactorios.

Los contratos basados en niveles de servicio (CNS) permiten reducir las órdenes de cambio y que se pague al contratista en plazos mensuales iguales mientras dure el contrato. El riesgo de que los costos sean superiores a los previstos se transfiere al contratista y el organismo vial tiene menos costos imprevisibles.

Tabla N° 22 DIFERENCIAS PRINCIPALES ENTRE CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIOS CON LOS CONTRATOS CON PLANTEAMIENTOS TRADICIONALES

CONTRATO BASADO EN NIVELES DE SERVICIO (CNS)	CONTRATO TRADICIONAL
Responsabilidades y riesgos tiene el contratista.	Responsabilidades recaen en la institución o entidad licitante.
El Contratista Tiene libertad para innovar utilizando nuevas técnicas y tecnologías a fin de reducir sus propios costos, siempre que se consiga el nivel de servicios	El Contratista No Tiene libertad para innovar utilizando nuevas técnicas y tecnologías a fin de reducir sus propios costos, siempre que se consiga el nivel

especificado en los documentos de licitación.	de servicios especificado en el expediente técnico.
El contratista carga con todo el riesgo con respecto a las posibilidades de gestión e innovación, a saber, sus errores en cuanto a i) la previsión del deterioro de los activos contratados; ii) la determinación del diseño, especificaciones y materiales adecuados; iii) la planificación de las intervenciones de mantenimiento necesarias, y iv) la estimación de las cantidades.	El Contratista se limita a la ejecución de las obras de acuerdo al expediente técnico, que a veces puede estar mal elaborado, pero debe cumplir con dicho diseño y especificaciones técnicas.
El proceso de selección está basado normalmente en " el mayor valor ",que quizá no sea necesariamente " la oferta más baja ". Como el contratista tiene más riesgos y responsabilidades de gestión.	El proceso de selección está basado normalmente en " el menor valor ", del presupuesto total y que quizá sea necesariamente " la oferta más baja ". Como el contratista no tiene muchos riesgos y responsabilidades de gestión y más aún si son empresas consorciadas.
El proceso de selección implica la elección de un contratista que tenga la capacidad de evaluar la situación de los activos, determinar la cronología de las intervenciones, seleccionar los materiales y los métodos de trabajo y un plan de trabajo adecuado, y encargarse de la supervisión de sus propios servicios	El proceso de selección No implica la elección de un contratista que tenga la capacidad de evaluar la situación de los activos, determinar la cronología de las intervenciones, seleccionar los materiales y los métodos de trabajo y un plan de trabajo adecuado, y encargarse de la supervisión de sus propios servicios. Se le asigna un supervisor.
El pago consiste en una suma fija distribuida en varios plazos, condicionados al cumplimiento de los niveles de servicio previsto. Al contratista no se le paga por la labor física realizada, sino por los resultados finales (o niveles de servicio) conseguidos.	El pago consiste en una suma variable de acuerdo al avance de la obra Al contratista se le paga por la labor física realizada, y No por los resultados finales (o niveles de servicio) conseguidos.
La duración suele ser más larga que la de los contratos tradicionales, ya que el contratista tiene mayor riesgo y responsabilidad y se ve obligado a realizar determinadas intervenciones de mantenimiento cada varios años.	La duración suele ser de acuerdo al tiempo de culminación de la obra, ya que el contratista no tiene mayor riesgo y responsabilidad y se ve obligado a realizar determinadas intervenciones de reconstrucción o rehabilitación por el tiempo estipulado

	en el reglamento de contrataciones (7 años).
Para utilizar un Contrato basado en niveles de servicio (CNS) se requiere la existencia de un sector de la contratación maduro y bien desarrollado, con capacidad para encargarse de la gestión a largo plazo de los activos incluidos en el contrato, asumir riesgos adicionales y establecer los mecanismos necesarios de programación y garantía de calidad.	Para utilizar un Contrato basado en niveles de servicio (CNS) se requiere la existencia de un sector de la contratación maduro y bien desarrollado, con capacidad para encargarse de la gestión a largo plazo de los activos incluidos en el contrato, asumir riesgos adicionales y establecer los mecanismos necesarios de programación y garantía de calidad.
Es esencial la buena comunicación entre el cliente, los contratistas y el supervisor/ingeniero, para facilitar las conversaciones y la resolución de las cuestiones y preocupaciones, con el fin de reducir el riesgo de futuros conflictos y reclamaciones.	No Es esencial la buena comunicación entre el cliente, los contratistas y el supervisor/ingeniero, para facilitar las conversaciones y la resolución de las cuestiones y preocupaciones, con el fin de reducir el riesgo de futuros conflictos y reclamaciones.

4.1.14. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

Tradicionalmente, la evolución hacia los contratos de mantenimiento por niveles de servicio ha estado impulsada por tres motores:

- i) los niveles superiores de gobierno,
- ii) los organismos de financiamiento externos o
- iii) el sector privado.

En esta Tesis se describe el tipo de proceso de toma de decisiones necesario para avanzar hacia el sistema de Contratos basado en niveles de servicio (CNS).

Fase previa a la licitación

Razones para considerar el sistema de Contratos basado en niveles de servicio (CNS). El organismo vial debe comprender claramente su objetivo principal al

adoptar este planteamiento. Los objetivos pueden ser uno o varios de los siguientes:

- i) necesidad de recortar costos;
- ii) aplicación de una directiva de los niveles superiores de gobierno;
- iii) gestión de la red vial con menos personal;
- iv) posibilidad de recibir financiamiento a largo plazo para el programa de mantenimiento bien del Tesoro público o bien de fuentes de financiamiento externas que promuevan los de Contratos basado en niveles de servicio (CNS).
- v) lograr una mayor satisfacción de los clientes y
- vi) responder a la oferta del sector privado de prestar servicios de mantenimiento más eficaces en función de los costos. Según cuál sea su objetivo principal, el organismo debería determinar el formato adecuado de Contratos basado en niveles de servicio (CNS), a saber, alcance (número de kilómetros) y duración del contrato, tipos de servicio y activos que se van a contratar.

Legislación existente. El formato seleccionado de CNS debe estar en consonancia con el marco legal y regulador del país. Algunos aspectos del formato de contrato pueden estar impuestos por el entorno circundante. En este caso, el organismo quizá tenga que promover cambios necesarios para lograr el formato deseable.

Por ejemplo, si la legislación permite como máximo un contrato de dos años, el organismo quizá pueda comenzar con un contrato de dos años. Sin embargo, una vez que se aprueben en la legislación los cambios oportunos que permitan contratos de duración mayor, el organismo podría optar por contratos a más largo plazo.

Capacidad (especializaciones, personal experimentado) y cambio de funciones del organismo vial. **En primer lugar**, el organismo vial debe estar dispuesto a renunciar a sus funciones de microgestión para asumir las de gestor estratégico, regulador y auditor. **En segundo lugar**, el organismo debe adquirir nuevos conocimientos y personal especializado para poder desempeñar con eficacia esta nueva función.

Algunos países quizá decidan solicitar asistencia técnica en países más experimentados en este planteamiento, para aumentar la capacidad de su propio

organismo. Otros quizá consideren más eficaz en función de los costos contratar a consultores para que ayuden en ese sentido, siempre que el sector nacional de consultoría posea la capacitación necesaria.

Condiciones de pago. Las condiciones de pago estarán vinculadas a los indicadores de niveles de servicio especificados en el contrato. El contratista recibe una suma fija si cumple los indicadores establecidos. Periódicamente, se impondrán sanciones en caso de incumplimiento en relación con cada uno de los indicadores, que se deducirán de los pagos programados al contratista.

Se recomienda la inclusión de un mecanismo de recompensa en el contrato para premiar a los contratistas si consiguen mantener o superar el nivel de servicio previsto durante un período de tiempo prolongado. Este mecanismo representa un incentivo a la innovación y al mantenimiento de altos niveles de calidad por parte del contratista. Condiciones del contrato. Como los Contratos basados en niveles deservicio (CNS) implican una transferencia significativa de riesgos y responsabilidades de gestión al contratista, en las condiciones del contrato deben especificarse claramente las nuevas funciones del cliente y el contratista. Asimismo, deberían indicarse todos los riesgos posibles y asignarse a la parte que mejor pueda gestionarlos.

El organismo preparará estimaciones preliminares para los servicios que se van a subcontratar en el marco del Contrato basado en niveles deservicio (CNS). El objetivo es tener un precio de referencia con el que puedan compararse las ofertas más adelante.

Evaluación y selección de ofertas. En los Contratos basados en niveles de servicio (CNS) se han utilizado varios criterios para la selección de los contratistas, en particular los siguientes: **a)** el precio únicamente o el precio y otros criterios diferentes; **b)** precalificación o post calificación de los licitantes, y **c)** evaluación conjunta de las propuestas técnicas y de costos o lista breve de licitantes basada en los resultados de la evaluación de las propuestas técnicas antes de la evaluación de las propuestas sobre costos.

Si se tienen en cuenta tanto el precio como los criterios técnicos, la empresa licitante determina **1)** los criterios técnicos que se deberán aplicar; **2)** la ponderación de los criterios técnicos en relación con el precio, y **3)** si el adjudicatario se seleccionará tomando como criterio la oferta más baja, la puntuación más alta en la propuesta técnica o la puntuación global más elevada en cuanto al precio y al nivel técnico.

Entre los criterios distintos del precio utilizados en los Contratos basados en niveles de servicio (CNS) figuran el equipo de gestión, la experiencia técnica y de gestión pertinente, el historial precedente, la metodología propuesta y los conocimientos técnicos disponibles. Dado que en los Contratos basados en niveles de servicio (CNS) se asignan al contratista responsabilidades de gestión y nuevos riesgos, algunos países optan por el planteamiento del "mayor valor" al seleccionar al adjudicatario, argumentando que, si la selección se hace en función de la oferta más baja, no se garantiza la existencia de experiencia pertinente ni la debida comprensión del concepto de los Contratos basados en niveles de servicio (CNS). No obstante, estas preocupaciones pueden eliminarse mediante una precalificación o postcalificación adecuada.

El planteamiento favorito es la precalificación de los postulantes, basada, entre otros, en criterios claramente definidos sobre las condiciones técnicas y financieras y la experiencia previa y otros criterios pertinentes. Se promueve el recurso a un consorcio entre los contratistas y consultores, debido al concepto de gestión total de los activos implícito en dichos contratos.

En las orientaciones del Banco Mundial se recomienda que los contratos se adjudiquen al Contratista que reúne los requisitos pertinentes sobre capacidad y recursos y cuya oferta **i)** responda sustancialmente a los documentos de licitación y **ii)** ofrezca el costo evaluado más bajo (Banco Mundial 2004). Garantías del nivel de servicio y de los pagos.

En algunos países la legislación exige garantías del nivel de servicio y de los pagos por una suma equivalente al valor total del contrato. En el caso de

Contratos basados en niveles de servicio (CNS) de varios años, este requisito puede adquirir notable importancia, ya que podría copar la capacidad de los contratistas para proveer bonos de garantía y restringir el número de posibles licitantes en otros contratos.

El seguimiento y evaluación del desempeño del contratista trata de garantizar que éste cumpla las especificaciones sobre el nivel de servicio. La Institución Vial deberá determinar la forma y frecuencia de las inspecciones de seguimiento, la composición del grupo conjunto de inspección, la parte responsable de organizar las inspecciones periódicas, los procedimientos de programación y organización de las inspecciones, las normas de selección de los segmentos viales que se van a comprobar.

Normalmente, el grupo de inspección está integrado por representantes de cada parte interesada: La empresa licitante, el contratista y el supervisor. Como los indicadores de desempeño establecidos en el CNS generalmente reflejan las necesidades de los usuarios de las carreteras, éstos pueden participar también en el seguimiento para manifestar sus preocupaciones acerca de la calidad del servicio prestado.

Tabla N° 23: Criterios de evaluación y ponderación para determinar la mejor empresa contratista

Técnico	Experiencia, conocimientos y comprensión de las cuestiones relacionadas con la conservación y mantenimiento de los activos incluidos en este CMS. Solidez del planteamiento técnico para conseguir los indicadores de desempeño en relación con todos los activos mencionados	20%
Dotación de personal, control de calidad/garantía de calidad, gestión	Plan de dotación de personal	5%
	Plan de gestión	5%
	Plan de control de calidad /garantía de calidad	5%

Historial precedente	Hasta qué punto el historial precedente del contratista principal y los subcontratistas en contratos de conservación, mantenimiento y gestión de activos semejantes demuestra la probabilidad de que realicen con éxito todas las tareas previstas en esta solicitud de propuestas.	15%
Costo	Hasta qué punto los costos propuestos son realistas y reflejan el costo total probable para el gobierno mientras dure el contrato.	50%

Vínculos de asociación. Se concluirá un acuerdo de asociación entre la empresa licitante, el contratista y el supervisor, ya que muchas cuestiones relacionadas con los Contratos basados en niveles de servicio (CNS) necesitan atención de todas las partes para garantizar el logro del nivel de servicio deseado.

Este tipo de contrato tiene como objetivo no la "ejecución de las instrucciones del cliente" sino la satisfacción de las necesidades de los usuarios, por lo que se requiere el compromiso de todos los implicados.

El proceso de asociación permite a las partes establecer relaciones de trabajo más eficaces y comprender mejor los riesgos conexos, por lo que se propone firmar el acuerdo de Asociación entre la entidad licitante, contratista y supervisor.

Logros significativos Los organismos que han adoptado los Contratos basados en niveles de servicio (CNS) han conseguido los siguientes resultados: - Reducción del 10%-40% de los costos. Por ejemplo, el Departamento de Transporte de Virginia, en los Estados Unidos, paga US\$22.400 por milla y año cuando se trata de un CNS, mientras que el mantenimiento interno cuesta US\$29.500 por milla y año (FHWA 2005).

En Nueva Zelanda, ha habido una reducción del 30% de los costos profesionales y una disminución del 17% en las obras físicas, así como un crecimiento del tránsito del 53% (FHWA 2005).

En la Tabla N° 29 se presentan otros ejemplos. Además, evaluaciones recientes realizadas por Liautaud (2005) indican que la reducción de los costos gracias a los CREMA es del orden del 12%-18%, con respecto a los contratos tradicionales basados en el método.

No se dispone de comparaciones de costos para otros países en desarrollo que han adoptado el concepto de Contratos basados en niveles de servicio (CNS) pero es opinión del suscrito que en nuestro país del Perú se siga con los contratos basados en niveles de servicio (CNS) empleando las estrategias óptimas para la conservación y desarrollo Vial por niveles de servicio de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú.

Tabla N° 24: Reducción de costos en varios países al pasar de los contratos Convencionales a los contratos basados en niveles de servicio (CNS)

País	Ahorro de costos, porcentaje
Noruega	Aproximadamente el 20%-30%
Suecia	Aproximadamente el 30%
Finlandia	Aproximadamente el 30%-35%; aproximadamente el 50% menos el costo/kilómetro
Países Bajos	Aproximadamente el 30%-40%
Estonia	20%-40%
Inglaterra	10%, como mínimo
Australia	10%-40%
Nueva Zelandia	Aproximadamente el 20%-30%
Estados Unidos	10%-15%
Ontario, Canadá	Aproximadamente el 10%
Alberta, Canadá	Aproximadamente el 20%
Columbia Británica, Canadá	Podría ser del orden del 10%
<i>Fuentes Pakkala 2005.</i>	

4.1.15. ENSEÑANZAS VÁLIDAS PARA LOS PAÍSES EN DESARROLLO INTERESADOS EN LA INTRODUCCIÓN DE LOS CONTRATOS BASADOS EN NIVELES DE SERVICIO (CNDS)

La Investigación revela que, para una aplicación eficaz del concepto de contratos basados en niveles de servicio (CNDS), son fundamentales los siguientes factores:

- Compromiso de instancias superiores de gobierno; θ Conocimientos y personal especializado dentro del organismo vial;
- Capacidad adecuada de los sectores de la contratación y la consultoría;
- Entorno favorable para la contratación y el establecimiento de asociaciones;
- Financiamiento estable durante varios años;
- Adaptación de los principios genéricos y el formato del contrato basado en niveles de servicio (CNS) al contexto local específico de cada país.

Los países en desarrollo y en transición que tienen experiencia en la contratación basada en el método pueden considerar que el concepto de contratos basados en niveles de servicio (CNS) , es útil para la prestación de determinados servicios y la gestión de algunos activos viales. No obstante, el grado de complejidad de los contratos basados en niveles de servicio (CNS) debería basarse en el nivel de desarrollo del sector vial de cada país.

Los países que se encuentran en una fase inicial de desarrollo, con un sector de la contratación relativamente débil y un marco jurídico mal definido, quizá puedan experimentar formas más sencillas de contratos basados en niveles de servicio (CNS), por ejemplo, el mantenimiento rutinario durante un año. Las economías en transición y los países de ingreso mediano con un sector vial más desarrollado y una legislación mejor definida podrían pasar directamente a formas de contratos basados en niveles de servicio (CNS) más complejas.

Cada país e Institución vial debería determinar el nicho de mercado en que los contratos basados en niveles de servicio (CNS) podrían conseguir mayor valor añadido.

4.1.16. CONTROL DE NIVELES DE SERVICIO EN UNA CARRETERA

Control de niveles de servicio de la Conservación Rutinaria

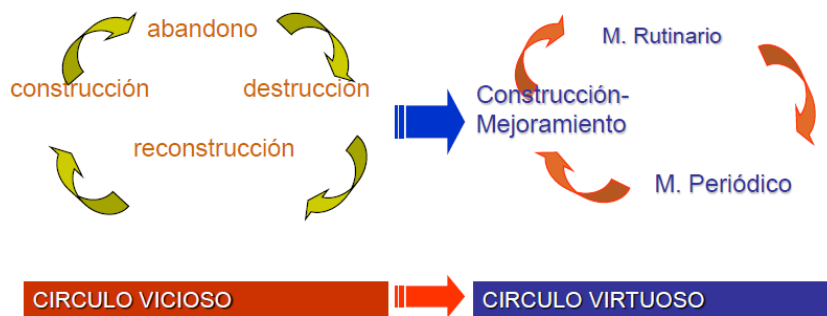
El nivel de servicio de la conservación rutinaria será controlado a partir de la puesta a punto y se medirá mensual o anualmente, según corresponda, durante el plazo contratado, mediante los Indicadores de Niveles de Servicio de Conservación Rutinaria establecida en los Términos de Referencia.

El pago de Conservación Rutinaria se hará mensualmente durante el periodo del contrato al precio global establecido por el Contratista en su propuesta, y la unidad de medida será “Km. – Año”.

Puesta a Punto

Son las actividades que debe realizar el Contratista para alcanzar los niveles de servicio que le serán exigidos durante toda la duración del contrato.

En el caso que no se necesite ejecutar muchas actividades para lograr el nivel exigido, la puesta a punto puede estar considerada dentro del pago de la Conservación Rutinaria, caso contrario se pagara como un Item independiente (Conservación Periódica).



DESARROLLO VIAL CONTINUO

Figura N° 26: Política para el desarrollo vial .Pasarse del círculo vicioso al círculo virtuoso



Fotografía N° 12: Antes y Después .Corredor vial Cañete – Yauyos.

CAPITULO V: DISCUSION

CAPITULO V

DISCUSION

La importancia del mantenimiento de las obras de infraestructura muchas veces no es considerada en su real dimensión. En el caso de la infraestructura vial, el proceso de deterioro de un camino no se hace aparente o visible hasta que la carretera ya se encuentra en tan mal estado que la intervención a través de un mantenimiento ya no es suficiente. En estos casos, es necesario rehabilitar la vía, incurriendo en costos que pueden ser hasta ocho veces mayores en relación con los que se hubieran dado si se hubiera mantenido la vía.

Como señala el Banco Mundial (1994), de haberse invertido US\$ 12 mil millones en mantenimiento periódico en las redes viales de África durante la década de los ochenta, dicha región pudo haber ahorrado US\$ 45 mil millones en la reconstrucción y rehabilitación que tuvo que realizar a mediados de los noventa.

El caso peruano no es ajeno a esta problemática. Como reconoce el propio ministerio (MTC 2007), el mantenimiento de las principales redes viales en el país ha sido deficiente y ha estado orientado básicamente a reparar lo dañado. Ello no solo ha respondido a los típicos problemas que enfrenta la inversión pública en el país, como la escasez de recursos y la carencia de una adecuada gestión de los organismos públicos, sino también a la falta de “atractivo” político de una política adecuada de mantenimiento vial.

Durante los años 2001 y 2002, funcionarios del Ejecutivo firmaron actas de compromisos de inversión en redes viales a lo largo de todo el país para evitar huelgas y congraciarse con la población. Se registró un total de 72 compromisos que involucraban recursos por US\$ 2,519 millones, que son equivalentes a toda la inversión en redes viales para el periodo 2002-2007. No hubo un solo compromiso de mantenimiento vial, evidenciando la nula valoración en términos políticos de este tipo de obras.

Asimismo, esta falta de priorización del mantenimiento de las vías más importantes del país se ha dado en contextos de escasez de recursos como también, más recientemente, en episodios de abundancia fiscal.

Solo un 15% de los recursos destinados al transporte terrestre se destinan al mantenimiento vial durante la última década, es decir, una tercera parte de lo invertido en rehabilitación de vías. Durante el periodo 1999- 2006, se destinaron anualmente en promedio 182 millones de soles constantes del año 2006 a mantenimiento, siendo valor del año 2007 igual a 439 millones. El incremento del último año estaría ocultando inversiones en rehabilitación que se pasaron como mantenimiento, puesto que de esta manera se saltó el Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP y se logró una ejecución más rápida del gasto (las inversiones en mantenimiento no pasan por el SNIP).

Por ello, lo más probable es que el aumento de las inversiones en mantenimiento haya sido marginal en el último año. Otra forma de abordar la problemática del mantenimiento fue analizar lo ocurrido con el presupuesto luego de su aprobación en el Congreso, puesto que existen muchas obras que finalmente nunca se llegan a ejecutar y, por otro lado, se incluyen a lo largo del año nuevos proyectos que inicialmente no estaban planeados.

Entre los años 1996 y 2007, una parte importante del mantenimiento presupuestado inicialmente no se llegó a ejecutar (entre 10 y 20% del presupuesto inicial) y solo en los últimos tres años, las ampliaciones presupuestales permitieron un fuerte aumento de la ejecución de inversiones en mantenimiento (50% en promedio del presupuesto inicial), que más que compensó la no ejecución citada.

Sin embargo, lo más interesante de las modificaciones en el presupuesto, es que se observa claramente que durante los años 2002 y 2006 la prioridad de los cambios presupuestarios fue la inclusión de proyectos de construcción de nuevas obras, y no justamente el mantenimiento. A pesar que en ambos casos (mantenimiento y construcción) se dejaron de ejecutar 130 millones de soles constantes de 2006 inicialmente contemplados en el presupuesto, en el caso de mantenimiento, se dieron nuevos proyectos por un valor de 253 millones, y para construcción, los nuevos proyectos alcanzaron un valor de 534 millones.

Paralelamente a la revisión de las estadísticas del gasto en mantenimiento vial, se realizó un seguimiento más detallado de lo ocurrido con el mantenimiento de un grupo de redes viales en el país. Así, se optó por trabajar con las redes viales que fueron rehabilitadas desde principios de la década de los noventa, por cuanto se podría considerar que el Estado debió mantener, al menos, aquellas vías que volvía a poner en condiciones óptimas y no dejar que estas se vuelvan a deteriorar.

El análisis se inicia en 1990 solo un 12% de la Red Vial Nacional se encontraba en buen estado, y considera solo las vías más importantes del país (Red Vial Nacional y Red Vial Departamental). De esta forma, se encontró que desde el año 1992, el Estado rehabilitó 6,008 Km. de la Red Vial Nacional (38% de la extensión de la red del año 1990) y 388 Km. de la Red Departamental.

Estas vías debieron de ser intervenidas después de su rehabilitación con mantenimiento de tipo rutinario (anual) y periódico (que se realiza cada cinco años aproximadamente). Lamentablemente, la falta de recursos así como el claro sesgo que las autoridades mostraron desde el año 2000 por priorizar la construcción de vías en detrimento del mantenimiento, implicó que únicamente se hiciera el mantenimiento rutinario en el 61.0% de los kilómetros requeridos; mientras que en el caso del mantenimiento periódico, el más importante y costoso para asegurar la continuidad de la vía, se realizaron obras en el 21.4% de los Km. que debieron de recibir esta intervención (básicamente se arregló una parte de la carretera Panamericana). De esta forma, se puede señalar que del total de vías rehabilitadas desde la década del noventa, el Estado mantuvo de manera adecuada solo una quinta parte de la extensión rehabilitada.

Asimismo, si se considera el estado (bueno, regular o malo) al año 2006 de las vías rehabilitadas entre 1992 y 2005, se observa que un 22.7% de la extensión intervenida (1,357 Km.) ya no se encontraba en un estado adecuado. La falta de mantenimiento, sumada a otros factores como las condiciones climatológicas adversas del país, explican este deterioro. Sin embargo, es evidente que muchas veces las intervenciones en rehabilitación de las vías fueron parciales o de muy baja calidad, por cuanto el 74.1% del total de vías rehabilitadas durante el 2005

no se encontraban en buen estado en el 2006. En este caso, es difícil atribuir a factores exógenos a la gestión estatal (clima u otros) que tres cuartas partes de las vías rehabilitadas se hayan deteriorado en solamente un año. Finalmente, en términos monetarios, los 1,357 Km. Deteriorados implicaron inversiones en rehabilitación durante el periodo 1992-2005 por US\$ 718 millones, que en la práctica se perdieron. Esta situación se pudo evitar en la mayoría de casos si se hubieran destinado recursos por US\$ 98 millones a lo largo de los años al mantenimiento rutinario y periódico de estas vías.

Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad.

Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

Para la medición o determinación de los niveles de servicio, en los cuadros siguientes se presentan las exigencias de niveles de servicio por tipo de vía y por los siguientes componentes: **1) Plataforma y Taludes; 2) Calzada de Afirmado. 3) Pavimentos Flexibles – Calzada y Berma. 4) Pavimentos Rígidos – Calzada y Berma. 5) Drenaje Superficial, Drenaje Subterráneo y Muros. 6) Señalización y Dispositivos de Seguridad Vial. 7) Derecho de Vía. 8) Túneles y Obras Complementarias. 9) Puentes**

El Inventario de Condición se realizara para preparar los inventarios visuales detallados y las medidas por realizar luego, por equipos especializados. Es necesario para aclarar de antemano cualquier duda sobre las características de la carretera, en particular su inicio y su fin, y proporcionar a los equipos de campo toda la información necesaria para que puedan trabajar sin error.

5.1. RESULTADOS

En la conservación vial por Contratos de Niveles de Servicio el trabajo se realiza para cumplir los estándares admisibles y no por el volumen de trabajo ejecutado.

Es obligación del ejecutor de la conservación vial tener la carretera en perfectas condiciones los 365 días del año, en tal sentido el criterio de pago es el buen estado de las vías, de esta manera se asegura la preservación del buen estado de las vías.

5.2. BENEFICIOS DE LOS CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO

- a) Mayor satisfacción de los USUARIOS acerca del servicio y el buen estado de las carreteras asfaltadas.
- b) Financiamiento estable durante varios años de las actividades de mantenimiento / conservación vial.

5.3. DESVENTAJA SOCIAL DE LOS CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO

Al tener una Vía (carretera asfaltada) en un buen estado de transitabilidad, los organismos mundiales recomiendan los Peajes, y estos, estén distribuidos a 100 kilómetros promedio

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Conclusión General

Las estrategias óptimas para el mantenimiento vial en el Perú, se tiene en los servicios de mantenimiento a través de los Contratos Por Niveles de Servicio.

Objetivos Específicos

- 1.1.- La Conservación Vial Por Contratos de Niveles de Servicio, y
1. 2.- La Conservación Vial Por Administración Directa.
1. 3.- Alternar la Conservación Vial: 1ro por CNDS, luego Administración Directa, después por CNDS y continuar por Administración Directa, seguir así sucesivamente.

Para la Conservación Vial Por Contratos de Niveles de Servicio, se debería tener un plazo de 04 años. Siendo las Actividades de Conservación Vial las siguientes:

- a. Tratamiento de Fisuras
- b.- Desbroce Forestal
- c.- Desquinche de Taludes en Zona de Derrumbes
- d.- Mantenimiento Cunetas de Concreto y de Tierra
- e.- Ampliación Longitudinal de Cunetas de Concreto
- f.- Bacheo
- g.- Fresado
- h.- Marcas en el Pavimento
- i.- Señalización Vertical
- j.- Tachas Reflectivas en el Pavimento
- k.- Desquinche de roca en los accesos a los Puentes
- l.- Mantenimiento de Guardavías Metálicos
- m.- Ampliación Longitudinal de Guardavías Metálicos
- n.- Guardavías de Seguridad de Concreto
- o.- Incremento Señalización Turística
- p.- Defensa física del Derecho de Vía

Para la Conservación Vial Por Administración Directa debería ser por un plazo de tres 03 años y a continuación de la CVNSD y estas actividades serian las que se ejecutarían:

- a. Tratamiento de Fisuras
- b.- Desbroce Forestal
- c.- Mantenimiento Cunetas de Concreto y de Tierra
- d.- Ampliación Longitudinal de Cunetas de Concreto
- e.- Bacheo
- f.- Fresado
- g.- Marcas en el Pavimento
- h.- Señalización Vertical
- i.- Tachas Reflectivas en el Pavimento
- j.- Mantenimiento de Guardavías Metálicos
- k.- Ampliación Longitudinal de Guardavías Metálicos
- l.- Guardavías de Seguridad de Concreto
- m.- Incremento Señalización Turística
- n.- Defensa física del Derecho de Vía

Otras Estrategias más:

2.- Gestionar que determinadas Carreteras Regionales ó Locales sean Jerarquizadas como Nacionales, ó que sean administradas por los Gobiernos Regionales.

3.- Reducir el kilometraje de carreteras no pavimentadas con el incremento de la longitud de carreteras asfaltadas.

4.- Concesionar, Tramos de carreteras como ejes viales o hacerlos tributarios de los ejes viales

5.- La Supervisión debe ser realizada por Inspectores

6.- Tramos de 100 km para los Inspectores / Supervisores de Planta

7.- Laboratorios de Control de Calidad por Servicio de Terceros, y un Equipamiento Básico a cuenta de la Entidad

CAPITULO VII: PROPUESTAS

CAPITULO VII

PROPUESTAS

Propuesta de estrategias óptimas para conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú.

1. A los trabajos de “cambio de estándar” y “mantenimiento periódico” reconocerle su categoría de obra con diseño asumido por el contratista, por sus características técnicas de su proceso constructivo habitual y por la inversión que realiza el Estado para incrementar el valor de su patrimonio vial.

Al mismo tiempo que permitiría el control de calidad habitual de una obra garantizando su vida útil prevista y la participación de una supervisión formal que velará por el cumplimiento de las especificaciones técnicas de una obra vial que dispone la normativa técnica nacional.

Condición que alentaría el desempeño de las empresas constructoras porque tendrán la visión de mediano y largo plazo, pues tendrán la responsabilidad de brindar el servicio del “mantenimiento rutinario” por niveles de servicio a la obra que construyó por los 4 o 5 años siguientes.

2. Implementar un tamaño de organización técnica adecuada de una Supervisión de obra, que permita verificar la calidad de los materiales y que los procedimientos de trabajo se ejecuten de acuerdo a lo especificado para la etapa de las obras de “cambio de estándar” y de la “mantenimiento periódico”, y diseñando otro tamaño de organización para supervisar las etapas de “mantenimiento rutinario” por niveles de servicio.

Dotar a la Supervisión con el equipamiento (rugosímetro, retroreflectómetro, viga Benckelman, etc.) para la detección de fallas, el control de los niveles de servicio y la valoración de la calidad del servicio prestado. Agregar, como función de la Supervisión, la verificación de la implementación del sistema de aseguramiento de calidad en las etapas de construcción de las obras de “cambio de estándar” y de la “mantenimiento periódico” que debe efectuar el contratista conservador.

El personal Técnico de la Supervisión debería de demostrar capacitación específica en: suelos, pavimentos, auditoría de gestión integrada (calidad, seguridad y medio ambiente), uso de instrumentos de medición estructural y funcional del pavimento, IMD, Georeferenciación para inventarios viales.

La extensión de una carretera asfaltada en construcción, debería subdividirse en dos tramos para efectos de desarrollar una eficiente Supervisión del mantenimiento rutinario con un profesional en cada tramos de 150 km. que permitiría el desplazamiento en una jornada diaria. Ubicando el campamento en la inmediaciones de la mitad del tramo.

3. La “Planilla de Relevamiento y Cálculo de Niveles de Servicio Prestados por Km” debería adaptarse a las característica específicas, para la construcción de la carretera asfaltada que se contrata, para evaluar apropiadamente el elemento principal que es la calzada.

Tabla N° 25: Planilla de relevamiento y cálculo del nivel de servicio prestado por Km.

ASPECTO INSPECCIONADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NUMERO SECTORES CON FALLAS	FACTOR DE PESO	PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO
											(1)	(2)	(3) = (1)*(2)/10
Calzada												75	
Bermas												5	
Zonas laterales												10	
Drenaje												5	
Estructuras Viales												5	
Señalización												5	
PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO EN EL Km.											Máximo		

En las celdas numeradas del 1 al 10 se colocará una X para indicar que al menos un incumplimiento por niveles de servicio.

Para las evaluaciones del nivel de servicio en la conservación rutinaria considerar; evaluaciones no programadas de frecuencia aleatoria, evaluaciones programadas de frecuencia mensual (para efectos del pago), evaluaciones programadas de alta frecuencia (con equipo de medición), evaluación programada a efectos de la terminación del contrato.

4. Considerando que la naturaleza de las partidas son diversas y su verificación distinta se plantea los periodos de pago siguientes:

Obras de cambio de estándar (trabajos)	1 mes
Obras de conservación periódica (trabajos)	1 mes
Atenc. Emergencias extraord. (actividad)	1 mes
Conservación rutinaria (actividad)	2 meses
Relevamiento de información (actividad)	2 meses

Con la finalidad de que se tenga tiempo de efectuar la evaluación apropiada de niveles de servicio en toda la extensión de la carretera en construcción.

5. Diferenciar explícitamente los dos tipos de control de calidad; uno de las obras de “cambio de estándar” y del “mantenimiento periódico” mediante el control de calidad habitual de obra, y el otro de autocontrol en el mantenimiento rutinario que debe implementar bajo su exclusiva responsabilidad el contratista conservador.

Consignando cada mes el plazo para la verificación de la implementación del plan de aseguramiento de calidad por la Supervisión. Contemplar también la multa por la falta de presentación en el plazo previsto, así como incluir en el presupuesto un porcentaje por concepto de la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad.

6. Al diferenciar las obras iniciales de Cambio de Estándar, de Mantenimiento Periódico y del servicio de Mantenimiento Rutinario, se determine el equipo mínimo necesario acorde a cada etapa de la construcción de las carreteras asfálticas.

7. El plazo máximo para que el contratista conservado efectúe las obras iniciales de Cambio de Estándar debería ser un año, contado a partir de la firma del contrato.

8. La variable de **IFI** es un parámetro muy importante de medición que se debe realizar en las zonas lluviosas como la selva, ya que se crea el fenómeno de hidroplaneo, que es, cuando la superficie del pavimento está mojada, y el neumático está desgastado y la evacuación de la película de agua es más dificultosa disminuyendo la zona de contacto efecto.

9. Creación del Cuaderno de Obra Digital.

10. En el presupuesto Total de obra, se incluya la partida de control de calidad, con un presupuesto correspondiente, lo cual permitirá que se exija el cumplimiento de la realización de ensayos, cuyos resultados garantizaran el buen control de calidad de las obras en una carretera asfaltada, por parte de la supervisión de obra.

11. El OSCE, debe Crear una relación y ubicación de supervisores con contrato, a fin de que no exista el mismo supervisor de obra, laborando en dos lugares alejados y con anotaciones diarias en el cuaderno de obra.

12. La Supervisión deberá ser realizada por personal de la Entidad

13. La Entidad debe agenciarse equipos mínimos modernos de Control, Rugosímetro, Deflectómetro, etc,

14. Los 4 primeros años Conservación por Niveles de Servicio, los siguientes años de 2 a 4 años (con manejo estratégico) realizar la Conservación Vial por Administración directa, luego Niveles de Servicio, y así sucesivamente.

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en futuros proyectos de esta modalidad, el contratista asuma con todos los equipos de medición de niveles, para que el cliente pueda así controlar objetivamente los trabajos desarrollados.
- Se recomienda la inclusión de un mecanismo de recompensa en el contrato para premiar a los contratistas si consiguen mantener o superar el nivel de servicio previsto durante un período de tiempo prolongado.

8.1 Riesgo ambiental y planificación para el desarrollo.

- Es conveniente realizar la planificación del ordenamiento territorial, como base para la elaboración de planes operativos y concertados. Procurar que este enfoque registre en su estructura conceptual y técnica el estudio y análisis del riesgo ambiental relacionado a la forma de uso y ocupación del territorio.
- La realidad dramática generada por los desastres naturales y considerados en esencia promovidos por el hombre mismo, deben ser encarados con un enfoque integral de desarrollo, el desarrollo territorial sostenible, donde la intervención busca ser auténticamente participativa como fórmula central para lograr la sostenibilidad en las decisiones.
- En el caso de mantenimiento y conservación vial de la infraestructura de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas, se debe buscar suplir los retos financieros, con mecanismos de participación y supervisión comunitaria. exigiendo las consideraciones básicas de los riesgos ambientales. Estas circunstancias están permitiendo que iniciativas de organizaciones civiles junto con sus gobiernos locales generen instancias resolutivas para **promover la mitigación y la adaptación a los riesgos ambientales.**

- Se debe ejecutar en las siguientes investigaciones, la evaluación de terrenos de cultivo aledaños a la carretera, para determinar si existe un efecto nocivo por parte de la sal, al suelo de cultivo.

8.2. Enfoque no convencional de proyectos.

- Sugerimos que la investigación de riesgos de la infraestructura de carreteras no pavimentadas, se inscriba en el marco de una investigación sobre la **vulnerabilidad del funcionamiento rural**, acoplado este elemento esencial que es el mantenimiento y conservación vial, a otros elementos esenciales como la educación y la producción.
- Es recomendable que a partir del análisis matricial cualitativo el investigador cartografie, con ayuda de un sistema de información geográfica, las carreteras no pavimentadas y que no tienen mantenimiento, ni conservación vial y procurar cuantificar las poblaciones involucradas, eventualmente evaluar su grado de afectación por un disfuncionamiento de sistema.
- Es necesario cambiar el enfoque en la formulación y evaluación de proyectos de inversión de la infraestructura pública y específicamente los proyectos de mantenimiento y conservación vial. Estos deben velar por la sostenibilidad del servicio evitando el dispendio de recursos que implica su ejecución improvisada. El análisis de vulnerabilidades es buen método que permita afrontar y corregir las debilidades de los sistemas viales, con una visión amplia de efectos en el ordenamiento del uso y ocupación del territorio.

8.3 Medidas de Reducción de los Riesgos identificados en el sistema.

- La incorporación de las medidas de reducción de riesgo identificado, debe contribuir a evaluar las pérdidas probables que se generarían ante

la ocurrencia de la situación de riesgo y, por tanto permitirá estimar los beneficios de la prevención.

- Con el uso y el paso del tiempo, las superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas se deterioran y envejecen. Por eso es necesario que los municipios desarrollen programas rutinarios de gestión para mantenimiento y conservación vial, y así garantizar la calidad del servicio en el transporte.
- Existe una amplia brecha en niveles de acceso a los servicios de transporte sostenible en las regiones, por lo tanto, se hace indispensable incorporar la creación de una autoridad unitarias de transporte sostenible para que tome decisiones y que mediante un sistema de licitación haya participación de las Asociaciones Publico Privadas (APP), para que ejecuten el mantenimiento y conservación vial con sus recursos económicos y posterior recuperación mediante convenio institucional.
- Continuar con el monitoreo, por parte del ente ejecutor Provías Nacional durante el periodo de mantenimiento concebido para el proyecto y el cual puede ser motivo de otro tema de tesis.

8.4 Valores del IRI

Tabla N° 26: Valores de la Rugosidad IRI

Estado	Pavimentadas	No pavimentadas
	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	$0 < IRI \leq 2.8$	$IRI \leq 6$
Regular	$2.8 < IRI \leq 4.0$	$6 < IRI \leq 8.0$
Malo	$4.0 < IRI \leq 5.0$	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$5 < IRI$	$10 \leq IRI$

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras MTC

**CAPITULO IX:
REFERENCIAS
BIBLIOGRAFICAS**

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (2002). "A Guide for Methods and Procedures Contract Maintenance". AASHTO Subcommittee on Maintenance. Washington, D.C.: AASHTO.

AMOS, P. (2004). "Public and Private Sector Roles in the Supply of Transport Infrastructure and Services". Operational Guidance for the World Bank Staff. Transport Paper - 1. Washington, D.C.: Banco Mundial.

ARRIAGA PATIÑO, M.; GARNICA ANGUAS P.; RICO RODRÍGUEZ, A. (1998) Índice Internacional de Rugosidad en la red carretera de México. México.

BULL ALBERTO (2003). Mejoramiento de la gestión con aportes específicos del sector privado. Serie 56 División Recursos Naturales e Infraestructura – Unidad de Transportes CEPAL-NU, Santiago, Chile, disponible en: <http://www.eclac.org/publicaciones>

CONTRERAS, A. & MENDOZA, A (2011). Eficacia y/o Efectividad de medida de seguridad Vial utilizadas en diferentes países. Instituto Mexicano del Transporte IMT.

FERREYRA-PEREYRA JULIO (2012). Actividades de mantenimiento rutinario y periódico en una carretera del Perú. Universidad de Piura.

FHWA (United States Federal Highway Administration). (2005). "Highway Maintenance Contracting 2004. World State of Practices". Report of the National Highway Maintenance Contract Seminar, abril de 2004. Orlando, Florida, EE.UU.

GARRO LÓPEZ HERNÁN (2011). Medición de Rutas Red Vial Nacional. Director General de Caminos y Ferrocarriles del Perú. (DGCF).

Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México 2014

HERNÁNDEZ, S. R. FERNÁNDEZ, C. C. Y BAUTISTA, L. P. (2012). Metodología de la Investigación. México. . Editorial Mc Grawn Hil.

HIDALGO GAMARRA JOISSY CATHERINE (2006). Evaluación del sistema de gestión de pavimentos flexibles en el Perú. UPC.Lima.

JUÁREZ, E. Y RICO, (1978) A. Fundamentos de la Mecánica de Suelos - Tomo 1. Editorial Limusa, México,

JUAREZ BADILLO, Eulalio y RICO RODRIGUEZ, Alfonso.(1996). Mecánica de suelos (Tomo II). Editorial Limusa. México

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2016). Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial. Lima Perú.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima Perú.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.(2016) Norma Peruana de Diseño Geométrico. DG 2012. Lima Perú.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2016) .Manual de Seguridad Vial. Lima Perú.

MORALES, E. & GONZALES, J. (2013). Diseño de Alternativas de conservación de carreteras en el sur del Estado de Sonora. México.

RICO RODRÍGUEZ, A., MENDOZA DÍAZ, A. (1995). Una estrategia para la conservación de la red carretera, Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Publicación Técnica No. 11, San Fandila, Qro.

RICO RODRIGUEZ, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilio. (1984) La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Segunda Edición. LIMUSA. México.

RICO RODRÍGUEZ A. & TÉLLEZ GUTIÉRREZ R. (1998). Pavimentos Flexibles. Problemática, Metodologías de Diseño y Tendencias. Publicación Técnica 104. Instituto Mexicano del Transporte.

ULLOA VELÁSQUEZ FELIX WILFREDO (2012). Sistema de gestión de la supervisión del servicio de conservación de carreteras afirmadas por niveles de servicio. Lima

VARGAS AVENDAÑO OSCAR (2011). Conservación Vial por niveles de servicio. Gerente de Conservación vial en Provías Nacional.

DEFINICIONES. MARCO CONCEPTUAL. GLOSARIO

A

ADMINISTRADOR DE CONTRATO: Funcionario de PROVIAS NACIONAL designado para realizar labores de coordinación, control y fiscalización del Contrato de Conservación Vial por Niveles de Servicio.

ADOQUINADO: Tipo de pavimento cuya superficie de rodadura está formada por adoquines.

AFIRMADO: Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

AGREGADO: Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

AGREGADO FINO: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

AGREGADO GRUESO: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

AHUELLAMIENTO: Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

ARCILLAS: Partículas finas con tamaño de grano menor a 2 μm (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales.

ARENA: Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm) y son retenidas por la malla N° 200.

ASENTAMIENTO: Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL: Diferencia de nivel como consecuencia del desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

ASFALTO: Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del **crudo de petróleo.**

B

BACHE: Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

BACHEO: Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.

BADÉN: Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

BASE: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una súbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

BASES (CNdS): Son los documentos que contienen los requerimientos técnicos, la metodología de evaluación, los procedimientos y demás condiciones

establecidas por PROVIAS NACIONAL para el desarrollo del proceso de selección del Postor y la ejecución del Contrato de Servicios de Conservación Vial por Niveles de Servicio, incluidos sus Formularios, Anexos, Apéndices y las Circulares que expida el Comité Especial, e incluyendo, los Términos de Referencia y la Pro forma del Contrato, en el marco de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento.

BERMA: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

BOTADERO: Lugar elegido para depositar desechos de forma tal que no afecte el medio ambiente.

C

CALZADA: Sector de la carretera que sirve para la circulación de los vehículos.

CALENDARIO DE EJECUCIÓN: Es el documento en el que consta la programación mensual valorizada de la ejecución de las partidas a ejecutar durante el desarrollo del Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio.

CANTERA: Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

CARRETERA AFIRMADA: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.

CARRETERA NO PAVIMENTADA: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

CARRETERA PAVIMENTADA: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).

CARRETERA SIN AFIRMAR: Carretera a nivel de subrasante ó aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

CARRIL: Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

CLASIFICADOR DE RUTAS: Documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), clasificadas en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. Incluye las carreteras existentes y en proyecto, el Código de Ruta y su definición según puntos o lugares principales que conecta.

CÓDIGO DE RUTA: Identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

COMPACTACIÓN: Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Pórtland.

CONSTRUCCIÓN: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

CONSERVACIÓN RUTINARIA

Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente y se constituyen en acciones que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenían después de la construcción o de la rehabilitación. Debe tener el carácter de preventiva y se incluyen en ella las actividades de limpieza de la calzada y de las obras de drenaje, el corte de la vegetación de la zona del derecho de vía y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras. En los sistemas tercerizados de conservación vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales y de cuidado y vigilancia de la vía.

CONSERVACIÓN PERIÓDICA

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplos de esta conservación son la colocación de capas de refuerzo o recapados en pavimentos asfálticos, la reposición de afirmados y la reconformación de la plataforma existente en vías afirmadas, el recubrimiento de vías no pavimentadas con tratamiento bituminoso, y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino. En los sistemas tercerizados de conservación vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales y de cuidado y vigilancia de la vía.

CONTROL DE CALIDAD: Pruebas técnicas para comprobar la correcta ejecución de las diferentes etapas o fases de un trabajo con relación a las especificaciones técnicas o requisitos específicos establecidos.

CORREDOR VIAL: Conjunto de dos o más rutas continuas que se conforman con una finalidad específica.

CUADERNO DE OBRA: Documento que, debidamente foliado, se abre al inicio de toda obra y en el que el Inspector o Supervisor y el residente de obra anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas

D

DERECHO DE VÍA: Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

DERRUMBE: Desprendimiento y precipitación de masas de tierra y piedra, obstaculizando el libre tránsito de vehículos por la carretera.

DESBROCE: Acción de cortar y eliminar todo arbusto, hierba, maleza, vegetación que crezca en los costados de la carretera y que impida su visibilidad.

DESQUINCHE: Acción de eliminar toda piedra, roca o material ubicado en el talud que presente signos de inestabilidad, evitando la caída de dichos elementos hacia las cunetas o superficie de rodadura.

E

EJE DE LA CARRETERA: Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

ELEMENTOS VIALES: Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial.

EMERGENCIA VIAL: Daño imprevisto que experimenta la vía por causa de las fuerzas de la naturaleza o de la intervención humana, y que obstaculiza o impide la circulación de los usuarios de la vía.

ENCALAMINADO: Ondulaciones u hondas en la superficie de rodadura de una vía, producto de un tipo de movimiento plástico en sentido longitudinal.

EROSIÓN: Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura o en otros elementos de la carretera.

ESTUDIO DE SUELOS: Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las solicitaciones de carga

EXPLANACIÓN: Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada o superficie de rodadura, bermas y cunetas).

F

FISURA: Fractura fina, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros.

G

GEOTEXTIL: Material de construcción sintético u orgánico que existe en grandes variedades y tienen una amplia gama de aplicaciones en obras viales.

GESTIÓN VIAL POR NIVELES SERVICIO: Es un indicador de desempeño en la gestión de la conservación de carreteras.

Es un parámetro que permite medir el grado de calidad y de desempeño de la gestión de conservación de una carretera, buscando compatibilizarla con la percepción de calidad de servicio que tiene el usuario.

GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL): Es un instrumento de medición tridimensional utilizada en topografía para establecer puntos de control mediante coordenadas así como para definir posiciones exactas en cualquier lugar del mundo durante las 24 horas del día.

GRIETA: Fractura, de variados orígenes, con un ancho mayor a 3 milímetros, pudiendo ser en forma transversal o longitudinal al eje de la vía.

H

HITOS KILOMÉTRICOS O DE KILOMETRAJE: Elementos de diversos materiales que sirven únicamente para indicar la progresiva de la carretera. Generalmente se ubican cada 1 000 m.

I

IMPACTO AMBIENTAL: Alteración o modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, que incluye los impactos socio ambientales.

IMPRIMACIÓN: Aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad, para recubrir y aglutinar las partículas minerales, previamente a la colocación de una capa de mezcla asfáltica.

INVENTARIO VIAL: Registro ordenado, sistemático y actualizado de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

J

JERARQUIZACIÓN VIAL: Ordenamiento de las carreteras que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en niveles de jerarquía, debidamente agrupadas en tres redes viales (Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural), sobre la base de su funcionalidad e importancia.

L

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

M

MANTENIMIENTO PERIÓDICO: Conjunto de actividades programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y señalización, iv) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y v) reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura.

MANTENIMIENTO RUTINARIO: Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

MANTENIMIENTO VIAL: Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

MAPAS VIALES: Diagramas viales a escala y con coordenadas geográficas. Pueden ser de carácter nacional, departamental o provincial.

MARCAS EN EL PAVIMENTO: Líneas y símbolos que se utilizan con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Sirve, en algunos casos, como suplemento a las señales y semáforos en el control del tránsito; en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

METRADO: Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.

MEZCLA ASFÁLTICA: Mezcla elaborada con agregados pétreos y un material asfáltico, eventualmente con aditivos, cuyas propiedades mecánicas dependen de las propiedades de cada uno de los componentes de su proporción relativa en mezcla. Puede elaborarse en frío o en caliente, en planta o en lugar.

N

NAPA FREÁTICA: Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.

NIVEL DE SERVICIO: Indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

NORMAS O ESPECIFICACIONES DE REFERENCIA: Estas son Normas o Especificaciones elaboradas por organismos nacionales o internacionales especializados como la American Association of State Highway and Transportation Officials conocida como la AASHTO, o la American Society for Testing Materials conocida como la ASTM, entre otras.

O

OBRAS DE PUESTA A PUNTO: Intervenciones de mantenimiento vial extraordinario que se ejecuta con la finalidad de recuperar los niveles de servicio.

P

PATRIMONIO VIAL: Conjunto de caminos, arterias, calles o vías férreas, incluidas sus obras complementarias, que con su respectivo derecho de vía conforman la estructura vial de uso y dominio público susceptible de valorización.

PAVIMENTO: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

PAVIMENTO ASFÁLTICO RECICLADO: Pavimento asfáltico resultante de la mezcla asfáltica antigua recuperada mediante fresado y con adición de asfalto, agregados y de ser el caso aditivos, según diseño.

PAVIMENTO FLEXIBLE: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.

PAVIMENTO RÍGIDO: Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregados, agua y de ser el caso aditivos.

PROPIEDAD RESTRINGIDA: Faja de terreno lateral y colindante al Derecho de Vía, donde está prohibido ejecutar construcciones permanentes que puedan afectar a la seguridad vial, a la visibilidad, o dificulten posibles ensanches. Su ancho se establece por resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

R

REASENTAMIENTO INVOLUNTARIO: Reasentamiento que es el resultado de una causa externa: desastres naturales, problemas sociales, proyectos de desarrollo. En este último caso posibilita ser planificado e incluido en el Plan de Reasentamiento Involuntario que forma parte del Expediente Técnico.

RECAPEO ASFÁLTICO: Colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura de un pavimento existente con fines de mantenimiento ó rehabilitación. En caso se especifique incluye una capa nivelante para corregir el perfil del pavimento antiguo.

RECONSTRUCCIÓN: Renovación completa de una obra de infraestructura vial, previa demolición parcial o completa de la existente, pudiendo modificarse sus características originales.

RED VIAL: Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural)

RED VIAL DEPARTAMENTAL O REGIONAL: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un Gobierno Regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.

RED VIAL NACIONAL: Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.

RED VIAL VECINAL O RURAL: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados ó zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional

REFORESTACIÓN: Consiste en sembrar vegetación con la finalidad de estabilización de taludes, arenamiento y protección del medio ambiente.

REHABILITACIÓN: Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

ROCE: Consiste en el corte y eliminación de la vegetación con fines de ejecución o mantenimiento de la carretera.

S

SEGURIDAD VIAL: Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad.

SELLOS ASFÁLTICOS: Trabajos consistentes en la aplicación de un material bituminoso sobre la superficie de un pavimento existente y cubierto por agregado fino de diferente graduación según diseño.

SEÑALIZACIÓN VIAL: Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.

SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS (SINAC): Es el conjunto de carreteras conformantes de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural.

SUPERVISOR: Empresa o profesional de consultoría contratados para prestar el servicio de supervisión del servicio de conservación vial.

T

TALUD: Inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.

TÉRMINOS DE REFERENCIA: Documento que elabora la Entidad Contratante, con la finalidad de establecer los objetivos, alcances, características técnicas, productos esperados y demás condiciones requeridas para la prestación de un servicio de consultoría a contratar.

TRÁNSITO: Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía

TROCHA CARROZABLE: Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera.

U

USUARIO: Persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza la infraestructura vial pública.

V

VÍA DE EVITAMIENTO: Vía que se construye para evitar atravesar una zona urbana.

VIGA BENKELMAN: Instrumento que se usa para determinar la deflexión de un pavimento flexible producido por una carga estática.

Z

ZANJA DE CORONACIÓN: Canal abierto en terreno natural, encima de un talud de corte, destinado a captar y conducir las aguas de escorrentía y evitar la erosión del talud.