

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

Facultad de Ingeniería

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS  
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES OTTA SEAL  
Y SLURRY SEAL EN CARRETERAS DE BAJO  
VOLUMEN:**

CASO: RUTA PE-12A TRAMO III PUENTE HUAROCHIRÍ-SIHUAS.

CASO: RUTA PE-28C TRAMO V SAN FRANCISCO PUERTO-ENE.



TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Arturo Joya Arana

Brian Pezo Camacho

Asesor de la tesis

MDI Ing. Víctor Arévalo Lay

**Lima, Perú,**

**Mayo 2015**

*Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que pudiera lograr mis sueños, por motivarme día a día y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento, también para ti así ya no estés físicamente.*

*Papá, Mamá y Tani*

*Con todo mi cariño dedico este trabajo a las personas que siempre  
están estuvieron, y estarán en mi vida.*

*Mamá y abuelos*

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
PRINCIPAL PROBLEMA .....	13
OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
OBJETIVO ESPECIFICO:.....	16
SOPORTE TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN: .....	16
OPTICA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	22
SELECCIÓN DE VARIABLES:.....	23
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES .....</b>	<b>25</b>
1.1 CARRETERAS NO PAVIMENTADAS.....	25
1.1.1. <i>DEFINICIÓN</i> .....	25
1.1.2. <i>CLASIFICACIÓN</i> .....	25
1.1.3. <i>CARACTERÍSTICAS</i> .....	26
1.2 DETERIORO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS .....	26
1.2.1 <i>DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO DE DETERIORO</i> .....	26
1.2.2. <i>DEFECTOS COMUNES EN VÍAS SIN PAVIMENTAR</i> .....	27
1.3 GESTION VIAL.....	31
1.3.1 <i>DEFINICIÓN GESTION</i> .....	31
1.3.2 <i>DEFINICIÓN GESTION VIAL</i> .....	31
1.3.3 <i>CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA GESTION VIAL</i> .....	32
1.3.4 <i>OBJETIVOS DE LA GESTION VIAL</i> .....	33
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>35</b>
2.1 ANTECEDENTES: .....	35
2.2 MODALIDADES DE EJECUCIÓN DE LA CONSERVACIÓN VIAL: .....	37
2.2.1 <i>CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO</i> .....	38
2.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA: .....	42
2.3.1 <i>DEFINICIÓN</i> .....	42
2.4 TIPOS DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:.....	42
2.4.1 <i>RIEGOS SIN GRAVILLA</i> .....	44
2.4.2 <i>RIEGOS CON GRAVILLA</i> .....	48
2.4.3 <i>LECHADAS BITUMINOSA</i> .....	49
2.5 CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL:.....	51

2.5.1 PLANES NACIONALES RELACIONADOS A LA INFRAESTRUCTURA VIAL .....	53
2.5.2 PLANES SECTORIALES .....	53
2.5.3 PLANIFICACION VIAL .....	55
2.6 DISEÑO DE CARRETERAS:.....	56
2.6.1 GENERALIDADES: .....	56
2.6.2 CAMINOS DE BAJO VOLUMEN: .....	57
2.6.3 DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS: .....	57
2.6.4 PAVIMENTOS FLEXIBLES: .....	63
2.7 CONSERVACIÓN VIAL:.....	65
2.7.1 DEFINICIÓN.....	65
2.7.2 CARACTERISTICAS DE CONSERVACION VIAL.....	65
2.7.3 ACTIVIDADES DE LA CONSERVACIÓN VIAL.....	67
2.7.4 LOS NIVELES DE SERVICIO .....	68
2.7.5 IMPORTANCIA DE CONSERVACIÓN VIAL.....	73
2.7.6 CICLO DE VIDA DE UN CAMINO .....	73
2.7.7 MANTENIMIENTO VIAL Y LA RUGOSIDAD.....	75
2.7.8 CONDICIÓN SUPERFICIAL DE UNA VÍA EN FUNCIÓN DEL IRI .....	76
2.7.9. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA.....	77
2.7.10. NIVELES DE INTERVENCIÓN .....	78
2.7.11TRATAMIENTOS SUPERFICIALES: .....	78
<b>CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>88</b>
3.1 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	88
3.2 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA:.....	90
3.2.1 CLASIFICACIÓN POR SU FUNCION .....	90
3.2.2. CLASIFICACIÓN POR SU DEMANDA.....	90
3.2.3 CLASIFICACIÓN POR SUS CONDICIONES OROGRÁFICAS Y CLIMA.....	90
3.3 ASPECTOS DE LA CONSERVACION .....	91
<b>CAPITULO IV: MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>104</b>
4.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	104
<b>CAPITULO V: APLICACIÓN DE TRATAMIENTO SUPERFICIALES OTTA SEAL Y SLURRY SEAL.....</b>	<b>105</b>
5.1TRATAMIENTOS SUPERFICIALES .....	105
5.2 APLICACIÓN DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL OTTA SEAL .....	107
5.3 APLICACIÓN TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL .....	129

<b>CAPITULO VI: ESTUDIO PARA EVALUAR LAS FALLAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....</b>	<b>144</b>
6.1 FALLAS EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN.....	144
6.1.1 TIPOS DE FALLAS.....	146
6.1.2 EVALUACIÓN DE FALLAS.....	153
6.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LAS FALLAS .....	154
6.3 MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	156
6.3.1 DEFINICIÓN.....	156
6.3.2 CLASIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	157
6.3.3 TIPOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	159
6.4 APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMO SOLUCIÓN .....	160
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA CUADRO N° 25:.....	161
<b>CAPITULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES OTTA SEAL Y SLURRY SEAL .....</b>	<b>162</b>
7.1 CASO A: “CORREDOR VIAL: SANTA – YURACMARCA – SIHUAS - HUACRACHUCO – SAN PEDRO DE CHONTA – UCHIZA – EMP. PE-5N/PTE HUAROCHIRI – HUALLANCA” TRAMO III: PTE HUAROCHIRI – SIHUAS .....	162
7.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	162
7.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO.....	164
7.1.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	165
7.1.4 COSTOS.....	168
7.1.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	169
7.1.6 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN A 5 AÑOS.....	169
7.2 CASO B: “CORREDOR VIAL: EMP. 3S – LA QUINUA – SAN FRANCISCO – UNIÓN MANTARO (PUERTO ENE) – PUNTA DE CARRETERA (YOYATO), UBICADA EN EL DPTO. DE AYACUCHO - CUSCO – JUNÍN TRAMO V: SAN FRANCISCO – PUERTO ENE.....	170
7.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	170
7.2.2 CARACTERÍSTICAS.....	173
7.2.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	175
7.2.4 COSTOS.....	177
7.2.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	179
7.2.6 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN A 5 AÑOS.....	179
<b>CAPITULO VIII: CONCLUSIONES .....</b>	<b>180</b>
<b>CAPITULO IX: RECOMENDACIONES.....</b>	<b>184</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>185</b>

<b>ANEXOS:</b> .....	<b>187</b>
----------------------	------------

# LISTA DE CUADROS

CUADRO N°01: RED VIAL NACIONAL.....	14
CUADRO N°02 NIVELES DE SERVICIO CONTRACTUAL.....	17
CUADRO N°03 NIVELES DE SERVICIO CASO “A” .....	19
CUADRO N°04 NIVELES DE SERVICIO CASO “B”.....	20
CUADRO N°05 TIPOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	43
CUADRO N°06 TIPOS DE EMULSIONES.....	47
CUADRO N°07 ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES .....	47
CUADRO N°08 TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA .....	52
CUADRO N°09 CLASE DE TRÁFICO .....	60
CUADRO N°10 CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE DE RODADURA .....	61
CUADRO N°11 EJES EQUIVALENTES EN FUNCIÓN DEL IMD.....	62
CUADRO N°12 TIPO DE AGREGADO PARA EL SLURRY SEAL.....	81
CUADRO N°13 CONSERVACION PERIODICA CASO A.....	91
CUADRO N°14 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACIÓN PERIÓDICA CASO “A” .....	93
CUADRO N°15 CONSERVACIÓN RUTINARIA .....	94
CUADRO N°16 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION RUTINARIAS CASO “A” ..	96
CUADRO N°17 CONSERVACIÓN RUTINARIA DESPUÉS DEL MANTENIMIETO PERIÓDICO CASO A.....	96
CUADRO N°18 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACIÓN RUTINARIAS DESPUÉS DEL PERIODICO CASO “A”.....	97
CUADRO N°19 CONSERVACION PERIODICA CASO B .....	98
CUADRO N°20 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION PERIODICA CASO“B” .....	98
CUADRO N°21 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION RUTINARIA CASO “B” ...	101
CUADRO N°22 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION RUTINARIA DESPUES DEL PERIODICO CASO “B” .....	103
CUADRO N°23 PARAMETROS DE CLASIFICACION .....	145
CUADRO N°24PARAMETROS DE CLASIFICACIÓN.....	159
CUADRO N°25 EVALUACION DE LA CONDICION DE LA VIA.....	161
CUADRO N°26INSPECCION DE NIVELES DE SERVICIO.....	163
CUADRO N°27PRESUPUESTO CASO A .....	168
CUADRO N°28 INSPECCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO.....	171
CUADRO N°29 PRESUPUESTO CASO B.....	177

# LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURA N° 1 RED VIAL POR TIPO DE SUPERFICIE .....	15
FIGURA N° 2 SECCION TRANSVERSAL IMPROPIA.....	27
FIGURA N° 3 DRENAJE INADECUADO .....	28
FIGURA N°4 ONDULACIONES.....	28
FIGURA N°5 EXCESO DE POLVO .....	29
FIGURA N° 6 BACHES .....	29
FIGURA N° 7 AHUELLAMIENTOS.....	30
FIGURA N° 8 PERDIDA DE AGREGADOS .....	30
FIGURA N°9 SISTEMA DE GESTION DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....	32
FIGURA N° 10 CICLO DESEABLE DE LA CONSRVACION VIAL.....	34
FIGURA N°11 COMPARATIVO DE CARRETERAS EN RVN CONTRATADAS Y POR CONTRATAR.....	41
FIGURA N° 12 CAMION IMPRIMADOR PARA APLICACIÓN DE CEMENTO ASFALTICO PEN .....	44
FIGURA N° 13 ALGUNOS TIPOS DE RIEGO .....	49
FIGURA N° 14 PROCESO PARA OBTENER UNA LECHADA BITUMINOSA.....	50
FIGURA N° 15 TIPOS DE REDES VIALES.....	51
FIGURA N° 16 ACCIONES ESTRATEGICAS DE LA RVN.....	55
FIGURA N° 17 PLANIFICACION DEL TRANSPORTE.....	56
FIGURA N° 18 TABAL DE METODO NAASRA.....	58
FIGURA N° 19 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE .....	63
FIGURA N° 20 ESCALA DE RUGOSIDAD PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS.....	71
FIGURA N° 21 ESCALA DE ESTIMACION DE RUGOSIDAD PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS.....	72
FIGURA N°22 CICLO DE VIDA DE UN CAMINO.....	73
FIGURA N°23 CURVA DE DETERIORO DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO .	75
FIGURA N°24 ESTADO DE RUGOSIDAD.....	76
FIGURA N° 25 DETERIORO DE UN CAMINO EN EL TIEMPO.....	77
FIGURA N° 26 PROCESO PARA EL SLURRY SEAL.....	80
FIGURA N° 27 PRESENCIA DE EXUDACION .....	146
FIGURA N° 28 PRESENCIA DE EXUDACION .....	146
FIGURA N° 29 PRESENCIA DE BACHES.....	147
FIGURA N° 30 PRESENCIA DE BACHES.....	147

FIGURA N° 31 PRESENCIA DE FISURAS .....	148
FIGURA N° 32 PRESENCIA DE FISURAS .....	148
FIGURA N° 33 PRESENCIA DE PELADURA .....	149
FIGURA N° 34 PRESENCIA DE PELADURA .....	149
FIGURA N° 35 PRESENCIA DE BACHES .....	150
FIGURA N° 36 PRESENCIA DE BACHES .....	150
FIGURA N° 37 PRESENCIA DE AHUELLAMIENTOS .....	151
FIGURA N° 38 PRESENCIA DE AHUELLAMIENTOS .....	151
FIGURA N° 39 MAPA DE UBICACIÓN DE CORREDOR VIAL DEL CASO A .....	165
FIGURA N°40 MAPA DE UBICACIÓN DE CORREDOR VIAL DEL CASO B .....	174

# INTRODUCCIÓN

La Rehabilitación y modernización de la red vial Nacional, significa grandes inversiones del Estado Peruano ya que existen corredores viales en las diferentes regiones del Perú, en su mayoría carreteras no Pavimentadas de bajo volumen, para lo cual *PROVIAS NACIONAL*, es el organismo a cargo de la Administración y mantenimiento de las carreteras de la red vial nacional, dentro del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). *PROVIAS NACIONAL* a través de una de las modalidades de contratos como es la Conservación vial por niveles de servicio, cuyo objetivo es mantener las carreteras de bajo volumen, mediante la ejecución de mantenimientos rutinarios y Periódicos por un determinado tiempo, cumpliendo con los estándares de calidad exigidos en el contrato.

Se consideran según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito; como carreteras de bajo volumen; aquellas cuyo INDICE MEDIO DIARIA (IMD) se encuentra en el rango de 1 a 200 vehículos por día, desde el punto de vista de la geometría; en tanto desde el punto de vista de la superficie de rodadura, se considera bajo volumen aquellas que tienen un EQUIVALENT AXLE LOAD (EAL en español equivalencia de carga por eje) de  $1.6 \times 10^5$  a  $3.1 \times 10^5$  ejes equivalentes.

De acuerdo a la teoría de la administración, la Gestión vial; hoy en día aplica la metodología de intervención en carreteras; consideradas como un activo que debe ser analizado en el largo plazo del ciclo de vida de una carretera; para lo cual recurren a instrumentos de evaluación económica que permiten darles un enfoque de negocios; es decir; se debe buscar la rentabilidad desde la construcción hasta el mantenimiento rutinario y periódico durante el ciclo de vida.

Los caminos de bajo volumen; por su IMD requieren de superficies de rodadura de bajo costo; existiendo hoy en día una serie de tratamientos superficiales como:

## **1.- Tratamientos superficiales con aplicación de asfalto y distribución de agregados.**

- a) Tratamientos superficiales simples.
- b) Tratamientos superficiales dobles.
- c) OttaSeal
- d) Tratamiento superficial monocapa

## **2.- Tratamientos superficiales con aplicación única de asfalto.**

- a) Riego de imprimación.
- b) SlurrySeal
- c) Paliativos de polvo.
- d) Riegos de liga.
- e) Riego pulverizado (Fog seal).
- f) Lechadas asfálticas

Desde el punto de vista del mantenimiento; hoy en día las organizaciones viales consideran algunos mecanismos para ejecutar estos trabajos como son:

- Concesiones viales;
- Contratos convencionales por programas y ejecución de cantidades de obras o actividades similares;
- Contratos por “Niveles de servicio” referidos a la condición operativa del camino en sus diversos componentes, que debe mantener el contratista;
- Contratos por “Asociación Público-Privada” que tiene mucha aplicación internacional en el mundo; otros tipos de contratos de conservación que sean convenientes, tal el caso de la aplicación de la modalidad establecida en el “Proyecto Perú”; vigente hasta el 2011;

Otros similares que pueden diseñarse o crearse posiblemente como producto de las experiencias exitosas y que finalmente se plasman en las respectivas especificaciones técnicas en los contratos.

En la actualidad se están ejecutando contratos de conservación por 5 años entre ellos podemos mencionar las carreteras siguientes:

**A) Corredor vial: Santa – Yuracmarca – Sihuas – Huacrachuco – San Pedro de Chonta – Uchiza – Emp. PE 5N y Puente Huarochirí – Huallanca – Molinopampa, Ubicada en el Dpto. de Ancash – Huanuco – San Martín**

**B) Corredor vial: Emp. 3S – La Quinua – San Francisco – Unión Mantaro (Puerto Ene) – Punta de carretera (Yoyato), Ubicada en el Dpto. de Ayacucho - Cusco – Junín**

El tipo de superficie de rodadura ha sido en el caso “A” Otta Seal y en el caso “B” Slurry seal, tecnologías de reciente aplicación en el Perú y que nos genera una serie de interrogantes como:

¿Cuáles son las fallas que se presentan en cada tipo de rodadura en el periodo contractual?

¿Cuáles son los costos de mantenimiento rutinario y periódico en el periodo contractual?

De acuerdo a los COV (Costos de Operación Vehicular) del MTC ¿Cuál sería el impacto económico para el contratista?

Y finalmente podemos preguntarnos:

**¿CUAL ES LA RENTABILIDAD DE CADA ALTERNATIVA PROPUESTA?**

## **PRINCIPAL PROBLEMA**

El principal problema es saber ¿cuál sería la rentabilidad de las alternativas técnicas presentadas como solución básica en un mantenimiento periódico (sellos tipo Otta Seal y Slurry Seal) en un proyecto de mantenimiento de carreteras de bajo volumen, en su aplicación a un contrato de niveles de servicio utilizando el VAN y el TIR?.

La red vial nacional está conformada por carreteras cuyo volumen de tráfico incide en el diseño geométrico y el tipo de superficie de rodadura; por lo que podemos clasificar según la norma:

CUADRO N°01: RED VIAL NACIONAL

**La red vial existente:**

RED VIAL	Pavimentado	%	No Pavimentado	%	Total general	%	%
RV NACIONAL <sup>1/</sup>	15,906	63.6	9,100	36.4	25,005	17.7	100
RV DEPARTAMENTAL	2,340	9.7	21,895	90.3	24,235	17.2	100
RV VECINAL <sup>2/</sup>	1,611	1.8	90,233	98.2	91,844	65.1	100
<b>TOTAL</b>	<b>19,857</b>	<b>14.1</b>	<b>121,228</b>	<b>85.9</b>	<b>141,084</b>	<b>100.0</b>	<b>100</b>



FUENTE: RAUL TORRES TRUJILLO DIRECTOR EJECUTIVO (MTC),  
INTERVENCIONES EN RED VIAL NACIONAL

Al 31.12.2013, la Red vial Nacional tiene una longitud de 25,005 Km. de carreteras existentes y 1,865.22 km<sup>1</sup> de vías proyectadas, haciendo un total de 26,870.67 km de la red vial nacional.

<sup>1</sup> Datos con el Clasificador anterior (DS 036-2011)

La red vial Nacional está conformada por 133 Rutas distribuidas entre existentes y proyectadas como se puede observar en la **Figura N°1**, en:

- 3 Ejes longitudinales (6 rutas)
- 20 Ejes Transversales (48 rutas)
- Variantes y Ramales (79 rutas)



FIGURA N° 1 RED VIAL POR TIPO DE SUPERFICIE  
FUENTE: RAUL TORRES TRUJILLO DIRECTOR EJECUTIVO (MTC),  
INTERVENCIONES EN RED VIAL NACIONAL

Como podemos observar en el **CUADRO N°01 RED VIAL NACIONAL** el 36.4% de la Red vial Nacional que comprende a 9,100 km; se encuentran No pavimentadas.

Frente a este problema el MTC ha planteado la alternativa de contratar por niveles de servicio; donde los contratistas presentan alternativas de solución básica para mantener las rutas en cierto nivel de servicio.

Entre las soluciones planteadas por los contratistas tenemos las siguientes:

- Estabilizaciones con productos químicos.
- Micropavimentos.
- Slurry Seal
- Otta Seal
- Etc.

Los contratistas como empresas con fines de lucro, tratan de elegir alternativas que sean rentables dentro del ciclo de vida del contrato para lo cual evalúan propuestas desde el punto de vista económico en base a la **RENTABILIDAD**.

## **OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN**

Determinar la rentabilidad de los tratamientos superficiales propuestos en los casos anteriormente señalados (Otta Seal y Slurry Seal), analizando los costos de ejecución y del mantenimiento rutinario después de la conservación periódica.

### **OBJETIVO ESPECIFICO:**

- Analizar el tratamiento superficiales Otta Seal y Slurry Seal.
- Analizar la calidad de transito y su impacto en los caminos de bajo volumen.
- Determinar los costos de mantenimiento rutinario y periódico para tratamientos superficiales (Otta Seal / Slurry Seal)

### **SOPORTE TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN:**

Para evaluar económicamente los tratamientos superficiales mencionados, slurry seal y otta seal, primero debemos enfocarnos en la rentabilidad de estos, apoyándonos en métodos estadísticos económicos como en Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa interna de Retorno (TIR) darán resultados del costo inicial de la aplicación del tratamiento superficial y su rentabilidad en el tiempo, en este caso durante el periodo del contrato,

considerando para esto los gastos que involucran el mantenimiento rutinario después de la conservación periódica.

El punto principal a considerar es el deterioro que sufren los tratamientos en función al tiempo, bajo determinadas condiciones en cada uno de sus tramos.

Los modelos de deterioro generalmente, corresponden a expresiones matemáticas que permiten predecir la posible evolución del estado del pavimento en el tiempo, con base en el conocimiento de las condiciones al momento de la puesta en servicio y al momento de la realización del análisis.

Los modelos de deterioro pueden surgir a partir de desarrollos empíricos o mecánicos, para el caso de estos tratamientos que no son de uso frecuente para el mantenimiento de carreteras de bajo volumen, no podemos utilizar la medición del deterioro por método mecánicos ya que no existe una base de datos proyectos realizados con la cual podemos trabajar.

Inicialmente debemos considerar que tipo de medición considerar, este tipo de tratamientos se realizan sobre carreteras de bajo volumen en condición de afirmado, según TDR **CUADRO N°02 NIVELES DE SERVICIO CONTRACTUAL** las mediciones de la condición se realizan calculando la rugosidad con el cálculo de Índice internacional de Rugosidad (IRI) y la inspección visual considerando el siguiente cuadro:

**CUADRO N°02 NIVELES DE SERVICIO CONTRACTUAL**

Variable	Indicador	Forma de Medición	
Calzada	Baches	Visual	
	IRI	Instrumental	
Limpieza	Calzada	Visual	
Drenaje	Cunetas	Visual	
	Alcantarillas	Visual	
	Badenes	Visual	
Señalización	Vertical	Visual	

Elementos de seguridad	Guardavías	Visual	
	Delineadores	Visual	
Estructuras Viales	Puentes	Visual	
	Pontones	Visual	
Zonas Laterales (Derecho de vía)	Roce	Visual	
	Talud inferior	Visual	

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

A continuación para cada casode estudio (A y B) de nuestra investigación se presentara el cuadro de medición de niveles de servicio **CUADRO N°3 Y CUADRO N°4** en él se logra ver las exigencias contractuales que debemos cumplir como contratistas conservadores en los TDR (términos de referencia).

CUADRO N°03 NIVELES DE SERVICIO CASO “A”

Para el caso A se adjunta las exigencias de niveles de servicio por tipo de vía

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Calzada	Baches	Visual	Sin baches
	IRI	Instrumental	< 8 m/Km.
Limpieza	Calzada	Visual	Siempre limpia libre de escombros
Drenaje	Cunetas	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	Alcantarillas	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	Badenes	Visual	Siempre limpia libre de escombros
Señalización	Vertical	Visual	Completas y limpias y sin deterioro
Elementos de seguridad	Guardavías	Visual	Completos, pintados, limpios y sin deformación
	Delineadores	Visual	Completos, pintados y limpios
Estructuras Viales	Puentes	Visual	Pintados, limpios y libres de amenazas para su funcionamiento y conservación adecuados
	Pontones	Visual	Limpios y libres de amenazas para su funcionamiento y conservación adecuados
Zonas Laterales (Derecho de vía)	Roce	Visual	No se admite vegetación en Bermas ni en cunetas. Altura Máxima. 0.20 M. en la zona del Derecho de Vía
	Talud inferior	Visual	No se admiten Erosiones.

CUADRO N°04 NIVELES DE SERVICIO CASO “B”

Para el caso B se adjunta las exigencias de niveles de servicio por tipo de vía:

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Calzada	Limpieza	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	IRI	Instrumental	< 15mm/m
Berna	Limpieza	Visual	Siempre limpia libre de escombros
	Baches	Visual	Sin baches
Drenaje	Cunetas	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de la aguas.
	Alcantarillas	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de la aguas
	Bajadas de Agua	Visual	20% de su capacidad, siempre que no impida el libre escurrimiento de la aguas
	Badenes	Visual	Siempre limpia libre de escombros
Señalización	Verticales	Visual	Limpias.
	Hitos	Visual	Limpios.
Elementos de seguridad	Guardavías	Visual	Limpios
	Delineadores	Visual	Limpios
Estructuras Viales	Puentes	Visual	Limpios y libre de obstáculos, drenes abiertos
	Pontones	Visual	Limpios y libre de obstáculos, drenes abiertos
Zonas Laterales (Derecho de vía)	Roce	Visual	Altura Máxima. 0.30 M.
	Talud inferior	Visual	Solo erosión causada por naturaleza, no se aceptara erosión relacionada con el incumplimiento del nivel de servicio de la vía.

Como se menciona en un principio, este estudio apunta al análisis económico de los tratamientos superficiales, slurry seal y otta seal, durante el periodo de duración del contrato.

La condicional inicial de los tramos es afirmado, y la metodología para la medición de la condición de la carretera sería a través del URCI (Índice de condición de caminos no pavimentados), pero no se puede continuar usando esta clasificación, ya que al aplicarle el tratamiento superficial se genera una condición similar a la de una carretera pavimentada, por lo cual pasaríamos a utilizar el índice de medición PSI (Índice de habilidad de servicio para pavimentos flexibles) el cual se obtiene de la siguiente fórmula:

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 1.38 \overline{RD}^2 - 0.01 * (C + P)^{0.5}$$

Donde:

PSI: índice de habilidad de servicio. Las secciones de prueba no tienen una longitud estándar.

SV: variancia de pendientes (medida de rugosidad), en millonésimas de pulgada por pulgada.

RD: profundidad promedio de ahuellamiento en pulgadas.

C: Fisuras y grietas, en pies cuadrados por cada 1000 pies cuadrados. Para caminos considerados en este manual, es igual a cero.

P: baches y huecos en pies cuadrados por cada 1000 pies cuadrados.

Algunas agencias de Estados Unidos han desarrollado ecuaciones de correlación entre los CPI (consideración de la idoneidad estructural) y los indicadores de rugosidad IRI (consideración de costos para el usuario).

$$\cdot PSI = 9.577 - 4.394 [ \log (IRI / 5.9597) ]$$

$$\cdot \text{PSI} = 5 * [ \exp ( - 0.00286 * \text{IRI} ) ]$$

No podemos considerar todos los estudios para los pavimentos flexibles porque este es solo un tratamiento superficial, y no cuenta con un paquete estructural que lo acompañe, contractualmente se exige determinado número estructural para el diseño de la colocación de un material estructural, acompañado de un pavimento básico, en tal sentido los ensayos de deflexiones y el uso de la viga Benkelman no aplican para esta construcción a costo de mantenimiento.

Una vez definidos los métodos para la medición de la condición del tratamiento superficial a lo largo del tiempo, se calculará el deterioro que este sufrirá bajo condiciones determinadas, dadas estas para cada tramo donde se aplicase determinado tratamiento superficial, una vez determinado el deterioro que se sufriera se definirán las medidas para determinar que tipo de mantenimiento rutinario post periódico se realice y este se monetizará, con lo cual se aplicaran los caculos de VAN y TIR, evidenciándose así la rentabilidad de cada uno de estos tratamiento para las condiciones de sus respectivos tramos

## **OPTICA DE LA INVESTIGACIÓN:**

La investigación se realizará en base a una evaluación de dos proyectos de mantenimiento por niveles de servicio que se encuentran en ejecución ubicados en las Provincias de Ayacucho-Cusco (SLURRY SEAL) y Ancash (OTTA SEAL). Cuyo fin es encontrar a través de una evaluación económica de estos dos tratamientos superficiales al más rentable y menor costo independientemente por caso en un mantenimiento posterior comparándolo con una alternativa inicial.

El Financiamiento proviene del Tesoro Público – **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)** a través de Provias Descentralizado.

El Tiempo de ejecución de cada proyecto de mantenimiento por niveles de servicio es de 60 meses (5 años)

## **SELECCIÓN DE VARIABLES:**

### **Tiempo:**

Es el proceso que consiste en analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto

### **Clima:**

Es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir, por una parte hay tendencias a largo plazo debidas, normalmente, a variaciones sistemáticas como las derivadas de los movimientos de rotación y de traslación de la Tierra y la forma como estos movimientos afectan de manera distinta a las diferentes zonas o regiones climáticas de nuestro planeta, las variaciones de la radiación solar o los cambios orbitales.

Abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.

### **Planeamiento:**

Es el proceso metódico diseñado para obtener un objetivo determinado. En el sentido más universal, implica tener uno o varios objetivos a realizar junto con las acciones requeridas para concluirse exitosamente. La acción de planear en la gestión se refiere a planes y proyectos en sus diferentes ámbitos, niveles y actitudes.

### **Mantenimiento:**

Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación o deterioro. Cualquier actividad como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

- Todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener los materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición. Incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc.
- Conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo su cometido.
- Rutinas recurrentes necesarias para mantener unas instalaciones (planta, edificio, propiedades inmobiliarias, etc.) en las condiciones adecuadas para permitir su uso de forma eficiente, tal como está designado.

# CAPITULO I: GENERALIDADES

## 1.1 CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

### 1.1.1. DEFINICIÓN

<sup>2</sup>Son aquellas que tienen que tienen un  $IMD \leq 200$ veh/día, están compuestos por superficie de rodadura formada por materiales granulares y que han sido sometidas a tratamientos superficiales, con trabajos previos de alineación, con apropiada sección transversal y longitudinal, y adecuado drenaje; o que han sido trabajadas sin ningún tratamiento alguno tales como los caminos de herradura o trochas que son construidos por la necesidad de acceder a lugares remotos.

### 1.1.2. CLASIFICACIÓN

<sup>3</sup>Las carreteras no pavimentadas por las capas superiores y la superficie de rodadura, se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Carreteras de tierra: constituidas por suelos naturales y grava tratada con zarandeo.
- Carreteras gravosas: constituidas por una capa de revestimiento con material natural granular sin procesar que es seleccionado manualmente o por zarandeo. Su tamaño máximo es de 75mm.
- Carreteras afirmadas: aquellas que funcionan como superficie de rodadura y/o soporte al tráfico vehicular cuya capa de rodadura está constituida por materiales granulares naturales provenientes de canteras, excedentes de excavaciones o materiales que se ajustan a determinadas especificaciones técnicas en relación con su tamaño, su composición granulométrica, su resistencia y su calidad de finos.

---

<sup>2</sup> Manual de Glosarios del MTC APROBADA POR RESOLUCION N° 18-2013-MTC/14

<sup>3</sup> Manual de conservación de carreteras de Bajo Volumen

- Carreteras con superficies estabilizadas con materiales de origen industrial.

### **1.1.3. CARACTERÍSTICAS**

Los principales elementos que componen este tipo de carretera son:

- La plataforma: lo constituye fundamentalmente la superficie de rodadura, franja que es utilizada para la circulación de los vehículos. Tiene la función de soportar las cargas vehiculares y de mejorar el drenaje para un mejor mantenimiento en el tiempo. Está construida de tal forma que el eje central esté elevado con respecto a los bordes laterales - Bermas (normalmente entre 2% y 3% de bombeo).
- Las obras de drenaje: configuran un sistema que evita el acumulamiento del agua superficial que puede filtrarse hacia la base o sub base, lo que genera daños estructurales y superficiales. Dentro de este sistema tenemos el drenaje superficial (bombeo, cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas y canales) y el sub drenaje (filtros longitudinales, drenes, etc.).

Los agregados en la conformación de este tipo de carreteras se deben disponer de una buena mezcla con adecuadas arenas y finos que actúen en principio contra la acción del tráfico y el escurrimiento del agua.

## **1.2 DETERIORO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS**

### **1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO DE DETERIORO.**

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material particular en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la

acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones.

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo).

El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía.

### 1.2.2. DEFECTOS COMUNES EN VÍAS SIN PAVIMENTAR

Los defectos más comunes en vías sin pavimentar fueron tratados a profundidad por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, quienes publicaron un estudio llamado “Unsurfaced Road Maintenance (SpecialReport 87-15)” en español (Informe especial de mantenimiento vial en superficie) en 1987, actualizado en el reporte del 92-96.

Este estudio se basó en la evaluación de la magnitud y gravedad de los defectos donde se identificó siete situaciones o problemas tipificados de la siguiente forma:

- Sección transversal impropia **Figura N°2**: Al ocurrir esto la carretera estará propensa a sufrir deterioro por problemas de circulación y de drenaje, por lo que se debe presentar una pendiente transversal suficiente para que las aguas superficiales sean evacuadas de manera rápida fuera de la plataforma.



FIGURA N° 2 SECCION TRANSVERSAL IMPROPIA

- Drenaje inadecuado **Figura N°3**: Se caracteriza por la acumulación de agua superficial en la plataforma, no necesariamente por el mal drenaje superficial o la inexistencia de elementos de drenaje profundo, sino por falta de mantenimiento en las obras de arte.



FIGURA N° 3 DRENAJE INADECUADO

- Ondulaciones **Figura N°4**: Se distinguen por las deformaciones que ocurren en la superficie de rodadura, en intervalos regulares y perpendiculares al tráfico. Su origen se debe a una serie de factores tales como: continuo tráfico de vehículos, pérdida de finos, deficiencias en la capacidad de soporte, pendiente inadecuada y capas granulares de mala calidad.

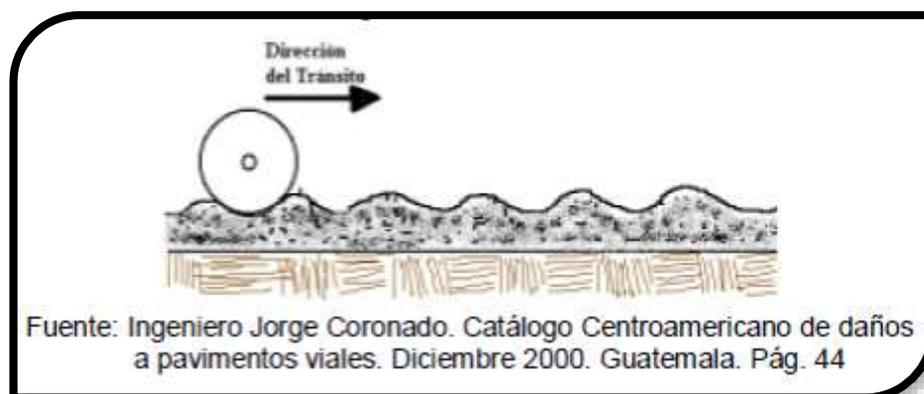


FIGURA N°4 ONDULACIONES

- Exceso de polvo **Figura N°5**: Se origina por la pérdida de la fracción fina de la base o de la capa granular de afirmado cuyo contenido en la mezcla es excesivo. Produce incomodidad dado que afectan: a la población, a la salud, a la operatividad de los vehículos y a los costos de mantenimiento al perder el equilibrio entre las mezclas de los agregados.



FIGURA N°5 EXCESO DE POLVO

- Baches **Figura N°6**: Se genera debido a los siguientes factores: Inexistencia de capas de revestimiento, deficiencias en la composición de la mezcla, ausencia de partículas aglutinantes en la composición de la carpeta de rodado, plataforma mal drenada y sin inclinación transversal.



FIGURA N° 6 BACHES

- Surcos de rueda o ahuellamientos **Figura N°7**: Son depresiones que ocurren longitudinalmente al eje del camino en la zona donde trabajan los neumáticos. Se originan por la deformación permanente de la base o revestimiento y/o cuando tienen baja capacidad de soporte.



FIGURA N° 7 AHUELLAMIENTOS

- Segregación de agregados **Figura N°8**: Se genera por el constante paso de vehículos sobre la superficie de circulación. Como resultado los agregados gruesos se depositan junto a los surcos de las ruedas y en su mayoría en los bordes de la plataforma. La causa principal es la falta de aglutinantes en la composición de las mezclas en los materiales.



FIGURA N° 8 PERDIDA DE AGREGADOS

Para poder calificar la condición de una carretera afirmada se han identificado siete características: La geometría de la corona, la superficie de rodadura, las deformaciones de la superficie, los defectos especiales de la superficie de rodadura, el drenaje, el deterioro del medio ambiente y la señalización.

## **1.3 GESTION VIAL**

### **1.3.1 DEFINICIÓN GESTION**

En términos generales, por el término de gestión se refiere a la acción y al efecto de administrar o gestionar un proyecto. A través de una gestión se llevarán a cabo diversas diligencias, trámites, las cuales, conducirán al logro de un objetivo determinado.

### **1.3.2 DEFINICIÓN GESTION VIAL**

<sup>4</sup>Se entiende por Gestión Vial a la determinación de acciones para el logro de metas y objetivos de largo alcance que son fijados con anticipación, es decir actuar de manera preventiva y no reactiva(TORRES).

Para que esto se cumpla se necesita la implementación de un Sistema de Gestión de la infraestructura vial (SGIV) **Figura N°9**, el cual es un modelo de ordenamiento de información en un entorno cambiante. El SGIV debe comprender un conjunto coordinado de actividades relacionadas con la planificación, diseño, construcción, conservación, evaluación e investigación de todos los componentes de la infraestructura vial.

La información depende fundamentalmente si la gestión es a nivel de red o a nivel de proyecto, la diferencia entre ambas va mas allá del nivel en el cual se toman las decisiones, es decir se diferencian en la cantidad y tipo de datos que se requieren.

Para un buen desarrollo del SGIV es necesario que este sea dividido en subsistemas en los cuales se pueda apoyar para obtener así el mayor alcance posible en cuanto a las

---

<sup>4</sup>MODULO GESTION DE PAVIMENTOS M.Sc. ING. MAURICIO SALGADO TORRES

acciones a tomar ya que los elementos que forman parte de la infraestructura vial tienen diferente naturaleza y por lo mismo tienen diferentes criterios de medición y evaluación

Siendo el más preponderante de todos ellos, el sistema de Gestión de pavimentos, debido a que el pavimento es el componente que impacta directamente en el usuario.

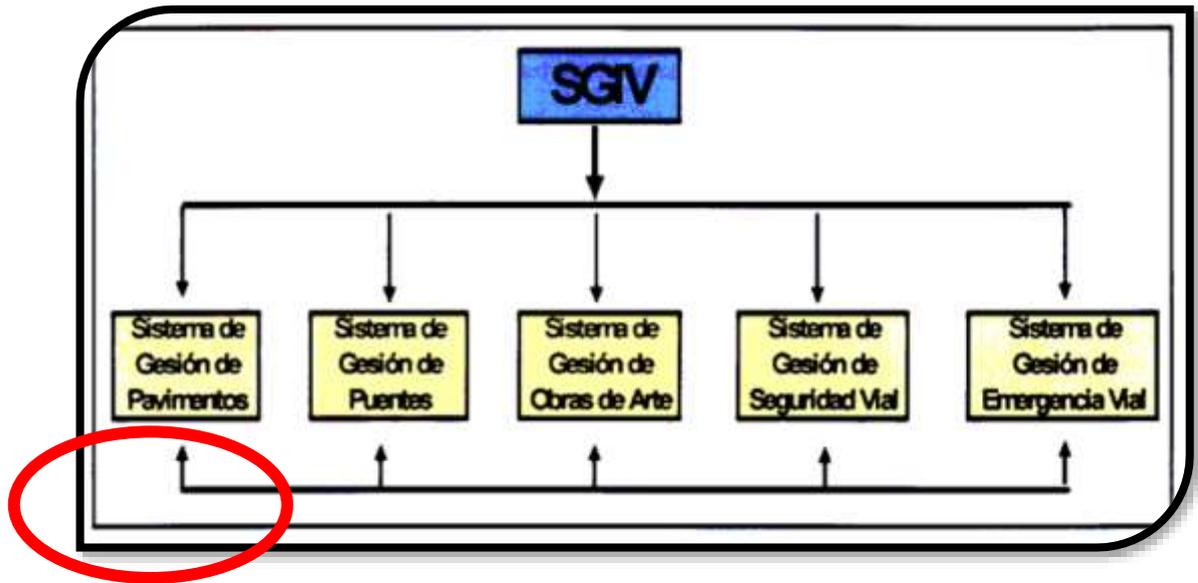


FIGURA N°9 SISTEMA DE GESTION DE INFRAESTRUCTURA VIAL

### 1.3.3 CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA GESTION VIAL

Una buena gestión se caracteriza por desarrollar el trabajo no sólo circunscrito a su área de competencia inmediata (la construcción y mantenimiento de los caminos) sino que procura la integración de las áreas en las cuales influye su actividad de modo de propender al bien común y minimizar los efectos negativos en el entorno, ello significa:

- Tener conciencia de la influencia de los caminos sobre el desarrollo económico y social.
- El esfuerzo de integrar de la gestión a los destinatarios del quehacer vial, es decir a los usuarios y beneficiarios.

- Considerar la seguridad vial como una acción destinada a la disminución de los accidentes y a la preservación de la vida.
- Conocer los impactos negativos de las vías para disminuir los impactos ambientales y contribuir a la sustentabilidad del medioambiente.
- Conocer el grado de vulnerabilidad de la infraestructura frente a los embates de la naturaleza, con el fin de adoptar medidas que tienen que disminuir las consecuencias de los mismos.

### **1.3.4 OBJETIVOS DE LA GESTION VIAL**

#### **Objetivo general**

El objetivo de todo organismo responsable de la gestión vial, es establecer una red de caminos técnica, financiera y ambientalmente sostenible que ofrezca a sus usuarios confiabilidad, seguridad y transitabilidad en todas las épocas del año.

#### **Objetivos específicos**

Son objetivos específicos de los organismos responsables de la gestión vial:

- Construir, rehabilitar y mantener adecuadamente la red de caminos de su competencia.
- Preservar el capital invertido en la construcción y rehabilitación de carreteras, mediante el desarrollo de adecuadas políticas y acciones de conservación vial.
- Mejorar las carreteras y puentes que se encuentran en condición inadecuada, mediante el desarrollo de proyectos de mejoramiento y rehabilitación.
- Expandir la red vial de su competencia tomando en cuenta los intereses y deseos de la población.
- Cuidar el parque automotor en razón de que el buen estado de las carreteras reduce los costos de operación de los vehículos y permite abaratar las tarifas del transporte en beneficio de los usuarios.

Es decir una buena Gestión de construcción, rehabilitación o reconstrucción de una carretera **Figura N° 10** requiere el tema de un plan de mantenimiento rutinario y periódico, para conservar el patrimonio y hacer rentable el proyecto.



FIGURA N° 10 CICLO DESEABLE DE LA CONSRVACION VIAL

# CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

## 2.1 ANTECEDENTES:

### *Investigaciones*

(OVERBY, 1999), en su publicación **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÉTODO DE SELLADO OTTA” (1999)** Analiza el desprendimiento que ocurre en las curvas de las carreteras no pavimentadas en las cuales se aplicó el sellado Otta, describe y evalúa los materiales utilizados en la aplicación del sellado Otta. También describe la función principal y control de calidad de los elementos que integran al Otta Seal. Evalúa los métodos de ejecución y terminación, así como también analiza el método de diseño racional del sello Otta, dependiendo del grado de agregado, grado de viscosidad del PEN, velocidades permitidas durante los primeros meses de vida útil y la necesidad de adicionar algún tipo de aditivo.

En conclusión esta investigación nos ayuda en detallar las fallas que ocurren con el Otta Seal en base a experiencia en el extranjero, como los materiales que se deben utilizar y el comportamiento que tiene, como se indica solo con las características de las zonas en las que se ha tenido la experiencia mencionada en el manual.

(SALOMON, 2012), Pavement Preservation Systems, LLC, (2012)

Realiza una investigación de título **“CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS: CONSERVANDO LA INVERSIÓN DEL PATRIMONIO VIAL”** en ella nos habla sobre la conservación vial

### Resumen

El concepto de la conservación de pavimentos no es un tema nuevo, como tampoco lo son los tratamientos que se emplean para restaurar pavimentos. Lo novedoso son los cambios al sistema tradicional de gestión de pavimentos que no es rentable.

En este artículo, se presenta la Conservación de Pavimentos (CP) conforme al nuevo modelo del sistema del manejo de pavimentos que actualmente se desarrolla en los EE.UU.

Este modelo emergió en la industria privada y se afirma consecuentemente a través de la asociación con dos importantes organizaciones gubernamentales:

Federal Highway Administration (FHWA) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Este artículo subraya los esfuerzos, contribuciones y avances hechos por las entidades gubernamentales y privadas en lo referente a la reorganización de la CP en EE.UU.

Hace una breve reseña de las funciones del recientemente fundado (año 2003) centro nacional para conservación de pavimentos, National Center for Pavement Preservation (NCPP).

Se hace mención de los estados que tienen el propósito de formar sus centros locales, además de las agrupaciones de estados que están formando centros interestatales para responder a sus exigencias regionales. Se hace hincapié, en que aún cuando la CP goza de difusión global, su desarrollo efectivo depende, en gran medida, del acogimiento y la implementación que reciba a nivel regional.

En conclusión; Hay que recopilar una base de datos propia que documente las experiencias de los tratamientos, ya que los beneficios difieren de región a región, debido a los diferentes tipos de carreteras, los niveles de tránsito y las condiciones climatológicas. Es importante asignar una parte del presupuesto a este propósito. Otra parte del presupuesto de mantenimiento se debe dedicar para el programa de conservación de carreteras.

Un programa de conservación de carreteras bien estructurado ahorra dinero a largo plazo y este servicio es siempre bien recibido por los usuarios, quienes como contribuyentes de impuestos proveen los fondos monetarios a las entidades gubernamentales.

(TORRE & RAMIRES, 2009) Realizan una investigación titulada **“DISEÑO, PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y CONTROL DE PAVIMENTOS”** para la descripción de los pavimentos flexibles y a su vez el diseño con métodos de fabricación sobre las vías del pavimento flexible, nos dicen:

“La parte más importante de una carretera es su pavimento” esto nos da a entender que si el pavimento falla o sufre daños debido a diferentes factores como el clima, la carretera va a comenzar a fallar y esto es perjudicial. Ante esta situación, el autor se plantea como:

**OBJETIVOS GENERALES:** Plantear una descripción de los elementos que integran al pavimento flexible, así como su fabricación y sus métodos de diseño.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Describir, analizar y evaluar los materiales utilizados en la construcción del pavimento flexible. Describir y evaluar los métodos de ejecución y terminación. Enumerar y comparar los principales métodos de diseño.

**CONCLUSIÓN:** La parte más importante de una carretera es su pavimento. Sin esta estructura no se puede pensar en tránsito rápido, cómodo y seguro. Las carreteras pueden llegar a todas partes y comunicar los centros más importantes con los más pequeños y lejanos lugares.

## **2.2 MODALIDADES DE EJECUCIÓN DE LA CONSERVACIÓN VIAL:**

La conservación vial de las carreteras o caminos públicos es básicamente una materia de responsabilidad de las entidades competentes en el sector vial, esto es: El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los Gobiernos Regionales y las Municipalidades.

Para su ejecución cada una de estas entidades en uso de su autonomía en su responsabilidad frente a las Leyes y a su respectiva reglamentación nacional, pueden realizar la conservación vial bajo las siguientes modalidades, según juzguen y justifiquen adecuadamente, como lograr mayor eficiencia con los recursos que

dispone, en el cumplimiento de su responsabilidad de conservar en un buen nivel de operatividad los caminos bajo su competencia:

- a) Por administración directa;
- b) Por convenios con otros organismos públicos;
- c) Por contratos con empresas o entidades privadas mediante licitaciones públicas de conformidad a la legislación respectiva.

En el caso de los contratos con empresas o entidades privadas, puede optarse por aplicar modalidades permitidas por las leyes, como son por ejemplo:

- Concesiones viales.
- Contratos convencionales por programas y ejecución de cantidades de obras o actividades similares.
- Contratos por “niveles de servicio” referidos a la condición operativa del camino en sus diversos componentes, que debe mantener el contratista.
- Contratos por “Asociación Público-Privada” que tiene mucha aplicación internacional en el mundo; otros tipos de contratos de conservación que sean convenientes, tal el caso de la aplicación de la modalidad establecida en el “Proyecto Perú”;
- Otros similares que pueden diseñarse o crearse posiblemente como producto de las experiencias exitosas y que finalmente se plasman en las respectivas especificaciones técnicas en los contratos.

### **2.2.1 CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO**

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.

En la conservación vial por 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.

#### **2.2.1.1. OBJETIVO DE LOS CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO**

Con el objetivo de reducir los costos de la conservación vial y mejorar el estado de sus redes vial varios países en América Latina empezaron experimentar con una nueva forma para contratar los servicios de la conservación vial. En cooperación con la Federación Internacional de Caminos (IRF), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica, Brasil, Colombia, Guatemala, Honduras, Perú y Uruguay empezaron a otorgar contratos pilotos de conservación por niveles de servicio o estándares. La mayoría de los contratos abarcan el mantenimiento rutinario y en algunos casos, también mantenimiento periódico y rehabilitaciones puntuales.

#### **2.2.1.2. NATURALEZA DE LOS CONTRATOS POR NIVELES DE SERVICIO**

Los contratos por niveles de servicio fueron concebidos originalmente como contratos de gestión. Por gestión se entiende la determinación y disposición, a mediano y largo plazo, de las acciones que deben efectuarse con la finalidad de alcanzar resultados preestablecidos. Así, en el campo de la conservación, la gestión consiste en tomar y llevar a cabo las decisiones conducentes a mantener las vías siempre mejor o a lo sumo igual que los límites admisibles de deterioro que se hayan fijado. En consecuencia, en un contrato de gestión de conservación, es el contratista el que decide qué tareas deben realizarse y en qué dimensión, siempre y cuando respete las condiciones fijadas para las vías.

El criterio de pago es el buen estado de las rutas, verificado mediante parámetros objetivos, y no el volumen de obras ejecutado. La experiencia ya obtenida apunta a

que esta es una forma viable de asegurar la preservación del estado de las vías, observándose prometedores resultados en cuanto a condición de las rutas, reducción de costos operacionales y generación de empleos genuinos. La gran mayoría de los contratos, a pesar de ciertos problemas surgidos, han tenido un desarrollo normal, y son escasos lo que podrían considerarse insatisfactorios o fracasados.

### **2.2.1.3 PRIMERAS EXPERIENCIAS EN EL PERÚ**

Los proyectos de conservación vial por niveles de servicio se iniciaron en el Perú a partir del año 2007. Estos proyectos constituyen una nueva modalidad de contrato en la cual se traslada la responsabilidad total de los trabajos y su mantenimiento al contratista conservador. En esta nueva etapa para las carreteras afirmadas consideradas en el “Proyecto Perú” se incluyen un total de 32 corredores viales a lo largo de todo el Perú.

En la presente tesis se describe la experiencia observada en la aplicación de Contratos por Niveles de Servicio Figura N°11, para cada uno de los casos a estudiar que se mencionan en lo sucesivo. Cada uno tratado con sus particularidades y soluciones adoptadas que cumplen o superan lo estipulado dentro de los Términos de Referencia incluidos en los contratos que adoptan esta modalidad.

## Conservación por niveles de servicio

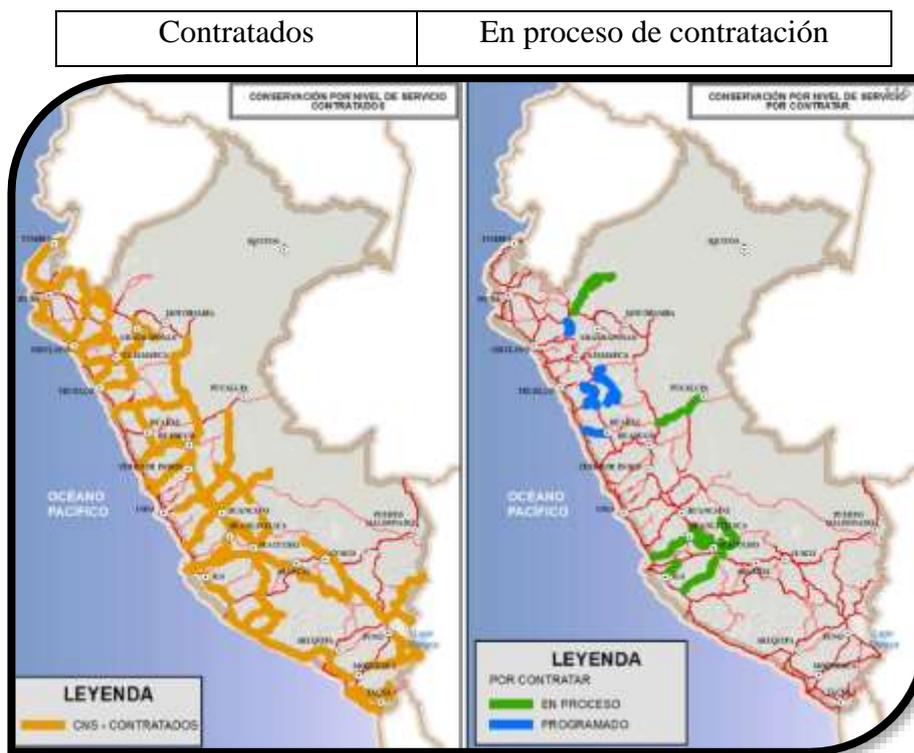


FIGURA N°11 COMPARATIVO DE CARRETERAS EN RVN CONTRATADAS Y POR CONTRATAR

FUENTE: RAUL TORRES TRUJILLO DIRECTOR EJECUTIVO (MTC),  
INTERVENCIONES EN RED VIAL NACIONAL

Este tipo de contratos es el que se aplica a los dos casos que evaluamos:

El caso “A”: Contrato de Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del corredor vial: Santa – Yuracmarca – Sihuas – Huacrachuco – San Pedro de Chonta – Uchiza – Emp. PE 5N y Puente Huarochirí – Huallanca - Molinopampa, en el que se aplicara el tratamiento superficial Otta Seal en el tramo III (Puente Huarochirí – Sihuas).

Y el caso “B”: Contrato de Servicio de Conservación por Niveles de Servicio de la carretera Emp. 3S – La Quinoa – San Francisco – Unión Mantaro (Puerto Ene) – Punta de Carretera, en el que se aplicara el tratamiento superficial Slurry Seal en el tramo V (San Francisco – Puerto Ene)

## **2.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA:**

### **2.3.1 DEFINICIÓN**

(WSA, JUNIO 2005) Es la determinación de la rentabilidad de un proyecto, mediante uno o más de un indicador a objeto de facilitar el proceso de toma de decisiones. El resultado del indicador se usa como criterio de decisión. La situación con proyectos se caracteriza por la agregación de los proyectos a la situación de referencia. También esta situación con proyectos puede cambiar en el tiempo, por las mismas razones que la situación de referencia.

La comparación entre ambas situaciones abarca los costos adicionales generados por el proyecto y los beneficios que se esperan del mismo. Los costos corresponden a las inversiones; los beneficios corresponden a las ventajas aprovechadas por el tráfico “normal”, posiblemente el tráfico “derivado” de otra ruta y de ser el caso el tráfico “generado” por el proyecto. Estas categorías se describen a continuación a grandes rasgos.

Entre los indicadores más utilizados tenemos: El Valor Presente Neto (VPN), el Valor anual uniforme equivalente (VA o CAUE) y la Tasa Interna de Retorno o de Rendimiento (TIR).

Es una relación de Ingresos menos Egresos y por ello al traer esos valores al punto cero de la escala de tiempo, mediante los factores de actualización pertinentes, nos encontramos con que puede dar negativa esa relación, expresando que los costos son mayores a los posibles ingresos y, por lo tanto, el proyecto se considera no rentable. En caso contrario, es factible.

## **2.4 TIPOS DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:**

(BLAZQUEZ) Define un tratamiento superficial como toda operación cuyo objeto es dotar a su base de determinadas características superficiales **CUADRO N° 5**, sin pretender con ello un aumento apreciable en sus cualidades resistentes ni en general

de su regularidad superficial. Podría decirse que conforman una capa de piel o recubrimiento del suelo.

Pueden distinguirse tres tipos de tratamientos superficiales en función de su composición:

- a) Riegos sin gravilla: Normalmente forman parte de operaciones auxiliares o complementarias en el proceso de construcción o conservación del suelo. Se caracterizan por componerse únicamente de ligantes bituminosos
- b) Riegos con gravilla: pueden ser calificados como tratamientos superficiales por antonomasia. Se componen de una mezcla de ligante hidrocarbonado y gravilla empleándose para restituir las propiedades superficiales del firme e incluso como capa de rodadura en caminos rurales o de escaso tráfico rodado.
- c) Lechadas bituminosas: Este tipo de compuestos están formados por una mezcla de emulsión bituminosa con áridos finos de granulometría estricta, consiguiendo un mortero de excelentes propiedades superficiales, se usa mucho y se le denomina genérica como Slurry.

CUADRO N°05 TIPOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Tipo	Clase	Ligante
<b>RIEGOS</b> RIEGOS SIN GRAVILLA	▪ En negro	FR-100, EAL-1, EAM
	▪ Antipolvo	FM/R-100, EAM, EAL
	▪ De imprimación	EAI, ECI, [EAL, FM-100]
	▪ De adherencia	EAR-1, ECR-1
	▪ De curado	EAR-1, ECR-1
<b>TRATAMIENTOS SUPERFICIALES</b> RIEGOS CON GRAVILLA	▪ Monocapa o STS	EAR-1, EAR-2 ECR-1, ECR-2, ECR-3
	▪ Bicapa o DTS	
	▪ Monocapa doble engravillado	FX-175, FX-350
	▪ En sandwich	
<b>SLURRYS</b> LECHADAS BITUMINOSAS		EAL-1, EAL-2 ECR-1, ECR-2

FUENTE: LUIS BAÑON BLAZQUEZ, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

### 2.4.1 RIEGOS SIN GRAVILLA

Aunque en un sentido más estricto este tipo de riegos escape a la definición de tratamientos superficiales, por lo menos en la mayoría de los casos es conveniente e incluso lógico incluirlos dentro de este grupo.

A continuación definiremos los riegos que conforman este grupo de tratamientos superficiales:

- Riegos en Negro: Este tipo de riegos se aplican sobre superficies de rodadura envejecidas con gran cantidad de peladuras, grietas y baches que ocasionan una merma considerable en su regularidad e impermeabilidad.

Estos riegos en negro plantean como una solución provisional que rejuvenece superficialmente al camino o superficie, aparte de eso lo impermeabiliza en espera de que le apliquemos un tratamiento de mayor calidad.

El ligante debe ser muy fluido, normalmente en forma de un betún fluidificado (FR-100) o una emulsión aniónica de rotura media o lenta (CRS, CMS). El contenido de ligante residual debe ser bajo, ya que un exceso del mismo podría crear zonas deslizantes en el pavimento.

Se muestra a continuación en la **Figura N° 12** un equipo que se usa para aplicar las emulsiones como riego este es el Camión imprimador.

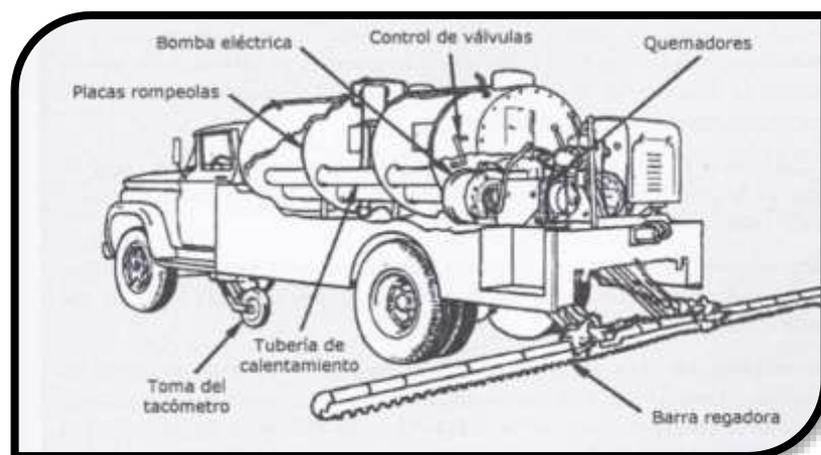


FIGURA N° 12 CAMION IMPRIMADOR PARA APLICACIÓN DE CEMENTO ASFALTICO PEN

FUENTE: LUIS BAÑON BLAZQUEZ, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

- Riegos anti polvo: consisten en la aplicación de un ligante sobre la superficie de caminos rurales no pavimentados o con poco tránsito con objeto de impedir o reducir la generación de polvo ocasionada por el paso de vehículos.

Para su confección se utiliza betunes fluidificados o emulsiones bituminosas de rotura media lenta (CMS, CSS) diluidas en agua en una proporción que varía entre 5 y 20 veces el volumen de la emulsión.

Se coloca muy sencillamente, usamos una cisterna de agua, siendo necesarias varias aplicaciones del ligante. Antes se siempre se recomienda efectuar un barrido y una humedecida para poder aumentar la eficacia del barrido.

- Riegos de imprimación: se define como la aplicación de un ligante bituminoso sobre la capa granular previamente a la extensión de una capa bituminosa sobre aquella, con el fin de que ambas trabajen de forma solidaria.

Para este tipo de riegos se utilizan ligantes muy fluidos de rotura lenta, siendo recomendables los diseñados específicamente para tal fin (CSS). De esta forma, el ligante penetra ligeramente por capilaridad en la capa granular, adecuando la superficie de apoyo del pavimento y contribuyendo al agarre entre capas afectadas.

Se coloca con un tanque regador (camión imprimador), siendo recomendable un barrido y humectación de la superficie horas antes de proceder al extendido del ligante para así facilitar su penetración a la capa subyacente. La dosificación se determina mediante un proceso en 2 fases:

- La dosificación inicial se estima mediante la cantidad de ligante que es capaz de absorber la capa granular en un periodo de 24 horas, que en la práctica suele ser del orden de 1 kg/m<sup>2</sup>.
  - Posteriormente se rectifica en la propia obra, añadiendo ligante en las zonas más secas y extendiendo arena donde exista un exceso de riego, de forma que ayude a absorberlo.
- Riegos de Adherencia: se define como la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa bituminosa previamente a la extensión de otra

capa de la misma naturaleza, de forma que se consiga una unión más íntima entre ambas que mejore el comportamiento estructural del camino o superficie.

Los ligantes empleados en este tipo de riegos deben ser poco viscosos y de rotura rápida, consiguiéndose así un mejor reparto superficial con poca dotación de betún residual y la posibilidad de extender rápidamente la carga superior. Se recomienda emplear emulsiones de rotura rápida (CRS-2) y dosificaciones no superiores a los 500 gln/m<sup>2</sup>, por tal de evitar la creación de zonas excesivamente deslizantes.

Al igual que las otras se debe realizar el barrido previo a la superficie a tratar para eliminar el posible polvo o suciedad acumulada.

- Riegos de Curado: Su finalidad es impedir la prematura pérdida de humedad en las capas tratadas con conglomerantes, de forma que el proceso de curado se efectúe de manera correcta. Este tipo de riegos se basa en las propiedades impermeables de los ligantes bituminosos, creando una fina película superficial que impide el paso de las moléculas de agua existentes.
  - En la práctica, este tipo de riegos pueden tener también la función de servir como riego de imprimación o de protección contra el paso de tráfico rodado. El ligante empleado será diferente según se quiera o no que desempeñe estas funciones complementarias (ESCALANTE, 2014; RANSA, 2008; RANSA, 2008; OVERBY, 1999; OVERBY, 1999; RANSA, 2008)
- CUADRO N° 6  
TIPOS DE EMULSIONES y CUADRO N° 7 ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES:**

- Emulsiones de rotura rápida (CRS-1, CRS-2) en caso de que se pretenda un efecto exclusivo de curado.
- Emulsiones de rotura lenta (CSS-1, CSS-2) si se pretende que el riego desempeñe funciones de imprimación y protección superficial.

CUADRO N°06 TIPOS DE EMULSIONES

Clasificación de las emulsiones asfálticas			
Tipos de emulsiones	Catiónica	Anionica	Aplicaciones
Rápida / Riegos	CRS	RS	Tratamientos superficiales Riegos de liga
Media	CMS	MS	Mezclas abiertas, bacheos, parches
Lenta	CSS	SS	Mezclas densas, lechadas, Slurry seal
Rápida - Mezclas	CQS		Slurry seal Micro-pavimentos
Prime	CP		Imprimación

FUENTE ING. JORGE ESCALANTE, TEMA EMULSIONES ASFALTICAS

CUADRO N°07 ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES

Tipo	Rotura Rápida		Rotura Media		Rotura Lenta		Rotura Rápida (QS)							
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h		CQS-1H	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
<b>Prueba sobre emulsiones:</b> Viscosidad, Saybolt Furol a 25°C, 5F, s Viscosidad, Saybolt Furol a 50°C, 5F, s Prueba de estabilidad de almacenamiento, 24 h %, <sup>A</sup> Demulsibilidad, 35 mL al 0.8% de Diocisulfosuccinato sódico, %	20	100	100	400	50	450	50	450	20	100	20	100	20	100
<b>Revestimiento y resistencia al agua:</b> Revestimiento, agregado seco Revestimiento, después del rociado Revestimiento, agregado húmedo Revestimiento, después del rociado					Bueno Aceptable Aceptable Aceptable		Bueno Aceptable Aceptable Aceptable							
Carga de partícula	Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo	
Prueba de Tamiz, % <sup>A</sup>		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Mezcla con cemento, %								2.0		2.0				
<b>Destilación:</b> Destilación de aceite, por volumen de emulsión, % Residuo, %	60	3	65	3	65	12	65	12	57		57		57	
<b>Pruebas sobre residuo de destilación:</b> Penetración, 25°C, 100g, 5s Dactibilidad, 25°C, 5 cm/min, cm Solubilidad en Tricloroetileno, %	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90	40	90
	40		40		40		40		40		40		40	
	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

NOTA 01: CQS - 1H Emulsiones que deberán cumplir los requisitos descritos en Normas Prácticas para Diseño, Ensayos y Construcción de Lechada Asfáltica D 3910

NOTA 02: CQS - 1H Es usado para sistemas de lechada asfáltica de curado rápido

<sup>A</sup> Este requerimiento de ensayo en muestras representativas, no se exige si la aplicación fue exitosa al haber estado el material almacenado en el campo

NTP 321.059 - 2

FUENTE ING. JORGE ESCALANTE, TEMA EMULSIONES ASFALTICAS

En ambos casos la dotación de betún residual empleada oscila entre los 600 y 800 gln/m<sup>2</sup>. Una vez transcurrido el proceso de curado, el riego se eliminara mediante un barrido enérgico, seguido de un procedimiento de soplado con aire comprimido y la aplicación de un riego de adherencia para posteriormente ejecutar la capa superior.

## **2.4.2 RIEGOS CON GRAVILLA**

Este tipo de riegos a los que popularmente se conoce como **tratamientos superficiales** se definen como la aplicación de uno o varios riegos de ligante seguidos de una o varias extensiones de gravilla, con el fin de conseguir una capa de rodadura de similar espesor al tamaño del árido empleado.

Las principales ventajas que presentan este tipo de tratamientos de cara a su empleo son las siguientes:

- Costo de ejecución material relativamente bajo
- Durabilidad comparativamente elevada sobre todo si este bien ejecutado, preferiblemente en el periodo estival, dando la mayor adhesividad ligante – árido.
- Despierta interés su ampliación en vías de bajo tráfico o caminos rurales, vecinales o en pavimentación de calles en núcleos reducidos de población.
- Toleran mejor las deformaciones que aglomerados asfálticos al ser más deformables que estos, por lo que su empleo es recomendable en terraplenes con grandes asientos.

Tipología:

En función de número de aplicaciones de ligante/árido, se distinguen diversos tipos de riegos con gravillas **Figura N°13:**

- a) Riegos Monocapa: formados por una única aplicación de ligante, seguida de la extensión de una sola capa de gravilla. Se denomina simples tratamientos superficiales o más abreviadamente STS.
- b) Riegos Bicapa: constituidos por aplicaciones sucesivas de ligante y árido, de tal manera que existe una relación entre dosificación de ligante y los tamaños de árido de ambas aplicaciones. También conocidos como dobles tratamientos superficiales o DTS.
- c) Riegos monocapa doble engravillado: situación intermedia entre los dos anteriores, consistente en la realización de un solo riego de ligante, seguido de la extensión sucesiva de una capa de grava gruesa y otra más fina que ocupe huecos dejados por primera.
- d) Riegos Sandwich: tratamientos especiales empleados en carreteras de baja intensidad de tráfico, donde primero se extiende una capa de grava que actúa de anclaje para posteriormente regar con ligante y extender una gravilla de menor tamaño que la anterior.
- e) Riegos Multicapa: Este tipo de tratamientos se basa en la extensión de múltiples capas de gravilla regadas con ligante. Destacan los triples tratamientos superficiales (TTS), aunque actualmente están en desuso dado que es más económico aplicar una capa delgada de aglomerado asfáltico.

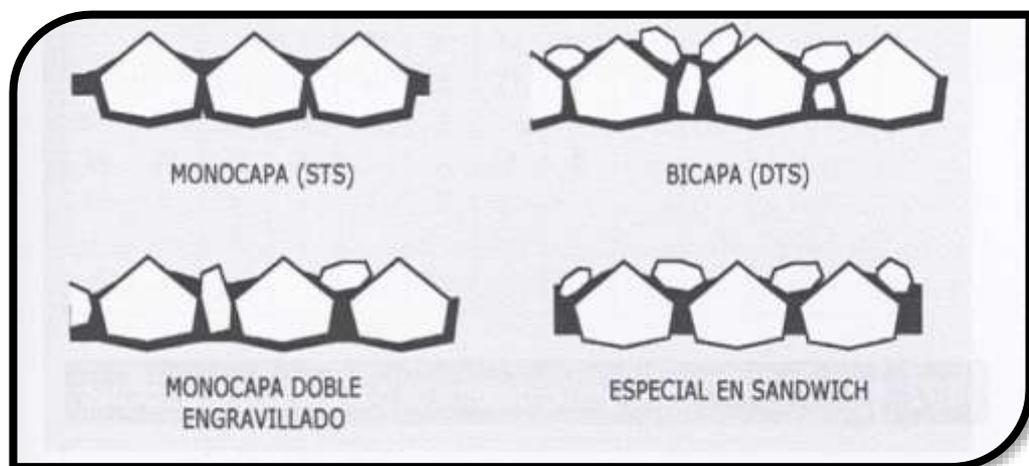


FIGURA N° 13 ALGUNOS TIPOS DE RIEGO

FUENTE: LUIS BAÑON BLAZQUEZ, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

### 2.4.3 LECHADAS BITUMINOSA

Este tipo de tratamientos superficiales - popularmente conocido como Slurry, se definen como la aplicación sobre una superficie de una o varias capas de mortero bituminoso fabricado en frío con áridos, emulsión bituminosa, agua y eventualmente

polvo mineral de aportación (filera) y adiciones, como se muestra en la **Figura N° 14**. Cuya consistencia a temperatura ambiente es adecuada para su puesta en obra

Las aplicaciones de este tipo de producto son múltiples y escapan al ámbito meramente viario: carreteras aeropuertos, pavimentos industriales, instalaciones deportivas, cubiertas, etc. En carreteras se emplean con el fin de obtener o mejorar las siguientes características:

- Tratamientos de Sellado: impermeabilización de suelos con pavimentos abiertos, envejecidos o excesivamente fisurados.
- Mejora del deslizamiento: debido a su textura áspera, regularizando además dicha superficie y esta mejora el deslizamiento de la capa de rodadura.
- Fines meramente estéticos: dada la versatilidad, economía y variedad de colores – obtenidos mediante la adición de pigmentos que ofrece. Además, el acabado es impecable, pudiéndose fácilmente pinar las marcas viales en la superficie de rodadura.

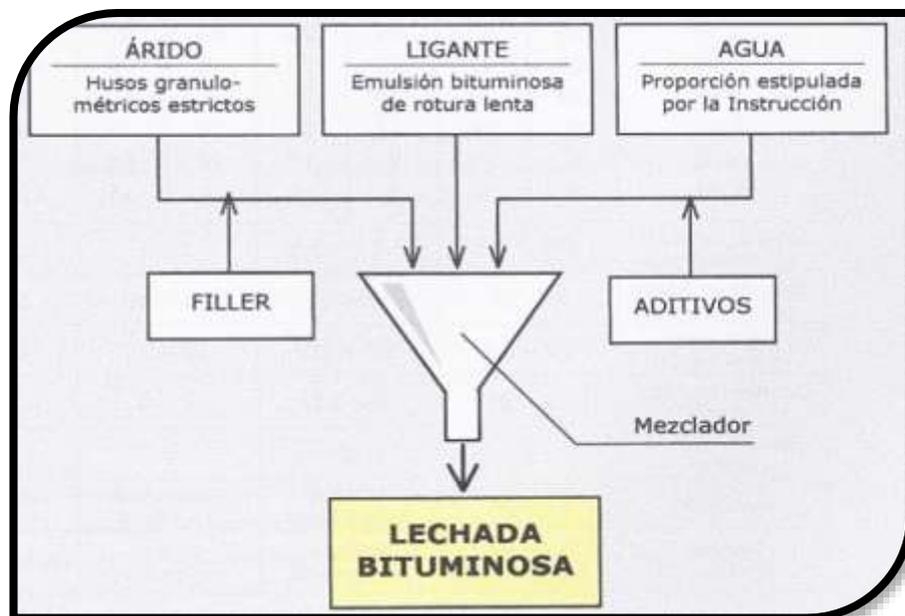


FIGURA N° 14 PROCESO PARA OBTENER UNA LECHADA BITUMINOSA  
FUENTE: LUIS BAÑÓN BLAZQUEZ, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

## 2.5 CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL:

<sup>5</sup>Nuestra red vial está clasificada en tres categorías: carreteras nacionales, departamentales y vecinales **Figura N°15**. Cuenta con un aproximado de 86,965 kilómetros de extensión, de los cuales 13,683 kilómetros se encuentran pavimentados (16% de la red total). La red nacional incluye 25,165 kilómetros (29%), la departamental 14,500 kilómetros (17%) y las vecinales 47,300 kilómetros (54%).

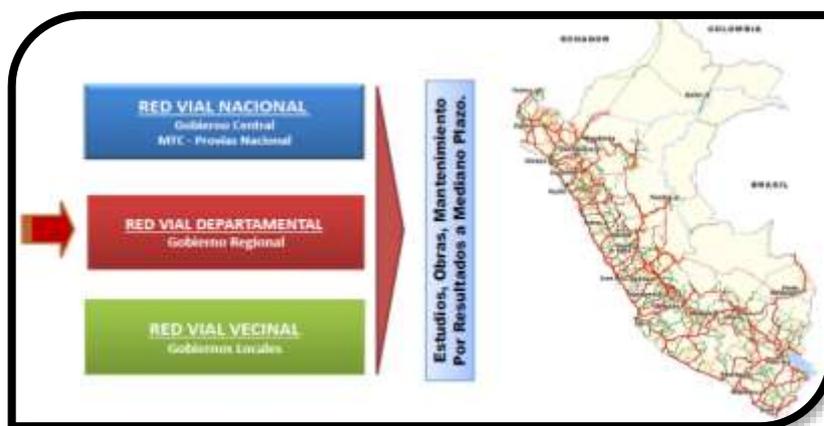


FIGURA N° 15 TIPOS DE REDES VIALES

FUENTE: RAUL TORRES TRUJILLO DIRECTOR EJECUTIVO (MTC),  
INTERVENCIONES EN RED VIAL NACIONAL

(TRUJILLO, 2014) La red vial nacional comprende las rutas o ejes troncales de importancia nacional. Vincula las capitales de departamento, principales ciudades, áreas productivas, puertos y fronteras. Asimismo constituye la base de todo el sistema de carreteras del país, a partir de la cual se articulan las redes viales departamentales y vecinales.

---

<sup>5</sup> Intervenciones en Red Vial Nacional Director ejecutivo Proviás nacional

<sup>6</sup>El 44% de estas vías se encuentran asfaltadas, 49% afirmadas y el resto sin afirmar y trocha. Este tipo de red vial soporta los mayores volúmenes de tráfico, movilizand o aproximadamente el 90% de la carga y 80% de los pasajeros que realizan viajes interprovinciales.

La red vial departamental comprende las rutas de importancia regional que articula a las capitales de departamento con las principales ciudades de cada región **CUADRO N° 8**.

(RANSA, 2008) Solo el 11% de las vías departamentales se encuentran asfaltadas, el 77% están afirmadas y el 7% restante son vías sin afirmar o en condición de trocha. La red vial vecinal está formada por las vías de escala provincial que son fundamentales para el desarrollo rural. De estas sólo el 2% están asfaltadas y el 98% están afirmados.

CUADRO N°08 TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA

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%
<i>Total por red</i>	25,165		14,500		47,300	

FUENTE: SEOANE, BRUNO ABERASTURI RANSA-EL TRANSPORTE TERRESTRE EN EL PERÚ Y SU LOGÍSTICA. LIMA. OCTUBRE 2008.PAG 5.

---

<sup>6</sup>RANSA-EL TRANSPORTE TERRESTRE EN EL PERÚ Y SU LOGÍSTICA. LIMA. OCTUBRE 2008.PAG 5.

## **2.5.1 PLANES NACIONALES RELACIONADOS A LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

### **1. PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO NACIONAL 2021**

Es un plan de largo plazo que contiene las políticas nacionales de desarrollo para los próximos 12 años Figura N° 16. Presenta las metas de fin de periodo, como aspiraciones nacionales a una mejor calidad de vida para toda la ciudadanía, y un conjunto de programas estratégicos de largo plazo que permitan guiar la toma de decisiones públicas y privadas.

### **2. PLAN NACIONAL DE COMPETITIVIDAD**

Es un documento que contiene un conjunto de acciones consensuadas que son necesarias que el Estado impulse para mejorar la productividad del sector privado y que las empresas puedan competir eficientemente.

Fue aprobado con Decreto Supremo 057-2005-PCM, publicado el 29 de julio del 2005.

## **2.5.2 PLANES SECTORIALES**

### **1) Plan Intermodal de Transporte 2004 – 2023: Plan Maestro**

Contiene los elementos necesarios para ordenar el desarrollo de la infraestructura, con una visión integral de mediano y largo plazo orientada a atender las demandas de la actividad productiva y social de la población a nivel nacional, armonizando el desarrollo regional descentralizado y apoyando el desenvolvimiento del comercio e intercambio internacional del país en el marco del proceso de integración.

### **2) Plan de Desarrollo de Servicios Logísticos de Transporte 2012 – 2021\***

Contiene el diagnóstico y lineamientos para promover el surgimiento y consolidación de una oferta integral y especializada de servicios logísticos de

valor agregado en el país, satisfaciendo las necesidades del sector productivo y contribuyendo a la competitividad de la economía y a la eficiencia de la infraestructura de transporte existente y planificado.

### **3) Plan Estratégico Sectorial Multianual PESEM 2012 – 2016:**

Aprobado con R.M. N° 224-2012 MTC/01. Plan a 5 años; contiene los lineamientos y prioridades sectoriales para el desarrollo de la infraestructura del transporte, acorde con el Plan Intermodal de Transporte 2004 – 2023 y el Plan de Desarrollo de los Servicios Logísticos de Transporte.

### **4) Programa Multianual de Inversión Pública 2013-2015**

Contiene el planeamiento de las intervenciones para 3 años en la Red Vial Nacional; está alineado con el Plan Maestro y el Plan Estratégico del Sector y en concordancia con las directivas del Ministerio de Economía y Finanzas.

### **5) Plan Operativo Institucional POI 2014**

(TRUJILLO, INTERVANCIONES EN LA RED VIAL NACIONAL, 2014) Contiene la planificación operativa de Provías nacional de programas, proyectos y actividades a ejecutar en la RVN, para el periodo de un año. Está alineado con los planes y estrategias sectoriales del MTC y acorde con los lineamientos institucionales de PROVÍAS NACIONAL.



FIGURA N° 16 ACCIONES ESTRATEGICAS DE LA RVN  
FUENTE: RAUL TORRES TRUJILLO DIRECTOR EJECUTIVO (MTC),  
INTERVENCIONES EN RED VIAL NACIONAL

### 2.5.3 PLANIFICACION VIAL

El sistema vial constituye un componente fundamental de la estrategia nacional de desarrollo ver **Figura N° 17**, siendo que entre sus más importantes contribuciones se encuentran: la reducción de los costos de transporte, con el consiguiente incremento de la rentabilidad de las actividades productivas; la reducción de los costos de transacción, que enfrentan especialmente los productores para su integración a los mercados; y, la reducción de tiempos de movilización.

(TRUJILLO, INTERVENCIONES EN LA RED VIAL NACIONAL, 2014)La Planificación Vial se articula con las diversas iniciativas y esfuerzos de desarrollo nacional, regional y local. Apunta a incentivar sinergias y líneas de complementación en las tres niveles de gobierno: nacional, regional y local, resaltando la importancia del potencial agrícola, agroindustrial, minero y turístico para la dinámica productiva del país.

Es indispensable en todo país por su impacto en la vida y desarrollo de los pueblos; permite cuantificar la demanda del transporte y analizar las alternativas para satisfacerla; es un proceso que culmina con el establecimiento de un conjunto de opciones y la estimación de sus consecuencias.

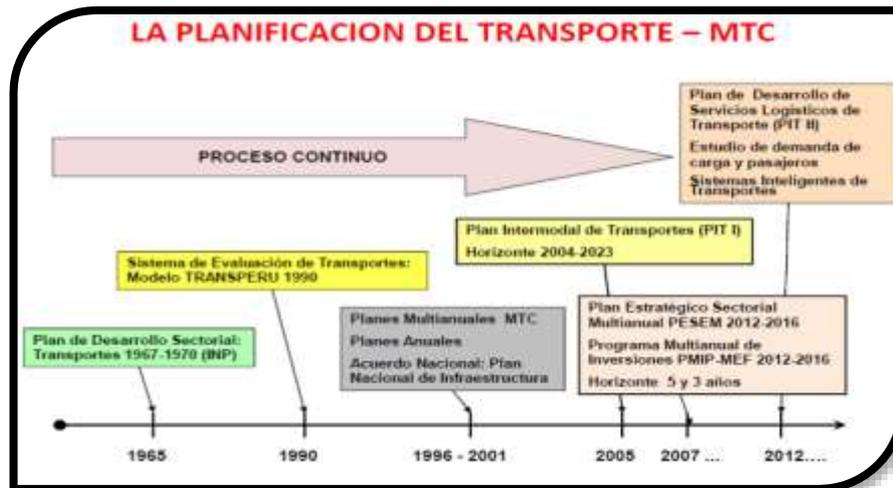


FIGURA N° 17 PLANIFICACION DEL TRANSPORTE  
FUENTE: RAUL TORRES TRUJILLO DIRECTOR EJECUTIVO (MTC),  
INTERVENCIONES EN RED VIAL NACIONAL

## 2.6 DISEÑO DE CARRETERAS:

### 2.6.1 GENERALIDADES:

(MTC, 2008) El diseño de carreteras está dividido en dos aspectos, el diseño de sección transversal y el diseño geométrico de la vía. Para nuestro estudio el diseño geométrico no será considerado, ya que se trabajara sobre la geometría existente; por lo que nos centraremos en el diseño de la sección transversal de la vía.

Dentro del diseño de carreteras nos dividimos en dos grupos: carreteras no pavimentadas y carreteras pavimentadas, la demanda del tránsito es la que define si la carretera requiere ser pavimentada o no.

Para el diseño debemos considerar una serie de factores como: el IMDA (Índice Medio Diario Anual), el volumen y composición de los vehículos.

### **2.6.2 CAMINOS DE BAJO VOLUMEN:**

Según el <sup>7</sup>“Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito” Publicado por el MTC en marzo del 2008, este tipo de vía se caracteriza por tener una superficie de rodadura de material granular y ser recorridas generalmente por un volumen menor de 50 vehículos por día y que muy pocas veces llegan hasta 200 vehículos por día.

### **2.6.3 DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS:**

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado, el Perú adopta el método NAASRA Figura N°18(National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE (Ejes Equivalentes)

Según la siguiente fórmula:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante

Nrep = Numero de repeticiones de EE para carril de diseño

---

<sup>7</sup> Manual de diseño de carreteras no pavimentadas

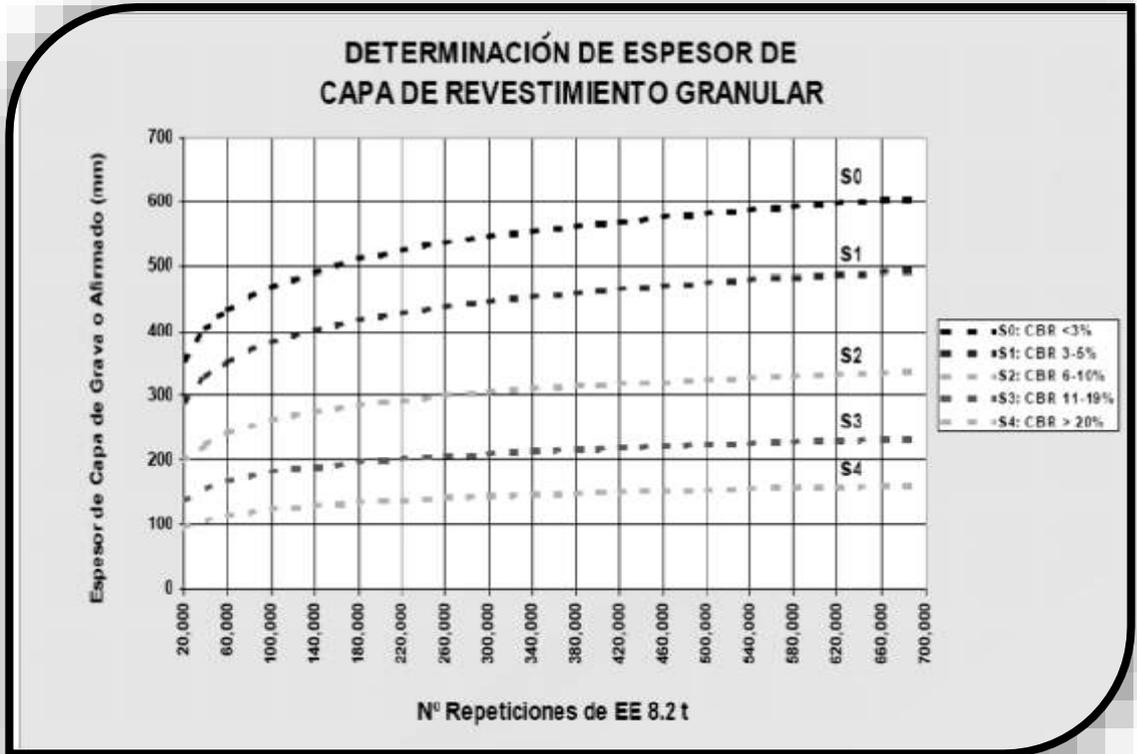


FIGURA Nº 18 TABAL DE METODO NAASRA  
FUENTE ELABORACION EN BASE A LA ECUACION DEL METODO  
NAASRA

El procedimiento para el cálculo del espesor se calcula en función a las necesidades del proyecto y el tiempo de diseño

- 1) Se proyecta el IMDA para determinada cantidad de años con la siguiente fórmula:

#### **Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1+i)^{n-1}$$

En la que:

**T<sub>n</sub>** = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

**T<sub>o</sub>** = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

**n** = Años del período de diseño.

**i** = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico<sup>(1)</sup> normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

Una vez determinado el IMDA para el tiempo estimado del proyecto, con ayuda del **CUADRO N° 9** se determina la clase de tráfico a la que pertenece de la siguiente tabla:

CUADRO N°09 CLASE DE TRÁFICO

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
N° Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5 - 3.1 \times 10^5$

FUENTE MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

Una vez determinada la clase de Tráfico, obtenemos las características de la superficie de rodadura con ayuda del **CUADRO N° 10**:

**CUADRO N°10 CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE DE RODADURA**

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (M)	Estructuras y Superficie de Rodadura Alternativas (**)
T3	101-200	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado
T2	51-100	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T1	16-50	1 carril(*) o 2 carriles 3.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T0	<15	1 carril(*) 3.50-4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm
Trocha carrozable	IMD Indefinido	1 sendero(*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

FUENTE MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

El número de ejes equivalentes (EE 8.2 ton) los obtenemos con ayuda del **CUADRO N° 11** en función al IMDA y el tiempo de diseño:

**CUADRO N°11 EJES EQUIVALENTES EN FUNCIÓN DEL IMD**

IMDA (total ambos sentidos)	Veh.pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		IIº Repeticiones EE 8.2 tn			
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05

El tipo de subrasante será en función del valor del CBR:

S0 : Subrasante muy pobre		CBR < 3%
S1 : Subrasante pobre		CBR = 3% - 5%
S2 : Subrasante regular	→	CBR = 6 - 10%
S3 : Subrasante buena		CBR = 11 - 19%
S4 : Subrasante muy buena		CBR > 20%

Con lo cual obtenemos todos los valores de las variables necesarias para reemplazarlos en la fórmula y obtener el espesor de la capa de revestimiento granular

#### 2.6.4 PAVIMENTOS FLEXIBLES:

Consisten en una superficie de desgaste o carpeta relativamente delgada construida sobre unas capas (Base y Sub-Base), apoyándose en conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la Sub-base, base y superficie de desgaste o carpeta son las componentes estructurales de este tipo de pavimento **Figura N° 19**.

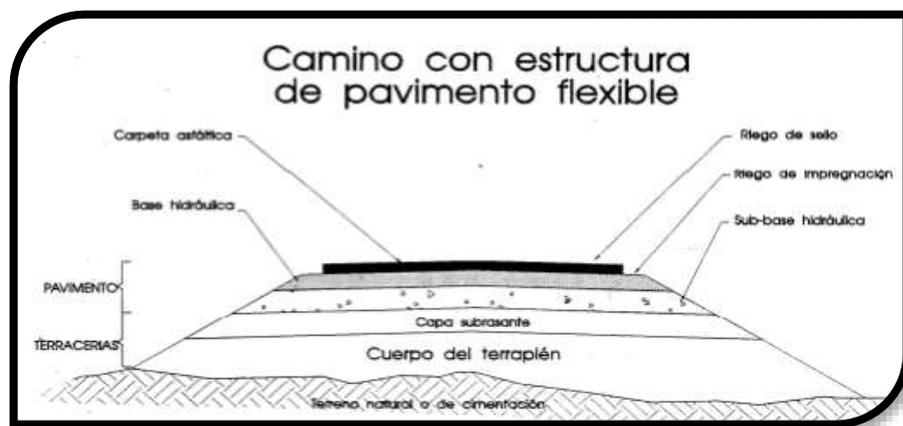


FIGURA N° 19 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

FUENTE: USON MEXICO, ARTICULO INTERNET

- Sub Base: para muchos una de las principales funciones de esta capa en un pavimento flexible es de carácter económico. Se trata de formar el espesor requerido del pavimento con el material más barato posible.

Todo espesor podría construirse con un material de alta calidad, como el usado en la base, pero se prefiere hacer aquella más delgada y sustituirse en parte por una Sub- Base de menor calidad, aun cuando esto traiga consigo un aumento en el espesor total de pavimento, pues naturalmente cuanto menor sea la calidad del material colocado será mayor el espesor necesario para soportar los esfuerzos transmitidos.

Otra función consiste en servir de transición entre el material de base, generalmente granular más o menos grueso y la propia subrasante.

La sub base más fina que la base, actúa como filtro de esta e impide su incrustación en la subrasante. También se coloca para absorber deformaciones perjudiciales en la subrasante, por ejemplo cambios volumétricos asociados a cambios de humedad, impidiendo que reflejen en la superficie del pavimento.

- Base: hasta cierto punto existe en la base una función económica análoga a la comentada para el caso de la sub base, pues permite reducir el espesor de la carpeta que viene a ser la capa más costosa. Pero la función fundamental de esta capa consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada. La base en muchos casos debe también drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o por acotamientos del pavimento así como impedir la ascensión capilar.
- Carpeta: la carpeta debe proporcionar una superficie de rodadura adecuada con textura y color convenientes y resistir los efectos abrasivos del tráfico hasta donde sea posible ya que estará en contacto directo con él; además debe impedir hasta cierta medida el paso del agua a las capas inferiores.

## **2.7 CONSERVACIÓN VIAL:**

### **2.7.1 DEFINICIÓN**

<sup>8</sup>Conservar es “Mantener una cosa o cuidar de su permanencia”, o también Guardar con cuidado una cosa”.

La conservación vial mantiene la misma significación, pero su aplicación tiene un sentido bastante más amplio. Por ello la conservación podría definirse como:

“El conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con las características geométricas.

### **2.7.2 CARACTERISTICAS DE CONSERVACION VIAL**

(MTC, MANUAL DE CONSERVACION DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN, 2008) Conservación Vial es un proceso que involucra actividades de obras e instalaciones, que se realizan con carácter permanente o continuo en los tramos conformantes de una red vial.

Para la ejecución de la conservación vial, se requiere tener una asignación presupuestal anual de recursos económicos, personal capacitado y utilizar máquinas y herramientas; cuyo costo se asigna en el presupuesto anual de la entidad competente de la gestión vial.

El presupuesto y la programación de actividades deberá hacerse previsoramente para ser realizadas en el año siguiente a su aprobación; y así sucesivamente cada año o cuando la norma presupuestal considere aplicables presupuesto plurianuales este se desarrollará conforme a la norma presupuestal aplicable.

---

<sup>8</sup>Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española

La ejecución del gasto se realizará por administración directa de la entidad competente o mediante contratos con terceros; y teniendo siempre como objetivo de la conservación vial mantener el nivel de servicio operativo de la carretera y de sus componentes en un rango programado por la entidad competente para cumplir las metas oficiales.

En el sector público el gasto en conservación vial corresponde en la clasificación presupuestal al concepto de gasto corriente y debe cubrir una previsión de cantidades de necesidades estimada por la experiencia de la unidad y del personal directamente encargado de realizar las tareas o partidas del gasto.

Las obras que conforman la conservación vial no requieren de estudios de preinversión, porque se trata de obras de prevención o de corrección menor de deterioros y en la medida que se identifique su inicio de estos se deberá proceder a su corrección para evitar su progresión. Pero si requieren de una programación técnica sistemática que permita sustentar el gasto necesario.

El presupuesto total anual de la unidad operativa resulta ser entonces la suma anual estimada de todos los tramos conformantes de la red a cargo de la unidad. El recurso asignado por tratarse de constituir una sumatoria de tramos cuyos estimados se fundamentan en las experiencias. Al inicio del proceso, podría llegar a ser insuficiente, por lo que se puede producir una incapacidad de alcanzar las metas, situación que puede definir como “conservación diferida”. En este caso tan pronto se tenga nuevos recursos disponibles, de preferencia deberá ser asignada al proceso de programación, para cubrir las actividades diferidas en el siguiente ejercicio presupuestal. Esta situación también está sujeta a factores imponderables causados por razones que no es del caso definir en esta oportunidad.

Consecuentemente puede llegar a necesitarse una acción programada de recuperación vía en razón de la conservación diferida. Es necesario aclarar que esta posibilidad de ejecución de la conservación de conformidad a la reglamentación presupuestal no debe incluir modificación de la geometría del trazado del camino, porque se desvirtuaría la naturaleza del gasto presupuestal como conservación vial.

### **2.7.3 ACTIVIDADES DE LA CONSERVACIÓN VIAL**

<sup>9</sup>La conservación vial desde el punto de vista de las actividades u obras y equipamiento a realizarse por administración directa, se organiza en dos grupos de ejecución: “conservación rutinaria” y “conservación periódica”.

(MTC, MANUAL DE CARRETERAS CONSERVACION VIAL, 2013)La conservación rutinaria, es el conjunto de actividades que se ejecutan dentro del presupuesto anual, está constituida por todas las actividades necesarias para cuidar la seguridad del camino y para prevenir el desarrollo de deterioros en todos los componentes de la infraestructura vial como son: pistas, puentes y túneles, señales y dispositivos de seguridad, obras de drenaje, contención de taludes, limpieza de la carretera, también del derecho de vía, etc. La conservación rutinaria trata en todos esos componentes, de evitar y llegado el caso, corregir cualquier deterioro que origine incomodidad o distorba la circulación del tránsito originando riesgos de accidentes y mayores deterioros en la infraestructura vial.

En otras palabras, un camino no debe operar en condiciones que causen riesgos al usuario; y en cualquier caso la conservación vial deberá advertir a los usuarios de las condiciones requeridas para circular sin riesgos creados por las condiciones del camino. En la mayoría de los casos será suficiente señalar las limitaciones en la circulación para evitar los riesgos. En otros casos podrá requerirse la colocación de barreras de protección, etc.

En el caso de carreteras no pavimentadas, se requerirá del perfilado de la capa granular de rodadura rellenar baches causados después de lluvias, limpieza de las obras de drenaje, reparación y remplazo de señales camineras, remoción de derrumbes, etc.

El alto índice de accidentalidad en las carreteras, posiblemente tiene un componente causado por la falta de señalización de las condiciones de peligro por el uso de velocidades inadecuadas o por la falta de guardavías en trazados en terrenos accidentados; y los derrumbes o caídas de piedras, podrían deberse al deterioro de

---

<sup>9</sup> Manual de carreteras de conservación vial 2013

algún muro o la falta de estabilidad de algún talud. La mayoría de estos casos pueden evitarse con acciones de carácter rutinario. Con este tipo de actividades, la carretera aunque sea de las más simples deberá mantenerse dentro de niveles de operación cómodos y seguros. No está demás mencionar que las carreteras o caminos de menor tráfico, son los que pese o quizás en razón de su bajo volumen de demanda, son los de mayor riesgo para la circulación.

De otro lado, la conservación periódica es de naturaleza distinta, mayormente está referida a las condiciones que se requiere recuperar en los elementos que conforman lo que en el Perú se denomina las calzadas y las bermas de la carretera, así como correcciones puntuales generadas por alguna inestabilidad en los terraplenes, que producirán posiblemente pequeños hundimientos y que requieren recuperación localizada de la plataforma, de la superficie de rodadura y de las obras complementarias.

En el caso de las carreteras de grava (carreteras no pavimentadas), denominadas en el Perú normalmente carreteras afirmadas, el periodo de reposición de grava de la superficie de rodadura y su compactación, puede tener periodicidad bastante más seguida, dependiendo de la naturaleza de la demanda o de la calidad de la grava que tiene la carretera, particularmente respecto de la estabilidad de la dosificación de la granulometría utilizada y el cuidado que se haya tenido de mantener la humedad del camino. E igualmente que en el caso de las carreteras pavimentadas, todas las otras actividades de conservación rutinaria que protejan al usuario de la carretera a lo largo del tramo, para darle seguridad, deberán ser ejecutadas normalmente.

#### **2.7.4 LOS NIVELES DE SERVICIO**

En la Ingeniería Vial de carreteras de alta capacidad, se asocia los conceptos de clase de carretera, capacidad, velocidad operativa, saturación y seguridad, con el nivel de servicio. Pero, en el caso de las carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito en las que su nivel de saturación respecto de la capacidad no es un parámetro crítico, los niveles de servicio establecen las condiciones en que deben conservarse las carreteras. Estas deben en todo momento presentar un estado igual o menor que el

nivel especificado. En este sentido, los “niveles de servicio” deben referirse a conceptos de: transitabilidad garantizada la mayor parte del tiempo; seguridad; y comodidad operativa medida en términos de rugosidad de la carretera.

#### **a) Transitabilidad**

El concepto de “transitabilidad” en el Perú define una situación de “disponibilidad de uso”. Demuestra que una carretera específica está disponible para su uso, es decir, que no ha sido cerrada al tránsito público por causas de “emergencias viales” que la hubieran cortado en algún o en algunos lugares del recorrido, como consecuencia de deterioros mayores causados por fuerzas de la naturaleza, tales como deslizamientos de materiales saturados de agua (“huaicos”), desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma de la carretera, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, etc. por ejemplo.

Este tipo de problemas, es el que causa mayor impacto en la vida de las poblaciones del país y ocurre mayormente en periodos de lluvias.

#### **b) Seguridad**

El problema de la falta de seguridad en la conducción de vehículos en las carreteras del país es muy grave. Los parámetros de accidentalidad de carácter internacional establece índices anuales de muertes por 100 millones de veh-km, identificables fácilmente en tres rangos: i) los países desarrollados, en el rango de 1 a 5 muertes; ii) países en un proceso intermedio de desarrollo, con un rango de 5 a 10 muertes. Y los países prácticamente en el subdesarrollo, entre los cuales está el Perú, con un rango mayor a 10 muertes por cada 100 millones de veh-km/año. (Estudio de Seguridad Vial en el Perú. MTC – BM)

Aunque en el Perú no se tienen estudios que establezcan por separado los índices de accidentalidad para las carreteras de alta demanda y baja demanda, se tiene la referencia internacional que indica mayor riesgo de ocurrencia de accidentes en carreteras de bajo volumen de tránsito donde el conductor está menos atento respecto de la aparición de otros vehículos.

### **c) Comodidad en la conducción**

Si bien este concepto a simple vista podría parecer común, desde el punto de vista de la Ingeniería Vial resulta muy importante porque indica la apreciación de carácter operativo-económico que responde a la tecnología desarrollada por el Banco Mundial, sistematizada por el modelo de evaluación económica HDM de uso universal para el estudio de los proyectos y la gestión vial.

Esto se fundamenta en el Modelo de Deterioro de las Carreteras, desarrollado mediante investigaciones de hace más de cuarenta años y que continúan vigente. En este contexto, la comodidad es medida en términos del índice Internacional de Rugosidad o IRI.

El mal estado de las carreteras significa altos costos en los transportes y es identificable por las fallas y deterioros en la superficie de las carreteras. En las carreteras no pavimentadas con superficie de rodadura de grava, tierra y sus alternativas estabilizadas, los rangos de los IRI medidos arrojan valores entre 3.5 hasta 10.0 para carreteras calificadas por el Banco Mundial como Carreteras No Pavimentados con Conservación. En los cuales se pueden conducir vehículos sin mayores problemas de seguridad.

Por encima del valor 10 del IRI, se tiene una serie de valores de rugosidad que corresponden a carreteras sin conservación que presentan deterioros; situación que se buscará superar con el mejoramiento de la conservación vial en el Perú **Figura N° 20**, pero que para ser realistas no significa necesariamente que requieran restauración urgente, porque pudieran no estar en estado crítico.

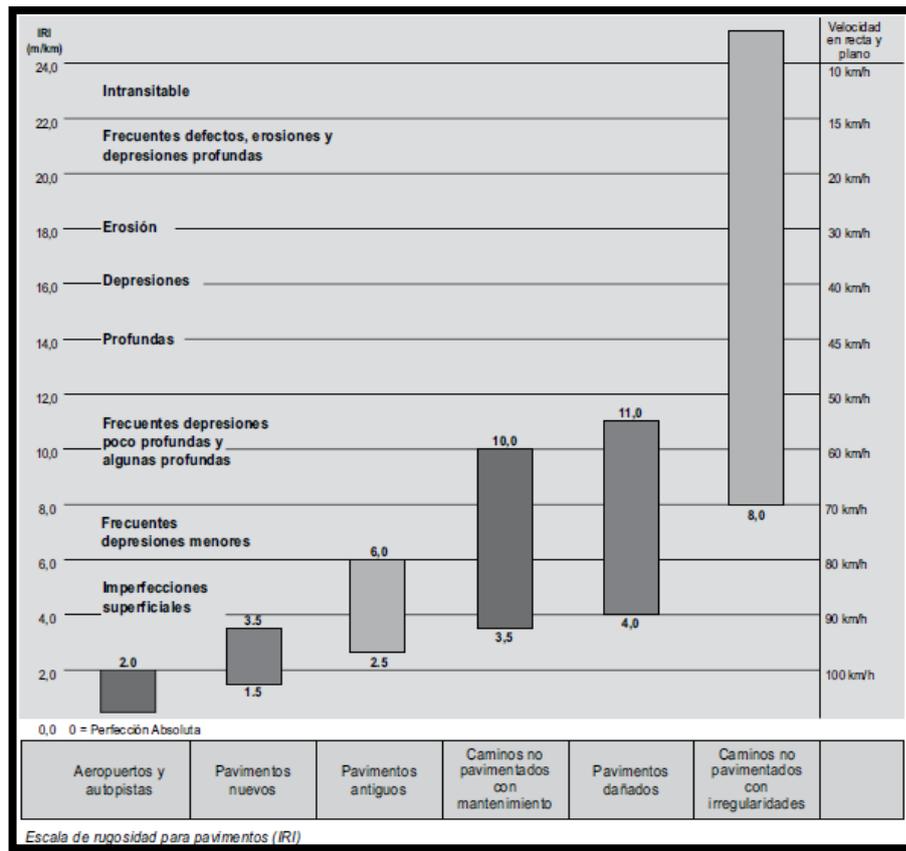


FIGURA N° 20 ESCALA DE RUGOSIDAD PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

FUENTE: MANUAL PARA LA CONSERVACION DE CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN

Para estos casos son aceptables valores del IRI hasta en el rango de 16 a 22 para carreteras de muy poco tránsito, menor de 15 veh/día y baja velocidad de circulación. Ver la siguiente **Figura N° 21**.

Rugosidad IRI (m/Km)	
0	
2	Superficie reciente nivelada de grava fina o superficie de suelo con excelente perfil longitudinal y transversal (usualmente encontrados sólo en longitudes cortas).
4	Manejo confortable entre 80 - 100 km/h (velocidad en recta y plano), se perciben ondulaciones suaves u oscilaciones. Pequeñas depresiones (por ejemplo <5 mm / 3 m) y sin baches.
6	Manejo confortable entre 70 - 80 km/h (velocidad en recta y plano), pero se perciben movimientos repentinos y algunos golpeteos de neumático. Frecuentes depresiones moderadas poco profundas o baches poco profundos (por ejemplo 6 - 20 mm / 3 m con frecuencia de 5 - 10 en 50 m). Ondulaciones moderadas (por ejemplo 6 - 20 mm / 0.7 - 1.5 m).
8	
10	Manejo confortable entre 50 - 70 km/h (velocidad en recta y plano). Frecuentes depresiones moderadas poco profundas o baches poco profundos (por ejemplo 20 - 30 mm / 3 - 5 m con frecuencia de 10 - 20 en 50 m), o depresiones ocasionales profundas o baches (por ejemplo 40 mm / 3 m con frecuencias menores a 5 en 50 m). Ondulaciones moderadas (por ejemplo 6 - 20 mm / 0.7 - 1.5 m).
12	
14	Manejo confortable a 50 km/h (o entre 40 - 70 km/h en secciones específicas - velocidad en recta y plano). Frecuentes depresiones transversales moderadas (por ejemplo 30 - 40 mm / 3 - 5 m con frecuencia de 10 - 20 en 50 m) o depresiones ocasionales profundas o baches (por ejemplo 40 - 80 mm / 3 m con frecuencias menores a 5 en 50 m). Ondulaciones fuertes (> 20 mm / 0.7 - 1.5 m).
16	
18	Manejo confortable aproximadamente a 30 km/h (o entre 30 - 40 km/h en secciones específicas - velocidad en recta y plano). Frecuentes depresiones transversales profundas y/o baches (por ejemplo 40 - 80 mm / 1 - 5 m con frecuencia de 5 - 10 en 50 m), o depresiones ocasionales profundas (por ejemplo 80 mm / 1 - 5 m con frecuencia menor que 5 en 50 m) con otras depresiones no profundas. No es posible evadir todas las depresiones excepto las peores.
20	Velocidades mayores a 20 km/h (velocidad en recta y plano) podrían ocasionar incomodidad extrema y posibles daños al vehículo. El perfil de la carretera presenta frecuentes depresiones profundas y/o baches (por ejemplo 40 - 80 mm / 1 - 5 m en frecuencia de 10 - 15 en 50 m) y depresiones ocasionales profundas (por ejemplo > 80 mm / 0.5 - 2 m).
22	
24	Carretera se vuelve intrasitable, con velocidades menores a 15 km/h. Presenta un perfil muy malo con frecuentes defectos severos, depresiones y ahuecamientos muy profundos > 120 mm.

FIGURA N° 21 ESCALA DE ESTIMACION DE RUGOSIDAD PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

FUENTE: MANUAL PARA LA CONSERVACION DE CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN

Estas cifras dan una buena idea de las posibilidades que se tiene de fijar niveles de servicio operativo económicamente adecuados a una economía bastante estrecha como la del Perú, en concordancia con una clasificación de carreteras en base a la demanda del tránsito en conjunción con un análisis de la fisiografía en la que se localizan.

## 2.7.5 IMPORTANCIA DE CONSERVACIÓN VIAL

Es importante mantener los caminos porque permite:

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

## 2.7.6 CICLO DE VIDA DE UN CAMINO

Los deterioros de un camino, como ya se ha mencionado, se deben en principio al efecto del agua y del tráfico. Estos influyen en el progreso de desgaste y en la transitabilidad **Figura N° 22**.



FIGURA N°22 CICLO DE VIDA DE UN CAMINO

Por eso el mantenimiento 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. El ciclo de deterioro de un camino consta de cuatro fases **Figura N° 23**:

- Fase 1: Post Construcción.

Comprende la puesta en servicio inicialmente después de la construcción, rehabilitación o reconstrucción; en esta fase el camino se encuentra en excelentes condiciones para la satisfacción de los conductores inicialmente después de la puesta en operación del servicio. Ver punto A de la figura.

- Fase 2: Deterioro lento y poco visible.

El camino presenta desgaste después de un tiempo, donde se evidencia de manera significativa el deterioro de la superficie de rodadura. Durante esta fase el camino se encuentra en buen estado.

- Fase 3: Deterioro acelerado.

Aquí la carretera presenta mayor desgaste en la superficie de rodadura y en los demás elementos de la carretera. Se evidencia el deterioro acelerado y cada vez resiste menos al tránsito vehicular.

Los daños comienzan a hacerse puntuales y en el tiempo se van extendiendo hasta afectar al camino. Tiene corta duración y es el comienzo de la aceleración del deterioro superficial.

- Fase 4: Descomposición Total

En esta fase los vehículos elevan sus costos de operación y tienen dificultades para circular. La capacidad del camino se ve reducida afectando así a los vehículos en los neumáticos, ejes, amortiguadores y el chasis.

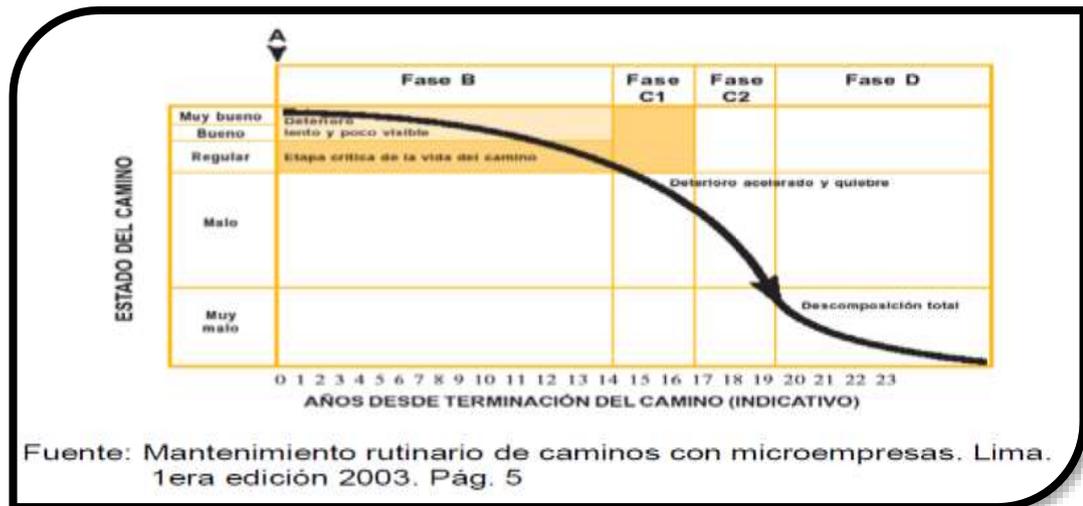


FIGURA N°23 CURVA DE DETERIORO DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO

### 2.7.7 MANTENIMIENTO VIAL Y LA RUGOSIDAD

Las características funcionales de una vía tienen gran incidencia en las condiciones de seguridad y comodidad, lo que afecta económicamente a los costos de operación y mantenimiento.

Las irregularidades que presentan las vías tienen relación directa con los costos de operación de los vehículos, por consiguiente afecta la velocidad, el desgaste de las llantas y el consumo de combustible. Estas irregularidades a parte de ocasionar desgastes en los vehículos modifican el estado de esfuerzos y deformaciones en la estructura de la vía. La calidad de un pavimento se puede entender como la capacidad estructural que soporta a diferentes sollicitaciones, asimismo como la comodidad que siente el usuario al transitar sobre el pavimento.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI), fue aceptado como estándar de medida de la regularidad superficial de un camino por el Banco Mundial en el año 1986, siendo obtenida por medio de una correlación con cualquier equipo de medición de rugosidad.

El IRI puede ser entendido como un indicador del estado del pavimento **Figura N° 24**, está orientado al mantenimiento cuya incidencia se centra en funciones de aspectos

económicos (IRI vs costos de usuarios), sociales (opinión de los usuarios) y técnicos (gestión de carreteras, costos de conservación vs costo Unitario).

	Pavimentadas	No pavimentadas
Estado	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	$0 < IRI \leq 2,8$	$IRI \leq 6$
Regular	$2,8 < IRI \leq 4,0$	$6 < IRI \leq 8$
Malo	$4,0 < IRI \leq 5,0$	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$5 < IRI$	$10 \leq IRI$

Fuente: MTC, Proviás Nacional, Gerencia de Planificación y Presupuesto, Elaboración de Diagnóstico de la Unidad de Gestión de Carreteras a Implementación del Sistema de Gestión de Carreteras de Proviás Nacional, Lima, noviembre de 2005.

FIGURA N°24 ESTADO DE RUGOSIDAD

### 2.7.8 CONDICIÓN SUPERFICIAL DE UNA VÍA EN FUNCIÓN DEL 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 **Figura N° 25**, 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.

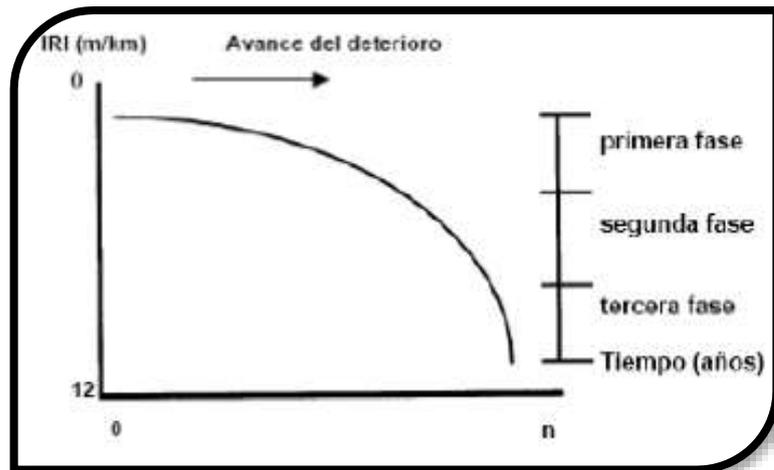


FIGURA N° 25 DETERIORO DE UN CAMINO EN EL TIEMPO  
FUENTE: ARRIAGA PATIÑO, MARIO; GARNICA ANGUAS PAUL; RICO RODRIGUEZ, ALFONSO. ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD EN LA RED CARRETERA DE MÉXICO. MÉXICO. AÑO 1998. PÁG. 14.

### 2.7.9. 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.

## **2.7.10. NIVELES DE INTERVENCIÓN**

Son las actividades que se realizan en la vía con la finalidad de evitar el deterioro de la infraestructura del camino, tiene diversos niveles que van desde una intervención sencilla hasta una más costosa.

- Obras de conservación rutinaria: actividades de carácter preventivo que se ejecutan para conservar la calzada, el sistema de drenaje, la señalización y obras de arte. En general se realizan durante todo el año para evitar el deterioro de la vía y garantizar la transitabilidad.
- Obras de conservación periódica: acciones que se realizan para reconformar y restablecer las características en la superficie de rodadura. Generalmente se repiten en periodos de más de un año de acuerdo a la influencia del tráfico.
- Obras de conservación puntual: son trabajos aislados que corrigen un defecto funcional o estructural. Del mismo modo también sirve para eliminar un riesgo que se pueda prevenir.
- Trabajos de emergencia: conjunto de actividades que se realizan para devolver la transitabilidad en una vía donde ha sido afectada por eventos extraordinarios o fuerza mayor.

## **2.7.11 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:**

### **2.7.11.1 SLURRY SEAL**

#### **HISTORIA**

Se aplicó por primera vez en Alemania a principios de los años 30, fue hasta los 60 cuando se introducen máquinas, emulsiones mejoradas y se populariza su uso. En 1999 en el Mundo se aplicaron poco más de 1, 750,000 toneladas de Slurry Seal.

(HERENCIA, 2010) El SLURRY SEAL es una mezcla asfáltica compuesta por emulsión, agregados granulometría definida, agua, finos minerales, y eventualmente aditivos químicos, en proporciones tal que permiten obtener una mezcla fluida, homogénea, cremosa y fácilmente extensible que una vez evaporada el agua constituye

un recubrimiento estanco y denso. En esta mezcla los agregados pétreos conforman el esqueleto mineral que da el espesor de la capa construida (tamaño máximo del agregado) siendo el mastic conformado por la mezcla de filler y asfalto lo que le da la cohesión necesaria a esa estructura.

## **TIPOS DE SLURRY SEAL**

Del **CUADRO N° 12** se puede ver los tipos de Slurry Seal

Tipo I Características de peso

3.25-5.4 kg/m<sup>2</sup>

Tipo II Características de peso

5.4-8,1 kg/m<sup>2</sup>

Tipo III Características de peso

8,1-15,5 kg/m<sup>2</sup>

(SILVA, 2012) Las lechadas asfálticas (slurry seal) corresponden a aplicaciones de emulsiones asfálticas con agregados, utilizadas principalmente en la conservación de pavimentos de asfalto.

Es aplicado efectivamente en superficies de pavimentos de concreto asfáltico donde el principal problema es la oxidación excesiva y endurecimiento del asfalto existente.

- Técnicas de mantenimiento preventivo y rehabilitación de superficies.
- Se logra poco o ningún incremento estructural.
- Deben de ser consideradas solo para aquellos pavimentos que poseen capacidad de carga remanente, necesaria para soportar las cargas de diseño vehicular.

- Se utilizan como un sello superficial para corregir irregularidades tales como pérdida de propiedades anti-derrapantes (alisamiento), oxidación y desprendimientos en pavimentos.
- Han mostrado buenos resultados para mejorar las características de fricción superficial, recuperación de ahuellamientos y pequeñas irregularidades, en vías tanto de alto como de bajo volumen de tráfico.

El Slurry seal es un sistema formado por **Figura N° 26**:

- Agregado mineral
- Filler
- Agua
- Emulsión de rotura lenta ó emulsión de rotura lenta modificada con polímero

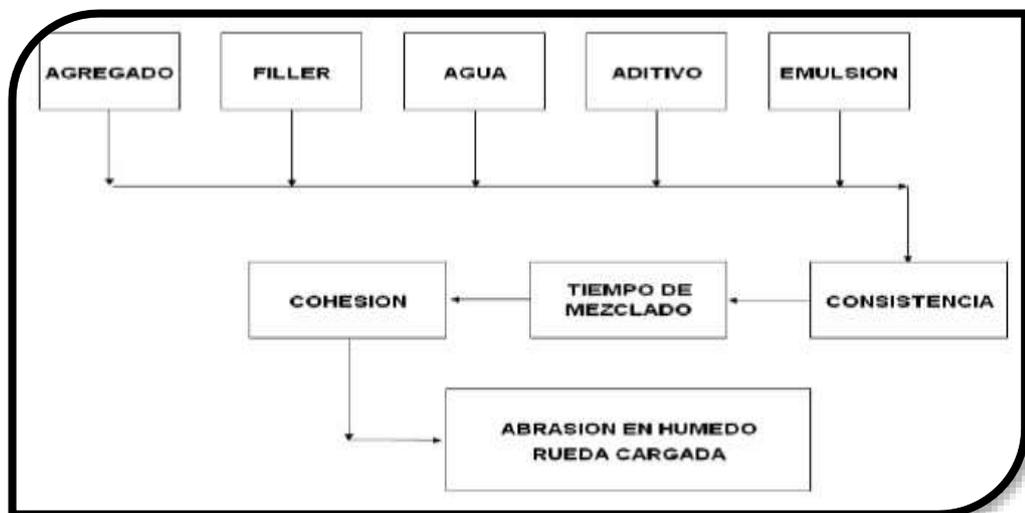


FIGURA N° 26 PROCESO PARA EL SLURRY SEAL

CUADRO N°12 TIPO DE AGREGADO PARA EL SLURRY SEAL

Tamaño de tamiz	Tipo I % pasante	Tipo II % pasante	Tipo III % pasante	Tolerancias
3/8 (9.5 mm)	100	100	100	
#4 (4.75 mm)	100	90 – 100	70 – 90	+/-5%
#8 (2.36 mm)	90 – 100	65 – 90	45 – 70	+/-5%
#16 (1.18 mm)	65 – 90	45 – 70	28 – 50	+/-5%
#30 (600 um)	40 – 65	30 – 50	19 – 34	+/-5%
#50 (330 um)	25 – 42	18 – 30	12 – 25	+/-4%
#100 (150 um)	15 – 30	10 – 21	7 – 18	+/-3%
#200 (75 um)	10 – 20	5 – 15	5 – 15	+/-2%

SLURRY SEAL : TIPO I, II y III      MICROPAVIMENTO : TIPO II y III

## DISEÑO

Para predecir el modelo y sea correcto en la aplicación de campo y poder anticipar cualquier condición adversa.

Revisar la compatibilidad de los elementos así como la calidad de los mismos. Los tiempos de fraguado y apertura al tránsito, la duración y desgaste del Slurry deberán ser monitoreados

Elementos que componen el diseño del SlurrySeal:

El Slurry seal es un sistema, en donde todos los elementos Inter actúan para lograr un rendimiento optimo. La alteración de alguno de estos elementos puede producir la falla.

Las necesidades del sistema Slurry Seal para su diseño

1. Tipo de emulsión: aniónico a catiónico
2. Clase de emulsión: rompimiento rápido o lento
3. Condiciones de tráfico
4. Preparativos del camino
5. Preferencias del camino

## PRUEBAS PARA EL SLURRY SEAL:

- Consistencia,
- Tiempo de mezclado,
- Prueba en húmedo de abrasión,
- Adherencia,
- Cohesión húmeda

### **2.7.11.2 OTTA SEAL**

(OVERBY, 1999) La primera superficie construida con el método de sellado Otta Seal fue construida en Noruega en el año 1963 basándose en un método experimental e innovador. El objetivo principal fue desarrollar un método que pueda mejorar la calidad de los caminos de tierra a un costo igual al de su mantenimiento. En 1965 el Laboratorio Noruego de Investigación de Caminos desarrolló un método de sellado pulverizado bituminoso utilizando agregados de grava y una cobertura suave con un contenido relativamente alto de de la cobertura.

Durante los siguientes 20 años, se pavimentaron más de 12,000 km de caminos rurales utilizando la técnica de Sellado Otta, abarcando cerca del 20% de red total de caminos pavimentados de Noruega. Se comprobó rápidamente que el uso de la técnica de Sellos Otta era muy económica y durable y su rendimiento mucho mejor de lo esperado.

Durante los siguientes 25 años los ingenieros noruegos han estado promocionando este tipo de sello pulverizado bituminoso en varias partes del mundo, adoptando especificaciones adecuadas para cada ambiente local. Las experiencias reportadas han sido, sin lugar a dudas, muy exitosas tanto en áreas de frío extremo como en áreas de clima seco y muy caluroso. En muchos casos, la estricta aplicación de normas convencionales para las superficies bituminosas prohibió los proyectos o los hicieron innecesariamente costosos. Sin embargo, la carencia de información referente a los Sellos Otta; sus propiedades, diseño (anteriormente el diseño de los Sellos Otta se basaba en método empíricos, en lugar de los métodos más racionales usados por los

Chip Seals), construcción y desempeño y la resistencia de la industria de la construcción para adoptar nuevas tecnologías, limitaron demasiado el uso de este tipo de superficies pulverizadas bituminosas.

### **Antecedentes**

A inicios de la década de los 60, cerca del 50% o 40,000 km del total de caminos públicos en Noruega eran caminos de tierra no pavimentados de bajo tránsito con un AADT (Promedio anual de tránsito diario) de entre 50 a 500 vehículos. Durante la época de deshielo en primavera muchas secciones de los caminos eran intransitables, tanto de vehículos ligeros como pesados. Estos caminos, en ese tiempo y de acuerdo a la práctica actual debieron ser completamente reconstruidos antes de aplicar una superficie bituminosa. Sin embargo, el progreso de los programas de rehabilitación fue lento debido a restricciones presupuestales. En 1963 las autoridades viales noruegas habían identificado la necesidad de desarrollar un método o tratamiento que pueda efectivamente mejorar la calidad de los caminos de tierra a un costo igual a su mantenimiento. Los dos principales objetivos basados en aspectos económicos y técnicos que debían lograrse eran:

- Las inversiones deberían retornar en unos pocos años solo a través de costos de mantenimiento reducido;
- Los usuarios de los caminos deberían encontrar que la calidad y desempeño de la superficie era similar a otras superficies bituminosas convencionales.

Con la finalidad de satisfacer estas dos reglas la superficie debería cumplir de preferencia con los siguientes requisitos:

- Ser baratos y fáciles de realizar en cualquier lugar del país.
- Utilizar agregados cernidos disponibles en el lugar o localmente.
- Ser impermeable para prevenir que el agua ingrese hasta el material base susceptible a la humedad.
- Debe ser muy flexible, durable y fácil de mantener.

En 1963 el laboratorio de investigación vial de noruega (NRRL en Ingles) fue seleccionado para desarrollar un tratamiento que se aplique en situaciones de acuerdo a los requisitos técnicos y económicos mencionados.

Durante los años 1963 y 1965 se llevaron a cabo pruebas en el Otta Valley de donde proviene su nombre. Inicialmente se crearon para utilizarse como un “sello bituminoso de mantenimiento” temporal para caminos de tierra, pero su buen desempeño su uso llevo adoptarse para caminos bituminosos nuevos y existentes tanto en situaciones de tráfico bajo y medio. Desde su creación, este método ha tenido un uso intensivo tanto como un sello de mantenimiento económico para caminos de tierra como para superficies bituminosa.

Este tipo de superficies es considerada hoy en día se le considera que no tienen limitaciones a pesar de los volúmenes de tráfico que se pueda aplicar a cualquier superficie bituminosa pulverizada.

### **Descripción y tipos:**

Los sellos Otta consisten esencialmente de una superficie bituminosa de 16 a 32 mm de espesor, constituida de una mezcla de agregados graduados (medidos) tanto de tierra natural como de gravilla combinada con capas relativamente suaves (baja viscosidad), con o sin cobertura de arena. Este tipo de superficie contrasta con las superficies convencionales de capas de agregado chancado de alta viscosidad, como es el caso de los sellos de arena.

Existen varios tipos de Sellos Otta en base al número de capas, tipo de agregado y si utiliza o no cobertura de arena. Estos tipos pueden ser, en general los siguientes:

#### **1. Sellado Otta Simple**

Tipo de agregado “abierto”, “medio” o “denso”

- Con cobertura de arena
- Sin cobertura de arena

## **2. Sellado Otta Doble**

Tipo de agregado “abierto”, “medio” o “denso”

- Con cobertura de arena
- Sin cobertura de arena

### **Mecanismo de Desempeño.-**

El mecanismo del desempeño de los sellos Otta es algo diferente a aquel convencional sello de arena. Estas diferencias se pueden resumir como sigue:

El agregado se coloca sobre una capa relativamente gruesa de una carpeta comparativamente suave el cual, en tránsito o tráfico, puede fluir hacia la superficie a través de los vacíos del agregado. De esta manera, la resistencia del agregado depende tanto de las capas de brea como del engrane o agarre mecánico; casi como si fuera una pre-mezcla bituminosa.

Es recomendable permitir el tránsito inmediatamente después del vaciado y su apariencia final se forma después de cuatro a ocho semanas. Normalmente no se requiere inyectar la base

Sello de arena: En el caso de las superficies convencionales de sellos de arena, el agregado se coloca en una capa de una carpeta comparativamente dura con el objetivo de “pegar” el asfalto antiguo con el nuevo. Así, la resistencia del sello de brea depende mucho de la unión entre el agregado y la carpeta. Si esta unión no es suficiente (Ejemplo: debido al uso de una capa muy delgada o a la ocurrencia de un resquebrajamiento debido a la oxidación de la carpeta) entonces se desmoronará. Por otro lado la selección del tamaño del agregado es crítica para asegurar la adhesión (entrelazado) entre la primera y segunda capa. El tráfico sobre la superficie necesita ser controlado cuidadosamente hasta que la capa haya secado. Normalmente se requiere de una inyección a la base.

El concepto de sangrado debe ser visto de manera diferente entre los Sellos Otta y los sellos de arena convencionales. Antiguamente si el exceso de emulsión afloraba a la superficie durante el vaciado o durante la circulación de tráfico, podía ser cubierto simplemente con agregados finos o arena fina o gruesa.

El agregado fino tiende a ser equitativamente recubierto por la capa suave y fluir hacia los vacíos del agregado con la finalidad de producir una superficie compacta que parezca una pre-mezcla convencional. Por el contrario, el “sangrado” del sellado de arena convencional puede ser más problemático debido a la necesidad de recubrir el agregado fino con una capa más dura.

Debido a las diferencias de desempeño entre el Sellado Otta y el sellado convencional es importante reconocer que sus métodos de diseño y construcción no son necesariamente similares.

### **Ventajas y Desventajas Relativas.-**

El método de Sellado Otta difiere en muchos aspectos de las superficies bituminosas pulverizadas convencionales.

Una las principales ventajas que ofrecen los Sellos Otta es su habilidad de actuar muy bien con agregados de baja calidad en términos de resistencia, forma, textura y contenido de arena, elevando considerablemente el ahorro dependiendo de la ubicación del proyecto, disponibilidad de los agregados y el precio de la breá.

Sin embargo, como cualquier otro tipo de superficies de asfalto, los Sellos Otta poseen ventajas y desventajas que describiremos a continuación.

### **Ventajas**

Algunos de los factores que favorecieron el uso de los Sellos Otta incluyen:

Construcción de caminos en áreas remotas donde, por ejemplo, solo existe tierra natural, y donde puede ser prohibitivamente caro instalar maquinaria de trituración;

- La calidad de la mano de Obra es indiferente.
- La flexibilidad y durabilidad de la superficie debe tolerar, por ejemplo, pavimentos de baja capacidad de rodamiento con grandes deflexiones.
- Existe baja capacidad de mantenimiento:
- Prevalece un alto nivel de radiación solar

### **Desventajas**

Una de las principales desventajas de los Sellos Otta es su apariencia inconsistente y algo “parchada” durante los primeros 4 a 6 meses del inicio de su vida útil. Durante esta etapa puede parecer rica en brea o quizás hasta pueda “sangrar”, y que necesite esparcir arena o polvo de piedra sobre el área afectada para absorber el exceso de brea. Esto puede producir la impresión errónea a los técnicos de que algo malo ocurre con la superficie o que es de menor calidad que las superficies convencionales de Brea.

Sin embargo, este NO es el caso. Después de 8 a 12 semanas de tráfico intenso la superficie empezará a “asentarse” y proporcionará una apariencia consistente y uniforme parecida al, mucho más caro, Concreto Asfáltico utilizado generalmente en caminos de alto tránsito. Otra de las desventajas de los Sellos Otta tiene que ver con los aspectos contractuales que deben ser tratados en los documentos oficiales.

# CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES

## **3.1 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:**

La importancia de esta investigación es determinar que tan económico es colocar un tratamiento superficial en carreteras de bajo volumen de tránsito en las zonas de la Sierra y la Selva, con una evaluación económica de dos alternativas de Tratamientos superficiales como son el Otta Seal / Slurry Seal, y así lograr minimizar gastos, recursos y tiempos muertos que se dan en la ejecución de estos trabajos, obteniendo resultados con dicha alternativa que cumplan con todos los niveles de servicio contractuales exigidos por el ministerio de transportes (Pro vías Nacional) través de un contrato y los Términos de Referencia (TDR) con los cuales nos regimos para completar todas las actividades de mantenimiento rutinario y periódico en los distintos tramos del corredor vial asignado.

Para ello evaluaremos dos métodos que se vienen practicando, usando y proponiendo como solución en la mayoría de contratos en Mantenimiento de Carreteras de bajo volumen y en el sistema de mantenimiento por niveles de servicio, estos son el tratamiento superficial Slurry Seal y el tratamiento superficial Otta Seal, dichos tratamientos ayudan a dar unas características determinadas a la superficie de rodadura.

Contamos con las siguientes características:

- Aumentar o controlar la dureza, obteniendo superficies más resistentes al desgaste (Construir una superficie de rodadura resistente en el tiempo de duración del contrato, dándole características resistentes al desgaste y deterioro)
- Proveer una superficie económica y duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen.
- Prevenir la penetración superficial de agua en bases granulares y pavimentos viejos que han comenzado a desintegrarse por el tiempo o a fisurarse.

- Rellenar huecos, recubrir y ligar partículas minerales desprendidas y restaurar la superficie del pavimento.
- Renovar superficies y restaurar la resistencia al deslizamiento de pavimentos deteriorados por el tránsito en los cuales los agregados superficiales han comenzado a pulirse.
- Restaurar capas de rodamientos afectadas por los agentes climáticos y dar nueva vida a superficies de pavimentos resacas.
- Proveer una cubierta temporaria en los casos de construcción de pavimentos incompletos y demorados o cuando se trata de una construcción por etapas.
- Asegurar la adherencia de las capas asfálticas superiores con las bases granulares (riego de imprimación).
- Asegurar la trabazón entre la superficie que está siendo pavimentada y la capa superior (riego de liga).
- Obtener un coeficiente de fricción adecuado en el contacto entre dos superficies, ya sea disminuyéndolo como en un cojinete o aumentándolo como en un freno.
- Proporcionar características decorativas al acabado del tratamiento, como color o brillo.

Esperando lograr un buen resultado con esta evaluación económica de estos dos tratamientos y que a la larga favorezca y beneficie a los usuarios de estas vías, prolongando la vida útil de las carreteras a un costo rentable para el estado y el contratista conservador.

## **3.2 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA:**

### **3.2.1 CLASIFICACIÓN POR SU FUNCION**

Según su funcionalidad la primera carretera: corredor vial Puente Huarochirí - Sihuas correspondiente al caso “A” comprende dos rutas 16 km de la Ruta 3NA y 92 km de la Ruta 12A donde se aplicara el tratamiento superficial Otta Seal, la carretera; San Francisco - Puerto Ene correspondiente al caso “B” en estudio donde se colocara el tratamiento superficial Slurry Seal, pertenece a la Ruta Nacional 28C.

Específicamente las dos están calificadas como carreteras pertenecen a longitudinal de la Sierra, está clasificada como una carretera que pertenece a la RED VIAL NACIONAL.

### **3.2.2. CLASIFICACIÓN POR SU DEMANDA**

Se tomó como referencia un estudio de tráfico realizado al caso “B” San Francisco – Puerto Ene el 2013 y un estudio de trafico del caso “A” Puente Huarochiri – Sihuas en el año 2012, donde el tránsito promedio diario (TPD) es menor a 200 Vehículos/día, en los dos casos por tanto las dos carreteras se clasifican como CARRETERA DE TERCERA CLASE y de bajo volumen.

### **3.2.3 CLASIFICACIÓN POR SUS CONDICIONES OROGRÁFICAS Y CLIMA**

En esta clasificación se consideró la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, se considera a la carretera del caso “A” Puente Huarochiri – Sihuas como una carretera de TIPO 4 ya que la vía al principio se desarrolla en la Sierra con altitudes que oscilan entre 1,950 msnm y 4,230 msnm, zonas muy accidentadas y con lluvias moderadas e intensas.

Mientras que la carretera del caso “B” San Francisco – Puerto Ene se desarrolla en terreno casi llano, en una vía entrante a ceja de selva compartiendo Sierra y Selva el tramo variante entre los 800 y 1500 msnm.

### 3.3 ASPECTOS DE LA CONSERVACION

Para cada caso en estudio se consideran aspectos que se requieren implementar en la conservación Periódica, estos descritos en los Términos de referencia incluidos en el contrato por niveles de servicio, específicos para cada uno de los casos en los **CUADROS N° 13 Y N° 19:**

➤ **Caso “A” Tramo: Puente Huarochirí – Sihuas longitud 109 Km:**

CUADRO N°13 CONSERVACION PERIODICA CASO A

<b>3.1 Conservación Periódica – Solución Básica (Pavimento Básico)</b>	
<b>Unidad de Medida: Kilómetro</b>	
<b>Actividades mínimas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se inicia previa autorización de la Entidad</li> <li>- Colocación de material granular, el cual deberá ser estabilizado con emulsión asfáltica. El número estructural (SN) para ésta capa deberá ser como mínimo 0.87.</li> <li>- Como protección superficial se colocará un mortero asfáltico modificado con polímeros (e=1cm); estos trabajos se ejecutarán en todo el ancho de la calzada.</li> <li>- Alternativamente el Contratista podrá proponer una solución distinta a la planteada en los presentes Términos de Referencia, debiendo dicha solución contar con la aprobación de la Entidad y cumplir con el número estructural (SN) mínimo de 0.87, este número estructural (SN) solamente corresponde a la capa de material granular. En cualquier caso,</li> </ul>

	<p>la solución tecnológica o alternativa deberá garantizar el cumplimiento de los Niveles de Servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La solución alterna que se proponga no dará lugar al reconocimiento de presupuesto adicional; es decir, debe ejecutarse al costo de la oferta.</li> <li>- Debe ser técnicamente sustentada. En cualquier caso, la solución tecnológica o alternativa deberá garantizar el cumplimiento de los Niveles de Servicio.</li> </ul>
<b>Nivel de Servicio:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El IRI de la conservación periódica debe ser igual o menor que 3.5 m/Km.</li> </ul>
<b>Procedimientos y cantidades mínimas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los trabajos de conservación periódica observarán la normativa técnica aplicable a esta práctica; no obstante, atendiendo a que el presente contrato será controlado por niveles de servicio, (no por ejecución ni avance de metrados), el contratista ejecutará todas las actividades que se requieran y cuantas veces sean necesarias con la finalidad de cumplir con el nivel de servicio exigido y al costo ofertado.</li> <li>- Para el caso específico de muros de mampostería, alcantarillas, badenes, desquinche de taludes, colocación de señales preventivas, colocación de señales reglamentarias, colocación de señales informativas, colocación de guardavías, colocación de delineadores, colocación de hitos kilométricos y colocación de reductores de velocidad; el contratista deberá cumplir con ejecutar las cantidades indicadas en el cuadro siguiente; los mayores requerimientos se tramitarán como prestaciones adicionales; previa opinión favorable de la Supervisión.</li> </ul>

FUENTE: TERMINOS DE REFERENCIA CASO”A”

Las especificaciones del cuadro anterior son base para la propuesta que tiene que hacer el contratista conservador, la cual tiene que superar o cumplir con los requerimientos del cuadro anterior.

Las cantidades y metrados indicados en el Cuadro siguiente son los que se exigen para la Conservación periódica del caso "A" **CUADRO N° 14:**

**CUADRO N° 14 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACIÓN PERIÓDICA  
CASO "A"**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Metrado</b>
Movilización y desmovilización de equipo	Glb	0.20
Cartel	Und	2.00
Eliminación de pasivos ambientales	M3	2,800.00
Material granular estabilizado con emulsión asfáltica	M3	49,050.00
Desquinche de taludes	M3	7,908.00
Muro de mampostería	M3	255.00
Mortero Asfáltico modificado con polímeros (e = 0.01m)	M2	490,500.00
Colocación de señal preventiva	Unid.	265.00
Colocación de seña reglamentaria	Unid.	66.00
Colocación de señal informativa	Unid.	19.00
Colocación de hitos kilométricos	Unid.	109.00
Colocación de guardavías	Ml	365.00
Colocación de delineadores	Unid.	516.00
Reductores de Velocidad	Unid	17.00
Marcas en el pavimento	M2	27,250.00
Pintado de muros y parapetos	M2	185.00
Colocación de Alcantarillas TMC 48"	Unid	221.00
Badenes de Concreto f'c=140 kg/cm <sup>2</sup> ,a=5.5 ml	Ml	33.00
Bajadas de agua	Ml	127.00
Reparaciones menores	Unid	42.00

FUENTE: TERMINOS DE REFERENCIA CASO "A"

Se muestra a continuación **CUADRO N° 15** los alcances que tiene que cumplir la conservación Rutinaria para el Mantenimiento de la carretera del caso “A”, de los cuales partimos para determinar el costo que generara este tipo de mantenimiento:

**CUADRO N°15 CONSERVACIÓN RUTINARIA**

<b>3.3 Conservación Rutinaria en vía afirmada (Antes de la Conservación Periódica)</b>	
<b>Unidad de Medida: Kilómetro – Año</b>	
<b>Oportunidad y alcances:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El Contratista, mientras elabora su Plan de Conservación Vial en el que incluye la propuesta de solución final que adoptará para este tramo, tiene la obligación de realizar la conservación rutinaria inmediatamente concluida la transitabilidad en cada Sector del Tramo.</li> <li>- Las cantidades y metrados indicados en el Cuadro siguiente son referenciales; no obstante, atendiendo a que el presente contrato será controlado por niveles de servicio, (no por ejecución ni avance de metrados), el contratista ejecutará todas las actividades que se requieran y cuantas veces sean necesarias con la finalidad de cumplir con el nivel de servicio exigido y al costo ofertado.</li> </ul>
<b>Importancia de las condiciones de la superficie de rodadura:</b>	- En este tramo es necesario tener uniforme la superficie de rodadura, para recibir la base estabilizada; debiendo ejecutar todas las actividades de conservación rutinaria
<b>Medición del Nivel de servicio:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir del sexto mes la medición del nivel de servicio se efectuará en todo el Tramo.</li> <li>- La medición del servicio se efectuará según la directiva de supervisión que se anexa y a las variables e indicadores del cuadro de niveles de servicio indicados en los presentes términos de referencia.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las áreas o sectores donde se medirán los Niveles de Servicio son los señalados en los Términos de Referencia. Así mismo estas actividades deben ser ejecutadas de acuerdo a las Especificaciones Técnicas para la Conservación de Carreteras y el Manual para la Conservación de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.</li> <li>- El IRI exigido para esta actividad debe ser igual o menor que 8 m/Km.</li> </ul>
<p><b>Pago de la actividad:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La Planilla de medición, conjuntamente con las Órdenes de Servicio, constituyen los documentos de registro para comprobar el nivel de servicio prestado o el nivel de incumplimiento de los indicadores. Esta Planilla deberá ser suscrita por el representante del contratista como responsable de la Gestión del corredor vial y por el Supervisor.</li> <li>- La Entidad podrá implementar otros medios de registro del nivel de servicio en el transcurso del contrato o disponer la supervisión del servicio por terceros en cualquier momento.</li> </ul>

FUENTE: TERMINOS DE REFERENCIA CASO "A"

Actividades consideradas para la conservación rutinaria **CUADRO N° 16:**

**CUADRO N°16 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION  
RUTINARIAS CASO “A”**

Descripción	Unidad	Metrado
Limpieza General	Km.	109.00
Roce	M2	8,760.00
Eliminación de derrumbes con equipo	M3	5,250.00
Perfilado y compactado de la superficie de rodadura	Km	109.00
Limpieza de Alcantarillas	Unid.	60.00
Limpieza de Cunetas	MI	109,000.00
Limpieza de puentes	Und	1.00

FUENTE: TÉRMINOS DE REFERENCIA CASO "A"

Después de efectuar la conservación Periódica **CUADRO N° 17**, la conservación rutinaria no va a ser la misma debido al alcance del tratamiento superficial, por eso se tiene las siguientes consideraciones:

**CUADRO N°17 CONSERVACIÓN RUTINARIA DESPUÉS DEL  
MANTENIMIENTO PERIÓDICO CASO A**

<b>3.4 Conservación Rutinaria en Pavimento Básico (Después de la conservación periódica)</b>	
<b>Unidad de Medida: Kilómetro – Año</b>	
<b>Inicio de la actividad:</b>	- Inmediatamente después de ejecutada la conservación periódica del tramo
<b>Alcance:</b>	- El Contratista deberá realizar las actividades de conservación rutinaria que aseguren el cumplimiento del nivel de servicio logrado con la conservación periódica. - El IRI de la conservación periódica debe ser igual o menor que 3.5 m/Km. Existiendo una tolerancia de 0.1 m/Km por año, contabilizando a partir del segundo año de concluida la conservación periódica.

Y el metrado para esta conservación rutinaria después de la conservación periódica va a variar, por lo cual el contrato estipula un metrado el cual se deberá cumplir según contrato ver **CUADRO N° 18**:

**CUADRO N°18 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACIÓN  
RUTINARIAS DESPUÉS DEL PERIODICO CASO “A”**

Descripción	Unidad	Metrado
Limpieza General	Km.	109.00
Roce	M2	8,760.00
Eliminación de derrumbes con equipo	M3	5,250.00
Tratamiento de fisuras >2mm con sellante elastomérico	Ml	16,350.00
Tratamiento de fisuras de 1 a 2mm con emulsión asfáltica	Ml	32,700.00
Bacheo (Parchado) con mezcla asfáltica	M2	1,090.00
Sello asfáltico manual	M2	1,090.00
Limpieza de señales	Unid.	350.00
Limpieza de hitos	Unid.	109.00
Limpieza de Guardavías (incluye postes y terminal)	Ml	365.00
Reposición de señales preventivas	Unid.	26.00
Reposición de señales reglamentarias	Unid.	7.00
Reposición de señales informativas	Unid.	3.00
Reposición de hitos kilométricos	Unid.	10.00
Reposición de guardavías	Ml	47.00
Reposición de delineadores	Unid.	103.00
Marcas en el pavimento	M2	27,250.00
Pintado de muros y parapetos	M2	185.00
Limpieza de Alcantarillas	Unid.	281.00
Limpieza de Cunetas	Ml	109,000.00
Limpieza de Puentes	Unid.	1.00
Reparación y limpieza de bajadas de agua	Ml	83.00
Reparaciones de muros, alcantarillas, cunetas, cunetas de coronación, Badenes	Unid.	21.00

➤ **Caso “B” Tramo: San Francisco – Puerto Ene longitud 72 km:**

CUADRO N°19 CONSERVACION PERIODICA CASO B

<p><b>4.6.1 Conservación periódica – Solución básica</b></p> <p><b>Unidad de Medida: Kilómetro</b></p> <p>Para el cálculo del valor referencial se ha estimado que la conservación periódica consistirá en la reposición de material granular con la finalidad de uniformizar la superficie de rodadura para posteriormente estabilizarla con emulsión asfáltica.</p> <p>Como protección se colocara un mortero asfáltico, estos trabajos se ejecutaran en todo el ancho de la calzada.</p>
---

Alternativamente el contratista podrá proponer una solución distinta a la planteada en los presentes términos de referencia, esta solución propuesta debe estar orientada primordialmente al cumplimiento de los niveles de servicio exigidos en los presentes términos de referencia y siempre debe contar con la aprobación de la aprobación de la Entidad.

El IRI exigido para esta actividad será de 4mm/m

El Valor Referencial ha sido calculado en base a los siguientes metrados y actividades referenciales **CUADRO N° 20:**

CUADRO N°20 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION PERIODICA  
CASO“B”

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
1	Movilización y Desmovilización	Glb	0.20
2	Cartel	Unid.	2.00
3	Roce	M2	144,000.00
4	Eliminación de Pasivos Ambientales	M3	7,200.00
6	Perfilado de cunetas no revestidas	Ml	144,000.00
7	Bacheo de Plataforma	M3	43,200.00
8	Material granular estabilizado con emulsión	M3	43,200.00
9	Mortero asfáltico e= 1.0 cm	M2	432,000.00

10	Muro Seco	M3	200.00
11	Colocación de señales Preventivas	Unid.	140.00
12	Colocación de señales Reglamentarias	Unid.	140.00
13	Colocación de señales Informativas	Unid.	20.00
14	Colocación de Guardavías	Ml	1,000.00
15	Colocación de hitos kilométricos	Unid.	72.00
16	Colocación de delineadores	Unid.	1,000.00
17	Colocación de reductores de velocidad	Unid.	60.00
18	Marcas en el pavimento	M2	17,064.00
19	Pintado de muros y parapetos	M2	200.00
20	Baden de concreto a= 5 m y e= 20 cm	Ml	100.00
21	Alcantarillas de 48''	Unid.	144.00
22	Bajadas de agua	Ml	100.00
23	Pontones de madera	Unid.	10.00
24	Reparaciones menores	Unid.	30.00
25	Encauzamiento de cursos de agua	M3	1,000.00

Fuente: Términos de referencia caso "B"

Atendiendo que el presente 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, sin embargo se precisa que para el caso específico de pontones, colocación de alcantarillas, muros, colocación de señales preventivas, colocación de señales reglamentarias, colocación de señales informativas, colocación de guardavías, colocación de hitos kilométricos y la colocación de reductores de velocidad, el contratista – conservador colocará las cantidades indicadas en el cuadro anterior; de requerirse mayor cantidad, estas se tramitaran como adicionales si es que la entidad lo considera pertinente.

#### **4.6.2 Conservación Rutinaria en vía afirmada (Antes de la conservación periódica)**

##### **Unidad de Medida: Kilómetro – Año**

El Contratista – Conservador, mientras elabora su Plan de Conservación Vial en el que incluye la propuesta de solución final que adoptara para este tramo, tiene la obligación de realizar la conservación rutinaria desde el primer día de iniciado el servicio, por lo que deberá ejecutar todas las actividades de conservación rutinaria que impidan el agravamiento de los defectos actuales, tales como:

- Limpieza
- Roce.
- Eliminación de derrumbes.
- Perfilado de cunetas no revestidas
- Perfilado de superficie de rodadura
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de cunetas
- Limpieza de puentes
- Reparación y limpieza de bajadas de agua

El Valor Referencial para este Tramo ha sido calculado en base a la ejecución de las siguientes actividades y metrados referenciales por año **CUADRO N° 21:**

CUADRO N°21 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION RUTINARIA  
CASO “B”

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
1	Limpieza General	Km.	72.00
2	Roce	M2	144,000.00
3	Eliminación de derrumbes	M3	14,400.00
4	Perfilado de cunetas no revestidas	MI	144,000.00
5	Perfilado de superficie de rodadura	Km.	72.00
6	Limpieza de Alcantarillas	Unid.	35.00
7	Limpieza de Cunetas	MI	144,000.00
8	Limpieza de Puentes	Unid.	5.00
9	Reparación y limpieza de bajadas de agua	MI	50.00

Fuente: Términos de referencia caso “B”

**4.6.3 Conservación Rutinaria en solución básica (Después de la conservación periódica)**

**Unidad de Medida: Kilómetro – Año**

Inmediatamente después de ejecutada la conservación periódica del tramo (Solución básica), el Contratista – Conservador deberá realizar las actividades de conservación rutinaria que aseguren mantener el nivel de servicio alcanzado con la ejecución de la conservación periódica, tales como:

Limpieza

- Roce.
- Eliminación de derrumbes.
- Tratamiento de fisuras > 2mm con elastomerito
- Tratamiento de fisuras de 1 a 2mm con emulsión
- Bacheo de bermas
- Parchado con emulsión asfáltica

- Sello
- Limpieza de señales
- Limpieza de hitos
- Limpieza de guardavías y elementos de seguridad
- Reposición de señales informativas
- Reposición de señales preventivas
- Reposición de señales reglamentarias
- Reposición de hitos kilométricos
- Reposición de guardavías (incluye postes y terminal)
- Reposición de delineadores
- Repintado de marcas en el pavimento
- Repintado de muros y parapetos
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de cunetas
- Limpieza de puentes
- Reparaciones menores
- Reparación y limpieza de bajadas de agua

El Valor Referencial para este Tramo ha sido calculado en base a la ejecución de las siguientes actividades y metrados referenciales por año **CUADRO N° 22:**

**CUADRO N°22 METRADO DE ACTIVIDADES CONSERVACION RUTINARIA  
DESPUES DEL PERIODICO CASO “B”**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Metrado</b>
Limpieza General	Km.	72.00
Roce	M2	144,000.00
Eliminación de derrumbes	M3	14,400.00
Tratamiento de fisuras >2mm con elastomérico	M1	10,800.00
Tratamiento de fisuras de 1 a 2mm con emulsión	M1	21,600.00
Parchado con emulsión asfáltica	M2	3,600.00
Sello	M2	3,600.00
Limpieza de señales	Unid.	300.00
Limpieza de hitos	Unid.	72.00
Limpieza de Guardavías	M1	1,000.00
Reposición de señales informativas	Unid.	3.00
Reposición de señales preventivas	Unid.	7.00
Reposición de señales reglamentarias	Unid.	7.00
Reposición de hitos kilométricos	Unid.	7.00
Reposición de guardavías	M1	100.00
Reposición de delineadores	Unid.	100.00
Repintado de marcas en el pavimento	M2	17,064.00
Repintado de muros y parapetos	M2	500.00
Limpieza de Alcantarillas	Unid.	72.00
Limpieza de Cunetas	M1	144,000.00
Limpieza de Puentes	Unid.	10.00
Reparaciones menores	Unid.	20.00
Reparación y limpieza de bajadas de agua	M1	100.00
Encauzamiento de cursos de agua	M3	1,000.00

Fuente: Términos de referencia caso “B”

# CAPITULO IV: MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

## 4.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El método de nuestra investigación es bibliográfica y descriptiva del marco teórico y aplicativo a base de método descriptivo ya que el objeto es describir una realidad al aplicar una evaluación económica usando el VAN y el TIR así tratar de encontrar una alternativa que pueda mejorar el costo igual al de su mantenimiento, en las carreteras de bajo volumen y no tener en un futuro gastos innecesarios que puedan aumentar nuestro presupuesto final.

- a) Examinar las características del problema escogido.
6. Se define y formula la hipótesis.
7. Enunciamos los supuestos en que se basan las hipótesis y los procesos adoptados.
8. Elegimos los temas y las fuentes apropiados.
9. Se Seleccionan o elaboran técnicas para la recolección de datos.
10. Se Establecen, a fin de clasificar los datos, categorías precisas, que se adecuen al propósito del estudio y permitan poner de manifiesto las semejanzas, diferencias y relaciones significativas.
11. Se Verifica la validez de las técnicas empleadas para la recolección de datos.
12. Realizamos observaciones objetivas y exactas.
13. Se Describen, analizan e interpretan los datos obtenidos de campo, en términos claros y precisos.

Nuestra investigación es **descriptiva**, ya que es una actividad orientada a la descripción de las técnicas de solución y sus resultados, enumerando las deficiencias que se presentan en cada uno de los tratamientos superficiales y los gastos que estos ocasionan así como la obtención de los gastos iniciales.

# CAPITULO V: APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES OTTA SEAL Y SLURRY SEAL

## **5.1 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES**

Contractualmente; en los sectores que estudia la presente tesis; se van a aplicar tratamientos superficiales según los términos de referencia de cada corredor vial, para el caso Puente Huarochirí – Sihuas, el tratamiento superficial a emplear es el Otta seal; y para el caso del tramo San Francisco Puerto Ene, se colocó un tratamiento Slurry seal.

Los costos que se evaluarán en el presente estudio son los iniciales, lo que significa la colocación de cada uno de los sellos en sus respectivos tramos, y los costos de los mantenimientos rutinarios después de haberse colocado cada tratamiento superficial, con las características y singularidades que cada tramo presenta.

Se detallarán los procesos para la construcción de cada tratamiento superficial, de cada corredor, desde la producción de material en cantera, pasando por los procesos y equipos para la colocación, así como los inconvenientes que se van presentando durante la ejecución, hasta los cuidados que se deben tener durante los primeros meses de vida.

Los mantenimientos que se consideran después de colocarse el tratamiento superficial respectivo, van a ser variables, y responderán en función a las particularidades climáticas y físicas de cada tramo en estudio, mantenimientos que debemos monetizar para poder evaluar su rentabilidad en función a lo ofertado por Provias Nacional

Asimismo los ligantes utilizados deben satisfacer una serie de propiedades que los hagan aptos para su empleo, como: Aplicación uniforme, deben ser suficientemente fluidos para que al regar se logre una adecuada aplicación, sin que lleguen a escurrir

por la superficie. Facilitar la adhesividad; durante el proceso de extendido de la capa de gravilla debe mantener una viscosidad baja para facilitar el contacto superficial con el árido, lo que asegura una mayor adhesividad inicial tanto con la gravilla como con la superficie de la capa subyacente sobre la que se aplica.

### **Dosificación:**

Es importante fijar las cantidades de árido y ligante a emplear, ya que el exceso o defecto de cualquiera de los elementos puede acarrear un mal funcionamiento del tratamiento superficial. En este sentido, es importante el diseño del tratamiento superficial, sea este el que se elija de acuerdo a la demanda del tránsito y las condiciones que se presentan.

### **Ejecución:**

El éxito de un riego descansa fundamentalmente en su correcta ejecución, por lo que deben estudiarse cuidadosamente las condiciones y procedimientos de puesta en obra. Los principales puntos a controlar durante la ejecución son los siguientes:

- a) **Superficie Existente:** Debe estar limpia, exenta de polvo, por lo que primeramente es necesario efectuar el barrido enérgico, e incluso aplicar un riego de imprimación si la capa no ha sido tratada con anterioridad. Asimismo deberá presentar cierta impermeabilidad, para evitar la excesiva penetración del ligante y una capacidad portante suficiente para que el árido no se incruste.
14. **Aplicación del Ligante:** El riego se llevara a cabo mediante una regadora con barra distribuidora o manualmente mediante una lanza, siempre que se trate de pequeñas superficies o recodos. Se garantizará una extensión continua, y homogénea y uniforme del ligante, calentándose previamente si fuera necesario.
15. **Extensión de la gravilla:** Este proceso se ejecutara inmediatamente después del anterior, para evitar que el ligante se enfríe o se rompa antes de tiempo. El árido se dispondrá en el firme en la proporción previamente calculada mediante una extendidora de gravilla, asegurando en todo momento su uniformidad.
16. **Compactación:** Debe realizarse preferentemente con compactadores de neumáticos losas de alta presión; al igual que ocurría anteriormente, su ejecución deberá ser inmediatamente posterior al extendido, de forma que el ligante aun no se haya enfriado o haya roto. No es conveniente emplear rodillos metálicos de llanta lisa, ya que su excesivo peso puede incrustar el árido en exceso o disgregarlo, modificando su granulometría.
17. **Apertura del tráfico:** No es conveniente abrir el tramo tratado al tráfico antes de un plazo razonable, de forma que el ligante adquiriera una viscosidad que le permita

retener los áridos. En todo caso, puede permitirse una circulación de vehículos a bajas velocidades (menos de 30 km/h) durante las primeras horas.

En todo momento la colocación debe hacerse en condiciones climáticas favorables, sin presencia de fuertes vientos o clima neblinoso. Los agregados que se colocan deben estar secos para una adherencia adecuada con el ligante, para mejor trabajabilidad.

### **Patologías derivadas de una mala ejecución:**

De no seguirse las anteriores recomendaciones de ejecución, pueden producirse las siguientes patologías a corto o largo plazo:

- Formación de bandas negras por desaparición de gravilla, debido a un riego irregular.
- Exudaciones por un elevado contenido de ligante.

## **5.2 APLICACIÓN DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL OTTA SEAL**

### **APLICACIÓN DEL OTTA**

- Señalización de la zona de trabajo con las normas correspondientes
- Preparar la superficie imprimada, todo material suelto o extraño deberá ser eliminado por una barredora autopropulsada o una compresora mecánica de aire, según sea necesario.
- Aplicación del material bituminoso (Pen 120/150) se realizara cuando las condiciones climatológicas sean favorables, y la temperatura atmosférica este como mínimo en 10°C y en acenso, y la superficie del terreno este razonablemente seca .La temperatura de rociado del PEN 120/150 estará en función a la carta de viscosidad del producto. La tasa de aplicación será de acuerdo al parámetro especificado.

- El gravillado de la superficie cubierta con material bituminoso (PEN 120/150) se iniciara inmediatamente a la tasa de agregado establecido, el agregado deberá estar seco superficialmente con una humedad máxima de 1%.
- Luego del gravillado se da inicio a la compactación de los áridos en esta primera pasada se compacta con el rodillo tándem para lograr una mejor incrustación entre el agregado y el (PEN 120/150)
- Después del paso del rodillo tándem se completa el proceso de compactación con el rodillo neumático con un peso mínimo de 12 toneladas en un rango, de 15 pasadas, para lograr un amasado y la incrustación final de las partículas.

A continuación mostramos un panel fotográfico desde 1 – 40 con el proceso constructivo de la aplicación del Otta Seal en el Caso “A” Tramo III: Carretera Puente Huarochiri – Sihuas.

**PANEL FOTOGRÁFICO DE APLICACIÓN DE OTTA SEAL**



**Foto N° 01.** Extracción de material para capa granular.



**Foto N° 02.** Extracción de material para capa granular.



**Foto N° 03.** Eliminación de material excedente hacia al botadero.



**Foto N° 04.** Producción de material para capa granular.



**Foto N° 05.** Producción de material para capa granular



**Foto N° 06.** Producción de material para capa granular.



**Foto N° 07.** Carguío y transporte de material granular.



**Foto N° 08.** Carguío y transporte de material granular.



**Foto N° 09.** Carguío y transporte de material granular.



**Foto N° 10.** Riego de la subrasante antes de la descarga de material granular.



**Foto N° 11.** Transporte de material granular.



**Foto N° 12.** Transporte de material granular.



**Foto N° 13.** Descarga de material granular.



**Foto N° 14.** Descarga de material granular.



**Foto N° 15.** Descarga y extendido de material granular.



**Foto N° 16.** Mezclado y batido de material granular.



**Foto N° 17.** Mezclado y batido de material granular.



**Foto N° 18.** Pre compactado después del batido de material granular.



**Foto N° 19.** Plantillado en capa de base granular.



**Foto N° 20.** Transporte de agua.



**Foto N° 21.** Riego en material granular durante la conformación.



**Foto N° 22.** Perfilado y refinado en recarga de capa granular.



**Foto N° 23.** Perfilado y refinado en recarga de capa granular.



**Foto N° 24.** Compactado de capa material granular.



**Foto N° 25.** Compactado de capa material granular.



**Foto N° 26.** Riego asfáltico/imprimación.



**Foto N° 27.** Riego asfáltico/imprimación.



**Foto N° 28.** Arenado después de imprimación.



**Foto N° 29.** Arenado después de imprimación.



**Foto N° 30.** Limpieza de plataforma de carretera para aplicación de OTTA SEAL



**Foto N° 31.** Aplicación de OTTA SEAL



**Foto N° 32.** Aplicación de OTTA SEAL



**Foto N° 33.** Se aprecia TREN DE ASFALTO



**Foto N° 34.** Se aprecia TREN DE ASFALTO



**Foto N° 35.** Compactado después de aplicación del OTTA SEAL



**Foto N° 36.** Compactado después de aplicación del OTTA SEAL



**Foto N° 37.** Curado de OTTA SEAL



**Foto N° 38.** Acabado de OTTA SEAL



**Foto N° 39.** Acabado de OTTA SEAL



**Foto N° 40.** Acabado de OTTA SEAL

## **5.3 APLICACIÓN TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL**

### **APLICACIÓN DEL SLURRY**

- Pre humedecer, vapor y/o gas de agua a temperatura ambiente, grado de resequeidad, textura de la superficie, humedad relativa.
- El sello Slurry Seal es aplicado en la superficie del pavimento existente, por medio de un dispositivo de distribución de tipo encofrado (“spreader box” o “Chipsealer” o Macropaver”) incorporado a la unidad de mezclado.
- Los agregados se introducen dentro de la caja de distribución, la cual coloca el recubrimiento mientras que todo el ensamblaje es movido hacia delante. Este dispositivo es capaz de distribuir el sello por todo el ancho de la calzada

### **VENTAJAS DEL USO DEL SLURRY SEAL**

El mortero asfáltico, gracias a su adherencia con el asfalto existente y la granulometría, rejuvenece la superficie proporcionándole:

- Textura mas rugosa protectora al desgaste
- Color negro intenso
- Capa impermeable, sella las grietas del pavimento viejo  
Superficie de rodamiento uniforme antiderrapante
- Sin necesidad de renivelar brocales, registros y alcantarillas
- En superficies nuevas, proporciona una capa de desgaste que prolonga
- Considerablemente la vida del pavimento
- Rejuvenece a superficies oxidadas
- Restaura textura del pavimento

- Reduce el ruido
- Permite sobre carpeta en donde aplica la restricción por peso
- Sella grietas menores

Además de las ventajas expuestas para el SLURRY SEAL adquiere también las aportadas por el asfalto modificado con polímeros, confiriéndole a la mezcla mayor recuperación elástica que permite acompañar las dilataciones o contracciones de las bases sobre la que se construye, Estabilidad a altas y bajas temperaturas lo que le proporciona una resistencia al intemperismo, frente a temperaturas extremas mantiene su resistencia a la deformación y reduce su rigidez a bajas temperaturas previniendo la fisuración térmica. Por estas razones, se afirma que el uso del mortero asfáltico es un procedimiento apto para dar mantenimiento correctivo, preventivo y estético a los pavimentos, apoyados por su beneficio, duración y costo.

A continuación mostramos un panel fotográfico desde 41 – 66 con el proceso constructivo de la aplicación del Slurry Seal en el Caso “B” Tramo V: Carretera San Francisco – Puerto Ene

## PANEL FOTOGRAFICO DE APLICACIÓN DE SLURRY SEAL



**Foto N° 41.** Extracción de material integral para capa granular.



**Foto N° 42.** Extracción de material integral para capa granular.



**Foto N° 43.** Producción de material para capa granular



**Foto N° 44.** Producción de material para capa granular



**Foto N° 45.** Riego de subrasante antes de la descarga de material granular.



**Foto N° 46.** Transporte de material granular



**Foto N° 47.** Descarga de material granular con volquete.



**Foto N° 48.** Riego de emulsión en la base para batir con motoniveladora



**Foto N° 49.** Batido de material para base estabilizada.



**Foto N° 50.** Batido de material



**Foto N° 51.** Batido de material.



**Foto N° 52.** Compactación de base estabilizada



**Foto N° 53.** Base estabilizada con emulsión.



**Foto N° 54.** Producción de Material para Slurry Seal



**Foto N° 55.** Limpieza de base para aplicación de Slurry Seal.



**Foto N° 56.** Llenado de Material al Macropaver para aplicar Slurry Seal



**Foto N° 57.** Aplicación del Slurry Seal con MacroPaver.



**Foto N° 58.** Aplicación del Slurry Seal con MacroPaver.



**Foto N° 59.** Aplicación del Slurry Seal con MacroPaver.



**Foto N° 60.** Riego de Slurry Seal con MacroPaver.



**Foto N° 61.** Calzada con tratamiento Slurry Seal



**Foto N° 62.** Calzada con tratamiento Slurry Seal



**Foto N° 63.** Calzada con tratamiento Slurry Seal



**Foto N° 64.** Calzada con tratamiento Slurry Seal



**Foto N° 65.** Plataforma después del curado.



**Foto N° 66.** Acabado de Slurry Seal en el tramo de estudio

# CAPITULO VI: ESTUDIO PARA EVALUAR LAS FALLAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

## **6.1 FALLAS EN CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN**

Nos centraremos en las fallas que se presentan netamente en la plataforma, ya que las fallas por agentes externos como: erosión de plataforma, pérdida de plataforma, derrumbes o alud de lodos y piedras; son atendidos como emergencia, así como la reparación de la vía por estas causas, por lo cual no serán consideradas para este estudio técnico - económico del mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario después del mantenimiento periódico al ser estas reparaciones un presupuesto aparte.

Los tratamientos superficiales observados no se apoyan sobre un paquete estructural, solo funcionan como recubrimiento y añaden determinadas características a la recarga que la recibe.

Por lo que las fallas en carreteras de bajo volumen que hayan recibido tratamiento superficial Slurry Seal y Otta Seal, serán descritas en base a observaciones y mediciones, se deducirá el origen de estas en base a las características y usos que demandan los respectivos tramos.

No se entrara en detalle, se clasificara ni estudiaran las fallas ver CUADRO N° 23 ya que solo se evaluara económicamente los mantenimientos que se realizaran durante el tiempo de vigencia del contrato.

CUADRO N°23 PARAMETROS DE CLASIFICACION

Clasificación de los daños	Código de daño	Daños	Gravedad
Daños estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande ( $> 0.3$ m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña ( $\leq 0.3$ m) sin o con material suelto
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho $< 1$ mm) 2: Fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho $> 1$ mm) 3: Fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho $> 1$ mm)
	3	Deformación por deficiencia estructural	1: Profundidad sensible al usuario pero $< 2$ cm 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm 3: Profundidad $\geq 4$ cm
	4	Ahuellamiento visco-elástico	1: Profundidad sensible al usuario pero $< 1$ cm 2: Profundidad $> 1$ cm
	5	Reparaciones o bacheo	1: Reparación o bacheo para daños superficiales 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado
Daños superficiales	6	Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base gran. 3: Continuo con aparición de la base granular
	7	Huecos	1: Diámetro $< 0.2$ m 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3: Diámetro $> 0.5$ m
	8	Fisuras transversales	1: Finas (ancho $< 1$ mm) 2: Fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho $> 1$ mm) 3: Fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho $> 1$ mm)
	9	Exudación	1: Puntual 2: Continua 3: Continua con superficie viscosa

### 6.1.1 TIPOS DE FALLAS

Enumeraremos las fallas encontradas en cada uno de los tratamientos superficiales:

#### TRATAMIENTO SUPERFICIAL OTTA SEAL

Exudación:

La exudación **Figuras N° 27 y N° 28** en este caso es el afloramiento del cemento asfáltico aplicado en el tratamiento superficial, sobre la superficiales, usualmente pegajosa



FIGURA N° 27 PRESENCIA DE EXUDACION



FIGURA N° 28 PRESENCIA DE EXUDACION

Baches:

Los baches **Figuras N° 29 y 30** generalmente se presentan de forma redondeada, que se forma al desprenderse el concreto asfáltico aplicado.

En los tratamiento superficiales, estas fallas se encuentran principalmente en las curvas, ya que no se forma una carpeta asfáltica, sino solo una capa entre 12 y 16 mm, la cual no aporta una resistencia a la tracciones que se generan en las curvas por el giro de los vehículos.



FIGURA N° 29 PRESENCIA DE BACHES



FIGURA N° 30 PRESENCIA DE BACHES

Fisuras:

Las fisuras **Figuras N° 31 y 32** que se generan en los tratamientos superficiales son grietas formadas en la superficie entre 2 y 5 mm



FIGURA N° 31 PRESENCIA DE FISURAS



FIGURA N° 32 PRESENCIA DE FISURAS

Peladura:

Las peladuras **Figuras N° 33 y 34** que se generan en los tratamientos superficiales por una fuerza de tracción, mayormente se dan en las curvas por la fuerza que se generan en las mismas, lo que se recomienda es reconformar las estas con un asfalto en frio.



FIGURA N° 33 PRESENCIA DE PELADURA



FIGURA N° 34 PRESENCIA DE PELADURA

#### TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL

Baches:

Los baches Figuras N° 35 y 36 generalmente se presentan de forma redondeada, que se forma al desprenderse el concreto asfáltico aplicado.

En los tratamiento superficiales, estas fallas se encuentran principalmente en las curvas, ya que no se forma una carpeta asfáltica, sino solo una capa entre 12 y 16 mm, la cual no aporta una resistencia a las tracciones que se generan en las curvas por el giro de los vehículos; estos baches son de aproximadamente de 2 – 3 cm.



FIGURA N° 35 PRESENCIA DE BACHES



FIGURA N° 36 PRESENCIA DE BACHES

Ahuellamiento:

Son las variaciones permanentes del perfil superficial de la capa de mezcla asfáltica por acumulación de deformaciones permanentes y/o por desplazamiento de la masa de la misma. Son de distintos tipos:

18. El arrollamiento se asocia normalmente a una baja estabilidad de las mezclas que se manifiesta en una deformación plástica perpendicular al eje de la vía.
19. El AhuellamientoFiguras N° 37 y 38, que se producen transversalmente, en la huella de las ruedas de los vehículos con densificación y/o desplazamiento lateral.

Los ahuellamientos pueden describirse de la siguiente forma:

- Ahuellamientos con desplazamiento plástico, con una depresión cerca del centro de la carga aplicada y con elevaciones a cada lado de la depresión. Este tipo de

ahuellamiento está causado generalmente por insuficientes huecos en la mezcla (menos del 3%). En este caso, una sobrecompactación ocasiona que el ligante rellene los huecos entre las partículas. También el betún actúa como un lubricante más que como un ligante en época estival.

- Ahuellamiento por consolidación. Son unas depresiones cerca del centro de la carga aplicada sin el acompañamiento de las elevaciones laterales. Estos ahuellamientos se producen generalmente por un exceso de huecos con falta de estabilidad de la mezcla.
- Deformación mecánica. Es el resultado de un asentamiento de las capas inferiores que puede acompañarse de grietas en las capas de pavimento. Este fallo ocurre cuando la estructura del pavimento no está bien proyectada o construida. El material puede también desplazarse por deslizamiento de las capas inferiores debido a presiones horizontales.



FIGURA N° 37 PRESENCIA DE AHUELLAMIENTOS



FIGURA N° 38 PRESENCIA DE AHUELLAMIENTOS

## **ESTUDIO PARA EVALUAR LAS FALLAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES**

La mejor forma de identificar las fallas en los tratamientos superficiales y determinar por qué se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento.

Se evaluarán las fallas que se presentan en los tratamientos superficiales que se describen en cada uno de los tramos en estudio.

Oficialmente no existen manuales para determinar las fallas exclusivamente de los tratamientos superficiales; como es el caso de las carreteras pavimentadas y afirmadas, se encuentran estudios que describen las fallas en los tratamientos superficiales en base a observación del comportamiento de estos, y la experiencia que se viene desarrollando.

Las fallas en los tratamientos superficiales son diversas, cada una correspondiente al tratamiento que se emplee, oficialmente no existe manual que clasifique o enumere las fallas en los tratamientos superficiales, ya que estos no entrarían en la categoría de afirmados, ni pavimentadas.

Por lo que en los referentes a los tramos observados se empleara el método de observación y se partida de un método similar al URCI, evaluando sectorialmente los tramos mencionando, describiendo y evaluando las fallas que se encuentran en la plataforma.

Sin intenciones de profundizar en el porqué de las fallas, limitándonos a la ubicación y severidad de esta para considerarlas dentro del Mantenimiento rutinario después de la conservación periódica y proyectar los gastos generados por el uso de determinado tratamiento superficial.

Si bien solo se consideraran las fallas, mas no se analizara su origen ni se profundizara las medidas a corregir, se tendrá presente la naturaleza de esta para considerarla en el análisis para su mantenimiento, a que hay sectores en el tramo en las cuales se presentan fallas geológicas, y sectores de producción donde transitan vehículos como volquetes y camabajas.

## **6.1.2 EVALUACIÓN DE FALLAS**

La evaluación de las fallas encontradas en los tratamientos superficiales en estudio se realizara en base a las características observadas en los tramos respectivos.

### **Exudación:**

Como ya se mencionó anteriormente, la exudación, es el afloramiento del cemento asfáltico que se puede observar en la plataforma. Este exceso de cemento asfáltico no es por la cantidad de gravilla, solo es parte del comportamiento que se observa en el tratamiento aplicado que ara estos efectos es el Otta Seal, el cual requiere especiales cuidados durante los primeros meses de vida y apertura de la vía.

### **Baches:**

Los baches se producen según se observa para el caso de los tratamientos superficiales por golpes que sufre la vía, o en el caso de las curvas por la tracción que se sufre al giro de los neumáticos, se ha observado que este tipo de fallas siempre se van a generar en la curvas, por lo que estas tendrán que recibir un tratamiento especial para poder mantener la servicialidad en el tramo.

### **Fisuras:**

Las fisuras que se generan no son estructurales, ya que, como se mencionó anteriormente, no se cuenta con un paquete estructural que reciba a los tratamientos, por lo que las fisuras que se generen serán propias del tratamiento superficial, estas pueden haberse generado por alguna deficiencia en el proceso constructivo o por el paso de vehículos no previstos en el estudio de tráfico que superen la resistencia de la plataforma, pero esto solo serían casos puntuales.

Ya que se ha aplicado el tratamiento Otta Seal entre los 2500 y 3800 msnm., es posible que los cambios de temperatura que sufre la calzada originen las fisuras, pero esto requerirá de un mayor tiempo de observación.

**Peladuras:**

Las peladuras son fallas que se generan por tracción de llantas muchas veces se da en curvas.

**Ahuellamientos:**

Los ahuellamientos son fallas o defectos que se producen en pavimentos, el cual consiste en una depresión canalizada en la huella de circulación de los vehículos. Se desarrolla gradualmente y aparece como depresión continua en las bandas de circulación de neumáticos, dificultando la maniobrabilidad de los vehículos y ocasionando disminución de la seguridad.

## **6.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LAS FALLAS**

**1. Exudación:**

La alternativa más común que se utiliza para controlar la exudación es la aplicación de arena, en las zonas donde se observa el afloramiento, lo cual previene que los vehículos que transitan, se lleven el cemento asfáltico con los neumáticos y produzcan en lo posterior otro tipo de fallas.

**2. Baches:**

En los baches que se generan en las tangentes de la carretera se aplica mezclas asfálticas en base a emulsiones y su mezcla con agregados finos y gruesos, que se aplican luego de hacer la limpieza y colocar un ligante asfáltico, para posteriormente someterse a compactación.

Las curvas recibirán un tratamiento diferente, ya que los baches que se generan en esta zona son totalmente por la falta de resistencia a la tracción de los tratamientos superficiales, se pueden emplear una serie de alternativas dependiendo de los

materiales con que se cuente; desde un doble otta seal hasta una mezcla de asfalto en frio.

La severidad de los baches que se observa en las curvas también dependerá de la pendiente en la que se encuentren, se observa que para curva en los que los vehículos descienden la severidad es menor

### **3. Fisuras:**

En las fisuras lo que se propone es lo siguiente, sellarlas con concreto asfáltico o un elastomérico, para realizar este sellado se sigue los siguientes pasos:

- Se limpia el pavimento y las fisuras con escobillón y aire comprimido.
- Se rellenan las fisuras con concreto asfáltico de graduación fina o un elastomérico.
- Se aplica riego de liga en la sección que se va a reparar. Se nivelan los bordes asentados, extendiendo concreto asfáltico.
- Se comprueba la nivelación con una regla. Posteriormente se compacta con un compactador vibrante plano. Los bordes del parche deben quedar limpios y rectos.
- Se remueve todo tipo de vegetación que se encuentre cercana al pavimento.

### **4. Peladuras:**

En las peladuras lo que se está proponiendo es realizar una reconfiguración y en ella aplicarle una Mezcla asfáltica en frio, mayormente esta Falla o problema de la peladura y/o desprendimientos se da en las curvas, ya que en estas la tracción del vehículo hace que falle, pele o desprenda agregados, se espera que en estas curvas ya estudiadas se mejore la calidad de resistencia a estas tracciones con la solución planteada.

### **5. Ahuellamientos:**

Preparar una mezcla densa o semidensa, utilizando 100% materiales triturados, uso de ligantes duros CA 30 o CA 40 convencionales, también se puede tratar con una mezcla asfáltica caliente.

## **6.3 MEZCLAS ASFÁLTICAS**

### **6.3.1 DEFINICIÓN**

Las mezclas asfálticas, también reciben el nombre de aglomerados, están formadas por una combinación de agregados pétreos y un ligante hidrocarbonato, de manera que aquellos quedan cubiertos por una película continua éste. Se fabrican en unas centrales fijas o móviles, se transportan después a la obra y allí se extienden y se compactan. (Kraemer et al.2004).

Las mezclas asfálticas se utilizan en la construcción de carreteras, aeropuertos, pavimentos industriales, entre otros. Sin olvidar que se utilizan en las capas inferiores de los firmes para tráficos pesados intensos.

Las mezclas asfálticas están constituidas aproximadamente por un 90 % de agregadospétreos grueso y fino, un 5% de polvo mineral (filera) y otro 5% de ligante asfáltico. Loscomponentes mencionados anteriormente son de gran importancia para el correctofuncionamiento del pavimento y la falta de calidad en alguno de ellos afecta el conjunto.

El ligante asfáltico y el polvo mineral son los dos elementos que más influyen tanto en la calidad de la mezcla asfáltica como en su costo total.

Las mezclas asfálticas como ya hemos visto anteriormente sirven para soportar directamente las acciones de los neumáticos y transmitir las cargas a las capas inferiores, proporcionando unas condiciones adecuadas de rodadura, cuando se emplean en capas superficiales; y como material con resistencia simplemente estructural o mecánica en las demás capas de los suelos.

Las cualidades funcionales del firme residen fundamentalmente en su superficie. De su acabado y de los materiales que se hayan empleado en su construcción dependen aspectos tan interesantes y preocupantes para los usuarios como:

1. La adherencia del neumático al firme.
2. Las proyecciones de agua en tiempo de lluvia.
3. El desgaste de los neumáticos.

4. El ruido en el exterior y en el interior del vehículo.
5. La comodidad y estabilidad en marcha.
6. Las cargas dinámicas del tráfico.
7. La resistencia a la rodadura (consumo de carburante).
8. El envejecimiento de los vehículos.
9. Las propiedades ópticas.

### **6.3.2 CLASIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**

Existen varios parámetros de clasificación para establecer las diferencias entre las distintas mezclas y las clasificaciones pueden ser diversas **CUADRO N° 24:**

- a) Por Fracciones de agregado pétreo empleado.
  - Masilla asfáltica: Polvo mineral más ligante.
  - Mortero asfáltico: Agregado fino más masilla.
  - Concreto asfáltico: Agregado grueso más mortero.
  - Macadam asfáltico: Agregado grueso más ligante asfáltico.
- b) Por la Temperatura de puesta en obra.
  - Mezclas asfálticas en Caliente: Se fabrican con asfaltos a unas temperaturas elevadas, en el rango de los 150 grados centígrados, según la viscosidad del ligante, se calientan también los agregados, para que el asfalto no se enfríe al entrar en contacto con ellos. La puesta en obra se realiza a temperaturas muy superiores a la ambiente, pues en caso contrario, estos materiales no pueden extenderse y menos aún compactarse adecuadamente.
  - Mezclas asfálticas en Frío: El ligante suele ser una emulsión asfáltica (debido a que se sigue utilizando en algunos lugares los asfaltos fluidificados), y la puesta en obra se realiza a temperatura ambiente.
- c) Por la proporción de Vacíos en la mezcla asfáltica.

Este parámetro suele ser imprescindible para que no se produzcan deformaciones plásticas como consecuencia del paso de las cargas y de las variaciones térmicas.

  - Mezclas Cerradas o Densas: La proporción de vacíos no supera el 6 %.

- Mezclas Semi-cerradas o Semi-densas: La proporción de vacíos está entre el 6 % y el 10 %.
- Mezclas Abiertas: La proporción de vacíos supera el 12 %.
- Mezclas Porosas o Drenantes: La proporción de vacíos es superior al 20 %.

d) Por el Tamaño máximo del agregado pétreo.

- Mezclas Gruesas: Donde el tamaño máximo del agregado pétreo excede los 10mm.
- Mezclas Finas: También llamadas microaglomerados, pueden denominarse también morteros asfálticos, pues se trata de mezclas formadas básicamente por un árido fino incluyendo el polvo mineral y un ligante asfáltico. El tamaño máximo del agregado pétreo determina el espesor mínimo con el que ha de extenderse una mezcla que vendría a ser del doble al triple del tamaño máximo.

e) Por la Estructura del agregado pétreo.

- Mezclas con Esqueleto mineral: Poseen un esqueleto mineral resistente, su componente de resistencia debida al rozamiento interno de los agregados es notable.

Ejemplo, las mezclas abiertas y los que genéricamente se denominan concretos asfálticos, aunque también una parte de la resistencia de estos últimos, se debe a la masilla.

- Mezclas sin Esqueleto mineral: No poseen un esqueleto mineral resistente, la resistencia es debida exclusivamente a la cohesión de la masilla. Ejemplo, los diferentes tipos de masillas asfálticas.

f) Por la Granulometría.

- Mezclas Continuas: Una cantidad muy distribuida de diferentes tamaños de agregado pétreo en el huso granulométrico.
- Mezclas Discontinuas: Una cantidad muy limitada de tamaños de agregado pétreo en el huso granulométrico.

CUADRO N°24 PARAMETROS DE CLASIFICACIÓN

Parámetro de Clasificación	Tipo de mezcla
Fracciones de agregado empleadas	Masilla
	Mortero
	Concreto
	Macadam
Temperatura de puesta en obra	En Frio
	En Caliente
Huecos en la mezcla (h)	Cerradas ( $h < 6\%$ )
	Semicerradas ( $6\% < h < 12\%$ )
	Abiertas ( $h > 12\%$ )
	Porosas ( $h > 20\%$ )
Tamaño máximo del agregado (t máx)	Gruesas (t máx > 10 mm)
	Finas (t máx < 10 mm)
Estructura del agregado	Con esqueleto mineral
	Sin esqueleto mineral
Granulometría	Continuas
	Discontinuas

Fuente: BALÑON MANUAL DE CARRETERAS VOLUMEN 1

### 6.3.3 TIPOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

#### Mezcla Asfáltica en Caliente.

Constituye el tipo más generalizado de mezcla asfáltica y se define como mezcla asfáltica en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, agregados incluyendo el polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del agregado queden muy bien recubiertas por una película homogénea de ligante.

Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los agregados (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente. (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales art. 542 y 543 PG-3.)

Se emplean tanto en la construcción de carreteras, como de vías urbanas y aeropuertos, y se utilizan tanto para capas de rodadura como para capas inferiores de los firmes. Existen a su vez subtipos dentro de esta familia de mezclas con diferentes características. Se fabrican con asfaltos aunque en ocasiones se recurre al empleo de

asfaltos modificados, las proporciones pueden variar desde el 3% al 6% de asfalto en volumen de agregados pétreos.

### **Mezcla Asfáltica en Frío.**

Son las mezclas fabricadas con emulsiones asfálticas, y su principal campo de aplicación es en la construcción y en la conservación de carreteras secundarias. Para retrasar el envejecimiento de las mezclas abiertas en frío se suele recomendar el sellado por medio de lechadas asfálticas.

Se caracterizan por su trabajabilidad tras la fabricación incluso durante semanas, la cual se debe a que el ligante permanece un largo periodo de tiempo con una viscosidad baja debido a que se emplean emulsiones con asfalto fluidificado: el aumento de la viscosidad es muy lento en los acopios, haciendo viable el almacenamiento, pero después de la puesta en obra en una capa de espesor reducido, el endurecimiento es relativamente rápido en las capas ya extendidas debido a la evaporación del fluidificante.

Existe un grupo de mezclas en frío, el cual se fabrica con una emulsión de rotura lenta, sin ningún tipo de fluidificante, pero es menos usual, y pueden compactarse después de haber roto la emulsión.

El proceso de aumento paulatino de la resistencia se le suele llamar maduración, que consiste básicamente en la evaporación del agua procedente de la rotura de la emulsión con el consiguiente aumento de la cohesión de la mezcla.

## **6.4 APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMO SOLUCIÓN**

Las mezclas asfálticas que se utilizan para los mantenimientos rutinarios después del mantenimiento periódico, son mezclas asfálticas en frío, por su fácil aplicación y su

versatilidad, ya que pueden trabajar con variedad de agregados y diferentes tipos de emulsiones.

Estas mezclas se aplican previa limpieza de la zona a aplicar y el riego de un ligante asfáltico en toda la superficie a tratar.

Para los tramos en cuestión se aplicaron dos tipos de mezclas asfálticas, en las cuales se utilizó emulsión de rotura lenta y gravilla que se utilizó para el Otta Seal, y la arena producto del zarandeo para la obtención de la gravilla en cantera.

## EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA VÍA

### CUADRO N° 25:

- De acuerdo al contrato del caso A el IRI (índice de rugosidad internacional) debe ser < 15m/km
- De acuerdo al contrato del caso B el IRI (índice de rugosidad internacional) debe ser < 8m/km

CUADRO N°25 EVALUACION DE LA CONDICION DE LA VIA

TRATAMIENTO SUPERFICIAL	AÑOS												PROMEDIO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	OCTUBRE	NOVI.	DICI.	
OTTA SEAL	2.39	2.5	2.56	2.58	2.56	2.53	2.43	2.55	2.42	2.47	2.44	2.5	2.49
SLURRY SEAL	9.9	9.87	9.81	9.8	9.7	9.66	9.45	9.4	9.32	8.89	8	8.2	9.33
	8.1	7.9	7.6	7.42	7.22	7.15	6.8	6.42	6.2	6.8	6.02	5.8	6.95
	6.2	6.8	6.02	5.8	6.02	5.8	5.8	6.8	6.02	6.02	5.8	5.8	6.07

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

# CAPITULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES OTTA SEAL Y SLURRY SEAL

## **7.1 CASO A: “CORREDOR VIAL: SANTA – YURACMARCA – SIHUAS - HUACRACHUCO – SAN PEDRO DE CHONTA – UCHIZA – EMP. PE-5N/PTE HUAROCHIRI – HUALLANCA” TRAMO III: PTE HUAROCHIRI – SIHUAS**

### **7.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **Descripción general:**

- **Contrato de Servicio:** N° 034-2012-MTC/20 (14/05/2012)
- **Ubicación:** Ancash
- **Longitud Contractual:** Corredor Vial total 400 km, del tramo en estudio; Puente Huarochirí – Sihuas es de 109 km
- **RUTA:** PE-12A Tramo Puente Huarochirí – Sihuas
- **Tipo de servicio:** “Servicio de Conservación vial por Niveles de Servicio”

Departamento que abarca el corredor: La Libertad – Ancash – Huánuco – San Martín

Condición inicial: Afirmado

### Mantenimientos:

- Mantenimiento Rutinario: Limpieza de la vía, Eliminación de maleza,
- Mantenimiento Periódico (Solución Básica): Colocación de material granular, estabilizado con emulsión asfáltica. Número estructural (SN) mínimo 0.87.

Protección superficial se colocará un mortero asfáltico modificado con polímeros (e=1cm); estos trabajos se ejecutarán en todo el ancho de la calzada.

### Relevamiento de fallas

Se calcula de acuerdo al siguiente **CUADRO N° 26**, mediante inspección visual e instrumental:

CUADRO N°26 INSPECCION DE NIVELES DE SERVICIO

ASPECTO INSPECCIONADO	VARIABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NUMERO DE FALLAS (1)	FACTOR DE PESO (2)	PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO (3)
														(3) = (1) x (2) / 10
Calzada	Baches												20	
	IRI < 8.0 m/Km.												20	
Drenaje	Cunetas												5	
	Alcantarillas												5	
	Badenes												5	
Limpieza	Calzada												5	
Señalización	Vertical												14	
Seguridad	Guardavías												6	
	Delineadores												3	
Estructuras Viales	Puentes												5	
	Pontones												5	
Zonas Laterales (Derecho de vía)	Roce												2	
	Talud inferior												5	
* El porcentaje de Incumplimiento de cada planilla sera la sumatoria de los puntos observados (columna 3)													TOTAL *	Σ

### CALIDAD DEL TRANSITO

Con la aplicación del tratamiento superficial Otta Seal se elevó la comodidad y confortabilidad de los usuarios, además de acortarse el tiempo de viaje.

Los problemas que se presentan en este tipo de tratamientos superficiales se generan en las curvas, donde se presenta desprendimiento y por golpes que ocasionalmente se

presentan en la vía por derrumbes, lo cual genera la presencia de baches; por lo demás en la tangente el acabado es bueno y no presenta problema para los usuarios.



### **7.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO**

a) Características topográficas:

- Extensión del tramo: 109 Km
- Topografía: Accidentada
- Altitud: 3,800 msnm

b) Características Geométricas:

- Longitud: 109,000 mts.
- Sentidos: 2
- Calzada: 6.00
- Velocidad: 25 km/h

c) Estructura del pavimento:

- Base de recarga: 0.20 cm
- Solución básica: 0.02 – 0.015 mm

Como se puede observar **Figura N° 39** el mapa del proyecto y con la flecha se señala el tramo a intervenir.



FIGURA N° 39 MAPA DE UBICACIÓN DE CORREDOR VIAL DEL CASO A

### 7.1.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

#### Alternativa N° 1:

Consiste en seguir realizando la actividad de mantenimiento rutinario, y que se denomina “Alternativa Base”. A continuación se muestra el cuadro de costos de mantenimiento Rutinario.

### Costos de Mantenimiento en US\$ - Km

Descripción	Precios de Mercado
Sin Proyecto	
Mant. Rutinario*	1,600.00
Mant. Periódico*	1,666.67

### Alternativa N° 2:

Consiste en la rehabilitación del tramo en su totalidad, lo que se realizara es colocar un afirmado granular de 0.20 cm de espesor y luego colocarle un tratamiento superficial tipo sello denominado Otta Seal, A continuación se muestra las partidas con costos de esta alternativa.

Concepto	Alternativa
	Alternativa 1 Afirmado Granular
Movilización y desmovilización de equipo	15,500.00
Cartel	4,329.50
Eliminación de pasivos ambientales	195,310.08
Material granular estabilizado con emulsión asfáltica	13,275,978.80
Desquinche de taludes	183,074.15
Muro de mampostería	70,306.79
Mortero Asfáltico modificado con polímeros (e = 0.01m)	9,718,949.82
Colocación de señal preventiva	74,071.74
Colocación de señal reglamentaria	18,448.06
Colocación de señal informativa	48,516.30
Colocación de hitos kilométricos	30,008.63
Colocación de guardavías	95,289.49
Colocación de delineadores	45,141.07
Reductores de Velocidad	55,963.18

Marcas en el pavimento		455,576.40
Pintado de muros y parapetos		4,025.30
Colocación de Alcantarillas TMC 48"		1,441,999.03
Badenes de Concreto $f'c=140 \text{ kg/cm}^2, a=5.5 \text{ ml}$		65,692.03
Bajadas de agua		35,942.02
Reparaciones menores		54,260.82
Costos Directos		<b>25,888,383.21</b>
Gastos Generales	10%	2,588,838.32
Utilidad	5%	1,294,419.16
Sub Total General		<b>29,771,640.70</b>
IGV	18%	5,358,895.33
Presupuesto de Obra		<b>35,130,536.02</b>
Supervision de Obra	5%	1,294,419.16
Estudio Definitivo	6%	1,553,302.99
Total de Inversión		<b>37,978,258.18</b>
Costo US\$		<b>12,330,603.30</b>
Costo US\$/Km		<b>113,124.80</b>

## 7.1.4 COSTOS

Se muestra el presupuesto para la alternativa de solución tipo tratamiento Otta Seal  
CUADRO N° 27.

CUADRO N°27PRESUPUESTO CASO A

01.02.01.02		TRAMO III(PTE. HUAROCHIRI - SIHUAS)108.487km			S/25,888,383.2146
01.02.01.02.01		TRABAJOS PRELIMINARES			19,829.4960
01.02.01.02.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS - Tramo III(3MPM01)	glb	1.000	15,500.0000	15,500.0000
01.02.01.02.01.02	CARTEL DE OBRA - Tramo III	und	2.000	2,164.7480	4,329.4960
01.02.01.02.02		DRENAJE Y OBRAS DE ARTE			1,668,200.6852
01.02.01.02.02.01	ALCANTARILLA TMC Ø=48" - Tramo III(3MPD07)	und	221.000	6,524.8825	1,441,999.0325
01.02.01.02.02.02	BADENES DE CONCRETO F'C=210KG/CM2,A=6 ML - Tramo III(3MPD07)	m	33.000	1,990.6676	65,692.0308
01.02.01.02.02.03	MURO DE MAMPOSTERÍA - Tramo III(3MPD07)	m3	255.000	275.7129	70,306.7895
01.02.01.02.02.04	BAJADA DE AGUA - Tramo III(3MPD07)	m	127.000	283.0080	35,942.0160
01.02.01.02.02.05	REPARACIONES MENORES - Tramo III(3MPD07)	und	42.000	1,291.9242	54,260.8164
01.02.01.02.03		TRABAJOS COMPLEMENTARIOS			378,384.2340
01.02.01.02.03.01	DESQUINCHE DE TALUDES - Tramo III(3MPP01)	m3	7,908.000	23.1505	183,074.1540
01.02.01.02.03.02	ELIMINACION DE PASIVOS AMBIENTALES - Tramo III(3MPA01)	m3	2,800.000	69.7536	195,310.0800
01.02.01.02.04		MATERIAL PARA CAPA GRANULAR			13,275,978.7989
01.02.01.02.04.01	EXTRACCION DE MATERIAL INTEGRAL PARA CAPA GRANULAR - Tramo III(3MPC01)	m3	292,914.900	10.0337	2,939,020.2321
01.02.01.02.04.02	PRODUCCION DE MATERIAL PARA CAPA GRANULAR - Tramo III(3MPC05)	m3	175,748.940	12.4929	2,195,613.9325
01.02.01.02.04.03	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DE PRESTAMO - Tramo III(3MPT01)	m3k	1,094,915.900	4.9770	5,449,404.6295
01.02.01.02.04.04	COLOCACION DE MATERIAL GRANULAR - Tramo III(3MPP01)	m3	130,184.400	20.6779	2,691,940.0048
01.02.01.02.05		IMPRIMACION			2,690,638.9432
01.02.01.02.05.01	RIEGOS ASFALTICOS / IMPRIMACION - Tramo III(3MPP02)	m2	650,922.000	4.1336	2,690,638.9432
01.02.01.02.06		OTTA SEAL			7,028,310.8816
01.02.01.02.06.01	EXTRACCION DE MATERIAL INTEGRAL PARA OTTA SEAL - Tramo III(3MPC03)	m3	34,715.840	10.0337	348,328.3238
01.02.01.02.06.02	PRODUCCION DE MATERIAL PARA OTTA SEAL - Tramo III(3MPC07)	m3	10,414.750	16.0521	167,178.6085
01.02.01.02.06.03	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL PARA OTTA SEAL - Tramo III(3MPT03)	m3k	349,519.080	4.9613	1,734,060.0864
01.02.01.02.06.04	APLICACION DE OTTA SEAL - Tramo III(3MPP03)	m2	650,922.000	7.3415	4,778,743.8630
01.02.01.02.07		SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL			827,040.1757
01.02.01.02.07.01	SEÑAL PREVENTIVA - Tramo III(3MPS01)	und	265.000	279.5160	74,071.7400
01.02.01.02.07.02	SEÑAL REGLAMENTARIA - Tramo III(3MPS01)	und	66.000	279.5160	18,448.0560
01.02.01.02.07.03	SEÑAL INFORMATIVA - Tramo III(3MPS01)	und	19.000	2,553.4895	48,516.3005
01.02.01.02.07.04	HITOS KILOMETRICOS - Tramo III(3MPS03)	und	109.000	275.3085	30,008.6265
01.02.01.02.07.05	GUARDAVIAS (INCL. TERMINAL) - Tramo III(3MPS03)	m	365.000	261.0671	95,289.4915
01.02.01.02.07.06	POSTES DELINEADORES - Tramo III(3MPS03)	und	516.000	87.4827	45,141.0732
01.02.01.02.07.07	REDUCTOR DE VELOCIDAD - Tramo III(3MPS03)	und	17.000	3,291.9520	55,963.1840
01.02.01.02.07.08	PINTADO DE MUROS Y PARAPETOS - Tramo III(3MPS03)	m2	185.000	21.7584	4,025.3040

### **7.1.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

A continuación se muestran los cálculos de la evaluación económica para este caso, tratamiento superficial Otta Seal:

1. Determinación del tránsito actual
2. Análisis de la demanda
3. Análisis de oferta
4. Balance de Oferta – Demanda
5. Precios sociales
6. Evaluación

### **7.1.6 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN A 5 AÑOS.**

La gestión de conservación de carreteras en el Perú, comenzó a ser medida por Niveles de Servicio, por primera vez hace 18 años, a través de las concesiones viales. A partir del año 2007, como parte de la estrategia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se vienen entregando Contratos de Conservación de carreteras por Niveles de Servicio, que representan un cambio fundamental en la gestión de conservación vial nacional, lo cual ha hecho que tome mayor relevancia el contar con parámetros de medición acordes a las necesidades de los usuarios y realidad de nuestro país

Normalmente en el ámbito de la ingeniería vial, se conoce el Nivel de Servicio como un indicador de volumen de tránsito y capacidad de las carreteras. Sin embargo también desde inicio de la década de los años 90, es un indicador de desempeño en la gestión de la conservación de carreteras.

En el caso de estudio “A” este tratamiento superficial a nivel de conservación ayudara al desarrollo de los pobladores y/o usuarios de la vía, en términos de organización establece objetivos claros y permite prever la demanda de recursos por parte del organismo vial del cual depende la administración del tramo.

## **7.2 CASO B: “Corredor vial: Emp. 3S – La Quinoa – San Francisco – Unión Mantaro (Puerto Ene) – Punta de carretera (Yoyato), Ubicada en el Dpto. de Ayacucho - Cusco – Junín**

### **TRAMO V: SAN FRANCISCO – PUERTO ENE**

#### **7.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

##### **Descripción general:**

- Contrato de servicio N° 132-2009-mtc/20 (11/12/2009)
- Ubicación: Ayacucho - Cusco
- Longitud contractual: corredor vial total 306.00 km, del tramo en estudio: San Francisco – Pato. Ene es de 72 km.
- Ruta: 28 C
- Tipo de servicio: “Servicio de Conservación vial por Niveles de Servicio”

Departamento que abarca el corredor: Ayacucho – Cusco - Junín

Condición Inicial: Afirmado

##### **Mantenimientos:**

- **Mantenimiento Rutinario:** Limpieza, Roce, Eliminación de derrumbes, Tratamiento de fisuras, Bacheo de bermas, Parchado con emulsión asfáltica, Sello, Limpieza de señales, Limpieza de hitos, Limpieza de guardavías y elementos de seguridad, reposición de señales, reposición de hitos kilométricos, reposición de



Calidad de transito:

Recopilando información de los pobladores nos indicaron que la calidad del trabajo ejecutado como mantenimiento periódico durante el 2012 – 2013.

No fue muy bien vista en un inicio debido a que cuando comenzó había muchos inconvenientes como el polvo, el sonido de la maquinaria y sobre todo los cierres de la vía obstruyendo la conexión de San Francisco a Pichari, generando ese malestar e incomodándolos mucho, pero poco a poco fue cambiando esa apreciación debido al acabado de esta solución básica, este tratamiento superficial Slurry Seal tuvo un acabado que resulto beneficioso no solo al proyecto ejecutor si no al tránsito, este aumento y se minimizo las horas efectivas de punto a punto.

Con ello se puede decir que la calidad de transito ha mejorado a comparación en cómo se encontraba ese tramo en un inicio.



## 7.2.2 CARACTERÍSTICAS

### a) Características topográficas:

- Extensión del tramo:72 km
- Topografía: Accidentada
- Altitud: 3,800 msnm

### b) Características Geométricas:

- Longitud:72,000 mts
- Sentidos: 2
- Calzada: 6.00 mts
- Velocidad:40 km/Hr.

### c) Estructura del pavimento:

- Base de recarga:20cm
- Solución básica:1.0 cm

Como se puede observar **Figura N° 40** el mapa del proyecto y con la flecha se señala el tramo a intervenir.



### 7.2.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

#### Alternativa N° 1:

Consiste en seguir realizando la actividad de mantenimiento rutinario, y que se denomina “Alternativa Base”, A continuación se muestra el cuadro de costos de mantenimiento Rutinario.

#### Costos de Mantenimiento en US\$ - Km

Descripción	Precios de Mercado
Sin Proyecto	
Mant. Rutinario*	2,400.00
Mant. Periódico*	2,466.67

#### Alternativa N° 2:

Consiste en la rehabilitación del tramo en su totalidad, lo que se realizara es colocar Material granular estabilizado con emulsión, Mortero Asfáltico Slurry Seal e=1.0 cm, A continuación se muestra las partidas con costos de esta alternativa.

Concepto	Alternativa
	Alternativa 1 Afirmado Estabilizado con slurry Seal
Movilización y Desmovilización	168,945.08
Cartel	3,960.00
Roce	705,600.00
Eliminación de Pasivos Ambientales	264,960.00
Perfilado de cunetas no revestidas	117,600.00
Bacheo de Plataforma	1,639,440.00
Material granular estabilizado con emulsión	11,174,762.88
Mortero asfáltico e= 1.5 cm	7,022,762.47

Muro Seco		27,226.00
Colocación de señales Preventivas		49,215.60
Colocación de señales Reglamentarias		49,215.60
Colocación de señales Informativas		33,564.40
Colocación de Guardavías		26,450.00
Colocación de hitos kilométricos		6,872.40
Colocación de delineadores		39,630.00
Colocación de reductores de velocidad		239,606.40
Marcas en el pavimento		325,069.20
Pintado de muros y parapetos		5,298.00
Baden de concreto a= 5 m y e= 20 cm		55,306.43
Alcantarillas de 48''		962,216.03
Bajadas de agua		27,790.00
Pontones de madera		121,857.70
Reparaciones menores		11,703.00
Encauzamiento de cursos de agua		14,720.00
Costos Directos		23,093,771.19
Gastos Generales	10%	2,309,377.12
Utilidad	5%	1,154,688.56
Sub Total General		26,557,836.87
IGV	18%	4,780,410.64
Presupuesto de Obra		31,338,247.50
Supervision de Obra	5%	1,154,688.56
Estudio Definitivo	6%	1,385,626.27
Total de Inversión		33,878,562.34
Costo US\$		10,999,533.23
Costo US\$/Km		152,771.29

## 7.2.4 COSTOS

Se muestra el presupuesto para la alternativa de solución tipo tratamiento SLURRY SEAL CUADRO N° 29

CUADRO N°29 PRESUPUESTO CASO B

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>SOLUCION BASICA TRAMO V</b>				<b>23,093,771.19</b>
<b>1.01.</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS TRAMO V</b>				<b>168,945.08</b>
<b>01.01.01</b>	MOV. Y DESMOVILIZACION EQUIPOS TRANSPORTADOS C/CAMA BAJA "TRAMO V"	glb	1.00	45,521.04	45,521.04
<b>01.01.02</b>	MOV. Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS AUTO TRANSPORTADOS	glb	1.00	34,144.04	34,144.04
<b>01.01.03</b>	MOV. Y DESMOVILIZACION EQUIPOS TRANSPORTADOS C/CAMA BAJA ALQUILADA "TRAMO V"	glb	1.00	89,280.00	89,280.00
<b>01.02</b>	<b>CARTEL DE OBRA</b>				<b>3,960.00</b>
<b>01.02.01</b>	CARTEL DE OBRA "TRAMO V"	und.	2.00	1,980.00	3,960.00
<b>01.03.</b>	<b>TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>				<b>2,727,600.00</b>
<b>01.03.01</b>	ROCE DE MALEZA "TRAMO V"	m2	144,000.00	4.90	705,600.00
<b>01.03.02</b>	ELIMINACION DE PASIVOS AMBIENTALES "TRAMO V"	m3	7,200.00	36.80	264,960.00
<b>01.03.03</b>	PERFILADO DE CUNETAS NO REVESTIDAS "TRAMO V"	ml	14,000.00	8.40	117,600.00
<b>01.03.04</b>	BACHEO DE PLATAFORMA "TRAMO V"	m3	43,200.00	37.95	1,639,440.00
<b>01.04.</b>	<b>CANTERA</b>				<b>3,411,323.10</b>
<b>01.04.01</b>	EXTRACCION DE MATERIAL INTEGRAL PARA BASE ESTABILIZADA "TRAMO V"	m3	162,000.00	5.23	847,260.00
<b>01.04.02</b>	EXTRACCION DE MATERIAL INTEGRAL PARA SLURRY SEAL "TRAMO V"	m3	8,100.00	5.82	47,142.00
<b>01.04.03</b>	PRODUCCION DE MATERIAL PARA BASE ESTABILIZADA "TRAMO V"	m3	97,200.00	23.99	2,331,828.00
<b>01.04.04</b>	PRODUCCION DE MATERIAL PARA SLURRY SEAL "TRAMO V"	m3	2,430.00	76.17	185,093.10
<b>01.05.</b>	<b>PLATAFORMA</b>				<b>13,569,342.88</b>
<b>01.05.01</b>	APLICACION DE SLURRY SEAL "TRAMO V"	m2	432,000.00	15.16	6,549,342.88
<b>01.05.02</b>	COLOCACION DE CAPA GRANULAR ESTABILIZADA CON EMULSION "TRAMO V"	m2	432,000.00	16.25	7,020,000.00
<b>01.06.</b>	<b>TRANSPORTES</b>				<b>1,216,859.38</b>
<b>01.06.01</b>	<b>CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DE PRESTAMO</b>				<b>975,674.88</b>
<b>01.06.01.01</b>	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE MENORES A MIL METROS "TRAMO V"	m3k	10,152.32	7.87	79,898.79
<b>01.06.01.02</b>	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE MAYORES A MIL METROS "TRAMO V"	m3k	131,153.16	6.83	895,776.09
<b>01.06.02</b>	<b>CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SLURRY SEAL</b>				<b>241,184.49</b>
<b>01.06.02.01</b>	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SLURRY SEAL MENORES A MIL METROS "TRAMO V"	m3k	2,618.57	7.77	20,346.27
<b>01.06.02.02</b>	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SLURRY SEAL MAYORES A MIL METROS "TRAMO V"	m3k	32,333.56	6.83	220,838.22
<b>01.07.</b>	<b>DRENAJE</b>				<b>1,220,819.15</b>
<b>01.07.01</b>	<b>ALCANTARILLAS</b>				<b>962,216.03</b>
<b>01.07.01.01</b>	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS ALCANTARILLAS "TRAMO V"	m3	5,276.88	22.14	116,830.12
<b>01.07.01.02</b>	RELLENO PARA ESTRUCTURAS ALCANTARILLAS "TRAMO V"	m3	1,864.81	18.72	34,909.33
<b>01.07.01.03</b>	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS f'c= 175 kg/cm2 "TRAMO V"	m3	407.12	361.85	147,315.21

01.07.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS "TRAMO V"	m2	2,993.07	30.45	91,138.94
01.07.01.05	ACERO PARA ESTRUCTURAS (ALCANTARILLAS) TRAMO V	kg	10,404.98	5.21	54,209.94
01.07.01.06	COLOCACION DE ALCANTARILLAS "TRAMO V"	m	864.00	599.32	517,812.48
01.07.02	<b>BADENES</b>				<b>55,306.43</b>
01.07.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS BADENES "TRAMO V"	m3	80.42	22.14	1,780.57
01.07.02.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m2	252.66	2.96	747.87
01.07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS EN BADEN "TRAMO V"	m2	59.05	30.42	1,796.36
01.07.02.04	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS f'c= 175 kg/cm2 PARA BADENES "TRAMO V"	m3	100.11	361.85	36,223.79
01.07.02.05	ACERO PARA ESTRUCTURAS (BADEN) "TRAMO V"	kg	2,832.60	5.21	14,757.84
01.07.03	<b>MUROS</b>				<b>27,226.00</b>
01.07.03.01	MURO SECO DE PIEDRA DE 16"	m3	200.00	136.13	27,226.00
01.07.04	<b>BAJADAS DE AGUA</b>				<b>27,790.00</b>
01.07.04.01	CONSTRUCCION DE BAJADAS DE AGUA "TRAMO V"	ml	100.00	277.90	27,790.00
01.07.05	<b>PONTONES DE MADERA</b>				<b>121,857.70</b>
01.07.05.01	CONSTRUCCION DE PONTONES DE MADERA "TRAMO V"	und.	10.00	12,185.77	121,857.70
01.07.06	<b>REPARACIONES MENORES</b>				<b>11,703.00</b>
01.07.06.01	REPARACIONES MENORES "TRAMO V"	und.	30.00	390.10	11,703.00
01.07.07	<b>ENCAUZAMIENTO DE AGUA</b>				<b>14,720.00</b>
01.07.07.01	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA "TRAMO V"	m3	1,000.00	14.72	14,720.00
01.08.	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>774,921.60</b>
01.08.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS "TRAMO V"	und.	140.00	351.54	49,215.60
01.08.02	SEÑALES PREVENTIVAS "TRAMO V".	und.	140.00	351.54	49,215.60
01.08.03	SEÑALES INFORMATIVAS "TRAMO V"	und.	20.00	1,678.22	33,564.40
01.08.04	SEÑALIZACION HORIZONTAL (PINTURA)	m2	17,064.00	19.05	325,069.20
01.08.05	COLOCACION DE GUARDAVIAS TRAMO V	ml	1,000.00	26.45	26,450.00
01.08.06	COLOCACION DE POSTES DELINEADORES TRAMO V	und.	1,000.00	39.63	39,630.00
01.08.07	COLOCACION DE REDUCTORES DE VELOCIDAD	und.	60.00	3,993.44	239,606.40
01.08.08	HITOS KILOMETRICOS "TRAMO V"	und.	72.00	95.45	6,872.40
01.08.09	PINTADO DE MUROS Y PARAPETOS "TRAMO V"	m2	200.00	26.49	5,298.00

## **7.2.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

1. Determinación del tránsito actual
2. Análisis de la demanda
3. Análisis de oferta
4. Balance de Oferta – Demanda
5. Precios sociales
6. Evaluación

## **7.2.6 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN A 5 AÑOS**

La gestión de conservación de carreteras en el Perú, comenzó a ser medida por Niveles de Servicio, por primera vez hace 18 años, a través de las concesiones viales. A partir del año 2007, como parte de la estrategia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se vienen entregando Contratos de Conservación de carreteras por Niveles de Servicio, que representan un cambio fundamental en la gestión de conservación vial nacional, lo cual ha hecho que tome mayor relevancia el contar con parámetros de medición acordes a las necesidades de los usuarios y realidad de nuestro país

Normalmente en el ámbito de la ingeniería vial, se conoce el Nivel de Servicio como un indicador de volumen de tránsito y capacidad de las carreteras. Sin embargo también desde inicio de la década de los años 90, es un indicador de desempeño en la gestión de la conservación de carreteras.

En el caso de estudio “B” este tratamiento superficial a nivel de conservación ayudara al desarrollo de los pobladores y/o usuarios de la vía en la provincias de Ayacucho y Junín, en términos de organización establece objetivos claros y permite prever la demanda de recursos por parte del organismo vial del cual depende la administración del tramo.

## CAPITULO VIII: CONCLUSIONES

1. Entre los pavimentos económicos para el mantenimiento periódico de las carreteras de la red vial nacional, se considera los tratamientos superficiales como son el OTTA SEAL y el SLURRY SEAL, ambos se clasifican como carreteras pavimentadas, según el manual de carreteras DG-2013.
2. El OTTA SEAL, luego de la investigación se ha determinado que en realidad se trata de un tratamiento superficial monocapa, ya que no cumple con los estándares para un OTTA SEAL, como:
  - a. No se debe colocar una imprimación.
  - b. Se debe emplear PEN 150-200, que no se produce en el Perú.
3. El SLURRY SEAL, en el manual de especificaciones técnicas EG- 2000, se denomina lechada asfáltica, y su uso corresponde técnicamente a un mantenimiento periódico de un pavimento asfáltico, sin embargo en este caso se coloca sobre una base.
4. El IMD y específicamente los EAL, tienen un impacto en el ciclo de vida de los pavimentos, por lo cual es necesario monitorear y proyectar el IMD para determinar el comportamiento de los pavimentos, razón por la cual en nuestro caso, se obtuvo los resultados siguientes:
  - a. La carretera de Caso “A” con OTTA SEAL, su IMD de diseño fue de 86, y se proyectó a 10 años con lo que nos arroja un IMD de 108, el comportamiento del pavimento después de la puesta a punto presentó fallas en las curvas, fallas de tipo peladuras, lo que nos llevó a colocar un sello de arena asfalto, en las curvas.
  - b. Para el caso “B” del SLURRY SEAL, las fallas se presentaron en casi toda la extensión, presentando básicamente baches, ahuellamientos y grietas mas la falta de drenaje en el tramo terminó por levantar este tratamiento

superficial, lo que nos llevo a tener que colocar un nuevo slurryseal, en casi el 90% de la extensión del mismo.

5. Estos sobrecostos, no considerados en el plan inicial, nos llevo a la necesidad de investigar si los tratamientos superficiales del OTTA SEAL y del SLURRY SEAL son rentables económicamente, razón por la cual se tomaron los costos reales de mantenimiento rutinario y periódico para el caso con proyecto, y en el caso sin proyecto se tomo los valores de la directiva general del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 09 V1.1 del MEF, el cual se adjunta en los anexos.
6. Como instrumento metodológico para la evaluación económica se empleo la hoja de cálculo del MEF, denominada, **APLICATIVO DE LA GUIA SIMPLIFICADA PARA CAMINOS VECINALES**, con la finalidad de realizar la evaluación económica y determinar una rentabilidad en el ciclo de vida previsto.
7. Se concluye que para el caso "A" (OTTA SEAL) obtenemos un VAN de - **11'087,384.57** y un TIR de **1.12 %**, mientras que en el caso "B" (SLURRY SEAL) se obtienen los resultados de VAN **25'853,144.83** y de TIR **29.22%**.
8. Podemos deducir del análisis de ambos casos, que para el OTTA SEAL, el IMD de 86 afecta la rentabilidad del mismo dando los resultados de una tasa interna de retorno de **1,12%** lo cual nos indica que el proyecto no es rentable, a pesar que los costos de mantenimiento y los sobrecostos por la solución en las curvas no impactan significativamente la evaluación económica.
9. Para el caso del SLURRY SEAL, con un IMD que aumentado en el tiempo progresivamente con el mantenimiento de 100 - 200 a 300 vehículos y a pesar de tener un sobrecosto de colocar una nueva capa de slurryseal antes del tiempo previsto, (a los tres años) los resultados son positivos, el TIR es **29.22%**. indicando que la rentabilidad es positiva, lo que significa que se debe analizar

la posibilidad de colocar una carpeta asfáltica en este tramo, ya que el IMD justifica la inversión.

10. Concluimos que se puede observar que los contratos por niveles de servicio aplicados en el País desde el 2007, está siendo beneficioso para los usuarios ya que la esencia de este tipo de Mantenimientos es cumplir con los requisitos de confortabilidad, buen estado y transitabilidad de la vía para cada uno de los tramos en que se aplique esta modalidad de contratos adoptada por Provias Nacional, sin embargo desde el punto de vista económico financiero, el OttaSeal no es rentable, por el bajo IMD.

11. El tratamiento superficial OttaSeal en nuestro caso “A”, no es tal, ya que técnicamente se trataría de un tratamiento superficial monocapa, este es una alternativa que cumple con lo estipulado en los Términos de Referencia que exige el caso “A”, pero se viene observando que en las curvas con pendiente pronunciada (> 6%) se sufren peladuras del tratamiento superficial. , comportamiento típico de los tratamientos superficiales en zonas de pendiente mayores a 5%, y por lo tanto las especificaciones indican que se debe colocar un sello superficial de arena – asfalto (Mezcla asfáltica en frío) , para evitar esta falla.

Por lo que para estos casos en estas zonas en específico se debe considerar esta uotra solución.

12. El Slurry Seal se observa como un tratamiento superficial rígido; posterior a su aplicación se logra apreciar que sufre distintas fallas en un corto tiempo de aplicado, esto debido a las fallas de drenaje en la zona del proyecto (San Francisco – Puerto Ene, Ayacucho) no previsto esto se requiere colocar nuevamente una capa de tratamiento superficial, lo que influye en los costos y por ende en la rentabilidad

13. Para el caso de las fallas en las curvas podemos indicar que la solución planteada, Reconformación de curvas con una mezcla asfáltica en frío, ha sido una buena alternativa para mantener una buena transitabilidad y reducir problemas en la superficie de rodadura.
14. El uso de mezclas asfálticas en frío no requiere el uso de equipo sofisticado, por lo cual su uso es apropiado en climas de altas temperaturas frías, por lo tanto el no estar calentándolo para ser aplicado ya es una economía para el contratista conservador.
15. Se logra determinar para los distintos casos (“A” OTTA SEAL y “B” SLURRY SEAL) los costos de mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario post periódico, concluyendo que el tratamiento superficial Otta Seal es el más económico en mantener luego de ser aplicado.
16. En conclusión final podemos acotar; que este sistema de contratos de mantenimientos por niveles de servicio, se puede ver que lo que está buscando es llevar a otro orden las carreteras vecinales, las carreteras no pavimentadas de bajo volumen, ya que al mejorar la superficie de rodadura, ( en cuyo caso no se debería llamar mantenimiento periódico, sino mejoramiento, y por lo tanto requiere del SNIIP) está haciendo que los vehículos se incrementen y así las conexiones entre los pueblos sea mayor y exija que posterior a esta rehabilitación y mantenimiento de carreteras, se mejore y construya una carretera asfaltada.

## CAPITULO IX: RECOMENDACIONES

1. Todo tratamiento superficial sea Otta Seal o Slurry Seal como es en nuestro caso, debe contar con un estudio y una evaluación económica, ya que son tratamientos de un elevado costo debido a que son tecnologías nuevas.
- 20.
2. Se recomienda en los contratos de mantenimiento por niveles de servicio se cumpla con las exigencias de los TDR (términos de referencia) para lograr que el contratista conservador llegue a cumplir con la serviciabilidad del tramo encomendado por Provias Nacional.
- 21.
3. Evitar el trabajo con emulsiones y con cemento asfáltico (PEN 120 -150) durante período de lluvia ya que puede realizar un arrastre al ligante.
- 22.
4. Para el caso de las curvas que se trataron se recomienda evaluar cómo afecta la pérdida de humedad en esta mezcla asfáltica (asfalto en Frio) que se propuso como una solución para esta falla que se dio en las curvas debido a la tracción de los vehículos.
5. En la solución planteada de asfalto en frio, evaluar bien el tiempo de rotura de la emulsión a usar.
- 23.
6. Se debe seguir exigiendo el control de pesajes y así evitar el daño prematuro a la solución planteadas en estos contratos por niveles de servicio, y los resultados de dicho control de pesos vehiculares analizarlos junto con SUTRAN y el MTC.
- 24.
7. Estudiar la línea de investigación de pavimentos económicos por parte de la Universidad Peruana y el MTC
- 25.
8. Proponer investigaciones sobre las técnicas empleadas por el Otta Seal; la banda granulométrica y el tipo de asfalto a usar ya sea PEN 120 – 150, PEN 150 - 180, así como las nuevas tecnologías para este tratamiento superficial.
- 26.
9. Por último se recomienda a la Universidad Peruana, especialmente a la nuestra seguir con esta investigación para conseguir y saber un poco más de las nuevas tecnologías que vienen usando en otros países en el área vial.

## BIBLIOGRAFÍA

Bañon, L. (2012). *Manual de mantenimiento de carreteras volumen I y II, tratamientos superficiales.*

Coronado, J. (Diciembre 2000) *Catalogo Centro Americano de daños a Pavimentos viales*, pag.42 - 47

Escalante, J. (22 de Noviembre de 2014). Emulsiones asfálticas. lima, lima, Perú clase de maestria universidad ricardo palma.

Herencia, W. (2010). *Diseño de Slurry seal.* lima, tecnologia de materiales presentacion.

Leiva, F. (2014). *Metodologia para el desarrollo modelos de deterioro para caminos vecinales de lastre y suelo*, investigación en laboratorio nacional de materiales y modelos estructurales

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de carreteras conservacion vial* (vol. I). Direccion general de caminos y ferrocarriles Lima, Perú: Tarea asociacion grafica educativa.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). *Manual de Conservacion de carreteras no pavimentadas de bajo volumen.*Direccion general de caminos y ferrocarriles lima:Tarea asociacion grafica educativa.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). *Manual de Diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen* (vol. I). Direccion general de caminos y ferrocarriles Lima, Perú: Tarea asociacion grafica educativa.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de Glosario de terminos de obras viales* (vol.I). Direccion general de caminos y ferrocarriles lima, Perú: Tarea asociacion grafica educativa.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2006). *Manual de Mantenimiento Periodico* (vol. I). Direccion general de caminos y ferrocarriles Lima, Perú: Tarea asociacion grafica educativa.

Ministerio de Ttransportes y Comunicaciones (2006). *Manual de mantenimiento Rutinario* (vol. I). direccion general de caminos y ferrocarriles lima, Perú: Tarea asociacion grafica educativa.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005). *Plan Intermodal de transportes*. ogpp Direccion general de caminos y ferrocarriles lima, Perú: Tarea asociacion grafica educativa.

Overby, c. (1999). *Diseño, Construccion y Mantenimiento de Sellado Otta*.Noruega Departamento de tecnologia vial, Manual norwegian public roads administration.

Ransa, B. A. (2008). *Transporte Terrestre en el Perú y su logistica*.Lima.

Salomon, D. D. (2012). *Conservacion de pavimentos: conservando la inversion del patrimonio*.

Silva, J. (2012). *Pavimentos economicos mantenimiento de zonas urbanas con el uso de emulsiones*.Lima, tecnologia de materiales, presentacion.

Torre, L. D., &Ramires, C. (2009). *Diseño, procedimientos constructivos y control de pavimentos*, investigacion.

Torres, M. I. (s.d.). *Scribid.com*. acceso el lunes 03 de noviembre de 2014, disponible en <https://es.scribd.com/doc/62462965/2/definicion-general-de-gestion-de-infraestructura-vial>

Torres, R. (2014). *Intervaciones en la red vial nacional*. ministerio de transportes y comunicaciones, lima, Perú, presentación.

Wsa, C. B.-g. (junio 2005). *plan intermodal de transportes del peru - mtc/ogpp informe final capitulo 7*.

## ANEXOS:

### ANEXO 01 SNIP09:

#### PARÁMETROS PARA PROYECTOS DE CAMINOS VECINALES Y DEPARTAMENTALES

Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral  
N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 09 V1.1; PAGINAS 24 - 29

**ANEXO SNIP 09:**  
**PARÁMETROS Y NORMAS TÉCNICAS PARA**

**ÍNDICE**

	<b>Parámetros y Normas Técnicas</b>	<b>Página</b>
<b>I</b>	<b>Sector Agricultura</b>	
1.1	Relación de Normas Técnicas para proyectos de infraestructura de riego	2
<b>II</b>	<b>Sector Educación</b>	
2.1	<i>Normas técnicas para el diseño de locales escolares, información útil para la evaluar y programar ambientes, áreas, personal docente, mobiliario mínimo, etc.</i>	3
2.2	Parámetros que apoyan a la evaluación de las capacidades de una Institución Educativa y al planteamiento de los requerimientos de recursos para un PIP.-	4 - 13
<b>III</b>	<b>Sector Energía</b>	
3.1	Normas técnicas para proyectos de electrificación rural,	13-14
3.2	Se accede a información organizada por la DGER – MEM, para los distintos módulos de los estudios de preinversión.	14 - 15
<b>IV</b>	<b>Sector Justicia</b>	
4.1	Parámetros de estándares de carga procesal por especialidad en juzgados penales, civiles, laborales, de familia, mixtos y paz letrados.	15
<b>V</b>	<b>Sector Salud</b>	
5.1	Normas técnicas para el diseño de infraestructura, equipamiento, y estrategias priorizadas de los establecimientos de salud.	15 - 18
5.2	Estándares técnicos de programación para consulta externa, emergencia, hospitalización, UCI, Centro quirúrgico, diagnóstico por imágenes, rehabilitación, laboratorio, que van a Facilitar el cálculo de la demanda de atenciones.	18 - 21
<b>VI</b>	<b>Sector Saneamiento</b>	
6.1	Información sobre costos referenciales per-cápita de inversión por componentes; parámetros para el dimensionamiento de componentes de los PIP	21 - 23
<b>VII</b>	<b>Sector Transportes</b>	
7.1	Parámetros para proyectos de caminos vecinales y departamentales	23 - 29

## I. SECTOR AGRICULTURA

### 1.1. NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

Tipo de intervención	Aplicación	Norma	Ubicación web
Proyectos de Infraestructura hidráulica mayor a ser ejecutados por los proyectos especiales del Estado o quien haga sus veces.	Orienta las acciones de las entidades públicas y privadas involucradas en el uso del agua con fines de riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución Ministerial N° 498-2003-AG</li> </ul>	<a href="http://www.elperuano.com.pe/PublicacionNLB/normaslegales/wfrmNormasLista.aspx">http://www.elperuano.com.pe/PublicacionNLB/normaslegales/wfrmNormasLista.aspx</a>
Proyectos de Mejoramiento y Rehabilitación de Infraestructura de Riego	Aprobación de los lineamientos básicos del financiamiento público para la ejecución de las obras de Mejoramiento y Rehabilitación de la Infraestructura de Riego y Drenaje en los valles de las Costa del Perú.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución Ministerial N° 0448-2005-AG</li> <li>Resolución Ministerial N° 01423- 2006-AG</li> <li>Resolución Ministerial N° 0416-2009-AG</li> <li>Resolución Ministerial N° 0710-2009-AG</li> </ul>	<a href="http://www.minag.gob.pe/download/pdf/marcol/egal/normaslegales/resolucionesministeriales/rm0710-2009-ag.pdf">http://www.minag.gob.pe/download/pdf/marcol/egal/normaslegales/resolucionesministeriales/rm0710-2009-ag.pdf</a>
Proyectos de Riego Tecnificado en Costa, Sierra y Selva	Se norman las iniciativas del sector público en materia de riego tecnificado; así como la creación y Funcionamiento del Programa de Riego Tecnificado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ley N° 28585</li> <li>Decreto Supremo N° 004-2006-AG.</li> <li>Resolución Ministerial N° 0413-2010-AG</li> </ul>	<a href="http://www.minag.gob.pe/download/pdf/marcol/egal/normaslegales/resolucionesministeriales/rm04132010ag.pdf">http://www.minag.gob.pe/download/pdf/marcol/egal/normaslegales/resolucionesministeriales/rm04132010ag.pdf</a>

## II. SECTOR EDUCACIÓN

### 2.1. NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE EDUCACIÓN BÁSICA REGULAR

#### 2.1.1. NORMAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS PARA EL DISEÑO DE LOCALES ESCOLARES

Nivel educativo	Información útil para:	Norma / Documento de trabajo
Educación Inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuantificación de personal docente y auxiliar.</li> <li>▪ Cuantificación de áreas y ambientes complementarios.</li> <li>▪ Determinación de mobiliario mínimo.</li> </ul>	Normas sobre Organización y Funcionamiento de Cunas de Educación Inicial, aprobadas mediante la Directiva N° 073-2006-DINEBR-DEI.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Selección de terrenos para locales educativos.</li> <li>▪ Asignación de espacios según actividades educativas.</li> <li>▪ Programación arquitectónica</li> <li>▪ Criterios generales para el diseño.</li> </ul>	Documento de Trabajo: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de Educación Básica Regular – Nivel Inicial (2011)
Educación Primaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Selección de terrenos para locales educativos.</li> <li>▪ Asignación de espacios según actividades educativas.</li> </ul>	Documento de Trabajo: Normas técnicas para el diseño de locales de Educación Básica Regular: Primaria – Secundaria (2009).
Educación Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programación arquitectónica</li> <li>▪ Criterios generales para el diseño.</li> </ul>	

#### 2.1.2. NORMAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS PARA CUANTIFICACIÓN DE PERSONAL NECESARIO- EBR

Nivel educativo	Información útil para:	Norma / Documento de trabajo
Educación Inicial	Cuantificación de personal de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal docente directivo.</li> <li>- Personal docente.</li> <li>- Personal auxiliar.</li> <li>- Personal administrativo.</li> </ul>	Normas para el Proceso de Racionalización de Plazas de Personal Docente y Administrativo en las Instituciones Educativas Públicas de la Educación Básica y Técnico Productiva aprobadas mediante Decreto Supremo N° 005-2011-ED
Educación Primaria		
Educación Secundaria	Cuantificación de personal de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal jerárquico.</li> <li>- Todos los anteriores.</li> </ul>	

## 2.2. INFORMACIÓN PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE EDUCACIÓN BÁSICA REGULAR

### 2.2.1. INSTITUCIONES EDUCATIVAS SEGÚN TIPO DE GESTIÓN Y NÚMERO DE DOCENTES

Según el Reglamento de la Gestión del Sistema Educativo, aprobado mediante D.S. N°009-2005-ED, se tienen los siguientes tipos de I.E.:

#### Instituciones Educativas según tipo de gestión

Tipo de I.E.	Descripción
I.E. Públicas de gestión directa	I.E. creadas y sostenidas por el Estado. Son gratuitas. Los inmuebles y bienes son de propiedad estatal y el pago de remuneraciones es asumido por el Sector Educación u otro sector de la Administración Pública que esté a cargo de la I.E.
I.E. Públicas de gestión privada	I.E. a cargo de entidades sin fines de lucro que prestan servicios educativos gratuitos en convenio con el Estado. Los inmuebles y equipos son de propiedad del Estado o de la entidad gestora y las remuneraciones son asumidas por el Estado.
I.E. Privadas	I.E. a cargo de personas naturales o jurídicas de derecho privado. En este tipo se encuentran las instituciones educativas creadas por iniciativa privada.

#### Instituciones Educativas según número de docentes

Tipo de I.E.	Descripción
I.E. Unidocente	Cuando cuenta sólo con un docente para atender todos los años o grados de estudio del nivel o modalidad.
I.E. Polidocente Multigrado	Cuando los docentes, o por lo menos, uno de ellos, tiene a su cargo, dos o más años o grados de estudio.
I.E. Polidocente Completo	Cuando cada sección, de un año o grado, está a cargo de un docente.

## 2.2.2. DISTANCIA Y TIEMPO MÁXIMO A PIE SEGÚN NIVEL EDUCATIVO

Zona	Nivel educativo	Distancia máxima	Tiempo máximo a pie
Zona urbana y periurbana	Inicial	0.5 Km.	15'
	Primaria	1.5 Km.	30'
	Secundaria	3.0 Km.	45'
Zona rural	Inicial	2.0 Km.	30'
	Primaria	4.0 Km.	60'
	Secundaria	5.0 Km.	75'

Fuente: Elaborado en base a los Documentos de Trabajo:

Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de Educación Básica Regular – Nivel Inicial (2011)

Normas técnicas para el diseño de locales de Educación Básica Regular: Primaria – Secundaria (2009).

## 2.2.3. MODULOS DE MOBILIARIO DISEÑADOS POR OINFE - ZONA URBANA

Nivel educativo	Módulo de aula común
<b>INICIAL</b> (aulas de 25 alumnos)	5 módulos: 1 mesa + 5 sillas Mobiliario profesor: 1 Mesa + 1 Silla
<b>PRIMARIA</b> (aulas de 35 alumnos)	35 módulos: 1 Mesa + 1 Silla Mobiliario profesor: 1 Mesa + Silla
<b>SECUNDARIA</b> (aulas de 35 alumnos)	35 módulos: 1 Mesa + 1 Silla Mobiliario profesor: 1 Mesa + Silla
Nivel educativo	Módulo de aula de cómputo
<b>PRIMARIA / SECUNDARIA</b> (aulas de 35 alumnos)	35 módulos: 1 Mesa + 1 Silla Mobiliario profesor: 1 Mesa + Silla Computadora (36 Unidades)

## 2.2.4. MODULOS DE MOBILIARIO DISEÑADOS POR OINFE - ZONA RURAL

Nivel educativo	Módulo de aula común
<b>INICIAL</b> (aulas de 20 alumnos)	4 módulos: 1 mesa + 5 sillas Mobiliario profesor: 1 Mesa + 1 Silla
<b>PRIMARIA</b> (aulas de 30 alumnos)	30 módulos: 1 Mesa + 1 Silla Mobiliario profesor: 1 Mesa + Silla
<b>SECUNDARIA</b> (aulas de 30 alumnos)	30 módulos: 1 Mesa + 1 Silla Mobiliario profesor: 1 Mesa + Silla
Nivel educativo	Módulo de aula de cómputo
<b>PRIMARIA / SECUNDARIA</b> (aulas de 30 alumnos)	30 módulos: 1 Mesa + 1 Silla Mobiliario profesor: 1 Mesa + Silla Computadora (31 Unidades)

## 2.2.5. MÍNIMO NÚMERO DE ALUMNOS POR SECCIÓN (Para gestionar plaza docente)

Nivel Educativo	Características	Mínimo N° de alumnos por sección	
		Urbano	Rural
Educación inicial (*)	Unidocente	-	15
	Polidocente	20	15
	Completo (**)		
Educación primaria (*)	Unidocente	-	20
	Polidocente	25	20
	Multigrado		
	Polidocente	25	20
Educación Secundaria (*)	Completo (**)	25	20

(\*) Para posibilitar incluir estudiantes con necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad (carga docente menor a la establecida)

(\*\*) Este número dependerá del tamaño de las aulas y razones debidamente justificadas por la Comisión de la Institución Educativa.

Fuente: Normas para el Proceso de Racionalización de Plazas de Personal Docente y Administrativo en las Instituciones Educativas Públicas de la Educación Básica y Técnico Productiva, aprobadas mediante Decreto Supremo N° 005-2011-ED.

## 2.2.6. MÁXIMO NÚMERO DE ALUMNOS POR SECCIÓN

Nivel Educativo	Características	Máximo N° de alumnos por sección	
		Urbano	Rural
Educación inicial (*)	Unidocente	-	15
	Polidocente	25	20
	Completo (***)		
Educación primaria (*)	Unidocente	-	20
	Polidocente	25	20
	Multigrado		
	Polidocente	35	30
Educación Secundaria (*)	Completo (**)		
	Polidocente	35	30

(\*) Para posibilitar incluir estudiantes con necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad (carga docente menor a la establecida)

(\*\*) Este número dependerá del tamaño de las aulas y razones debidamente justificadas por la Comisión de la Institución Educativa.

Fuente: Normas para el Proceso de Racionalización de Plazas de Personal Docente y Administrativo en las Instituciones Educativas Públicas de la Educación Básica y Técnico Productiva, aprobadas mediante Decreto Supremo N° 005-2011-ED.

(\*\*\*) De acuerdo al Documento de Trabajo: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de Educación Básica Regular – Nivel Inicial (2011)

## 2.2.7. CARGA HORARIA SEMANAL

Nivel Educativo	Carga horaria semanal
Educación inicial (3 a 5 años)	25 horas
Educación primaria	30 horas
Educación Secundaria	35 horas

Fuente:

Documento de Trabajo Normas técnicas para el diseño de locales de Educación Básica Regular: Primaria – Secundaria (2009).

Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de Educación Básica Regular – Nivel Inicial (2011).

## 2.2.8. N° PISOS PERMITIDO SEGÚN NIVEL EDUCATIVO

Nivel Inicial	Nivel Primaria	Nivel Secundaria
1 sólo piso	hasta 2 pisos	hasta 3 pisos

Fuente: Normas Técnicas de Diseño de Centros Educativos-Educación Primaria-Educación Secundaria. Aprobado con Resolución Jefatural 338 (09/12/1983)

## 2.2.9. COEFICIENTE DE OCUPACIÓN SEGÚN NIVEL EDUCATIVO

Nivel educativo	Coefficiente de ocupación
<b>INICIAL</b>	
Cuna	2 m <sup>2</sup> /alumno
Jardín	1.24 m <sup>2</sup> /alumno + 7 rincones de 4 m <sup>2</sup> c/u
<b>PRIMARIA Y</b>	
De 20 a 24 alumnos	1.75 m <sup>2</sup> / alumno
De 30 a 35 alumnos	1.6 m <sup>2</sup> / alumno

Fuente: Documento de Trabajo Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de Educación Básica Regular – Nivel Inicial (2011).

Documento de Trabajo Normas técnicas para el diseño de locales de Educación Básica Regular: Primaria – Secundaria (2009).

## 2.2.10. TAMAÑO DE AULAS EN CONSTRUCCIONES NUEVAS

En construcciones nuevas se recomienda implementar aulas de tamaño estándar, independientemente si se ubica en zona urbana o en zona rural.

El área y capacidad indicadas para cada nivel educativo, se ha determinado teniendo en cuenta:

- El coeficiente de ocupación indicado en los documentos de trabajo de las Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de Inicial, Primaria y Secundaria, respectivamente.
- El máximo número de alumnos por sección establecido en las Normas para el Proceso de Racionalización de Plazas de Personal Docente y Administrativo en las Instituciones Educativas Públicas de la Educación Básica y Técnico Productiva, aprobadas mediante Decreto Supremo N° 005-2011-ED.
- El diseño modular del mobiliario diseñado por OINFE.

## 2.2.11. ÁREA DE AULAS ESTÁNDAR SEGÚN NIVEL EDUCATIVO – ZONA URBANA

Descripción	Nivel Inicial		Nivel Primaria	Nivel Secundaria
	Cunas (3 meses a < 3 años)	Jardín (3 a 5 años)		
Área	40 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>
Capacidad	20 alumnos	25 alumnos	35 alumnos	35 alumnos

## 2.2.12. ÁREA DE AULAS ESTÁNDAR SEGÚN NIVEL EDUCATIVO – ZONA RURAL

Descripción	Nivel Inicial		Nivel Primaria	Nivel Secundaria
	Cunas (3 meses a < 3 años)	Jardín (3 a 5 años)		
Área	40 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>
Capacidad	20 alumnos	20 alumnos	30 alumnos	30 alumnos

## 2.2.13. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA A PRECIOS DE MERCADO

**Ambientes indispensables:**  
**Módulos sistémicos diseñados por OINFE1 en áreas urbanas de costa**  
**(Incluye gastos generales, utilidad e IGV)**

Módulo (El área del módulo incluyen muros y circulación techada)	Área total (m <sup>2</sup> )	Costo (S./ x m <sup>2</sup> )	Costo total (S./)	Costo por aula (S./)
<b>INICIAL (25 alumnos / Aula)</b>				
Módulo de 2 aulas + SS.HH.	146.83	1,260	185,006	
Módulo de 1 aula + SS.HH. + Administración	146.83	1,300	190,879	
<b>PRIMARIA – SECUNDARIA (35 alumnos / Aula)</b>				
Módulo de 4 aulas comunes en dos pisos.	317.00	930	294,810	73,703
Módulo de 6 aulas comunes en dos pisos	473.00	930	439,890	73,315
Módulo de 8 aulas comunes en dos pisos.	629.00	930	584,970	73,121
Módulo de laboratorio + depósito + 2 aulas en dos pisos	317.00	1,180	374,060	
Módulo de Administración + biblioteca en dos pisos.	239.00	1,180	282,020	
Módulo de aula usos múltiples + aula de cómputo en dos pisos.	239.00	1,180	282,020	
<b>SS.HH. Y ESCALERAS (Primaria y Secundaria)</b>				
<b>Módulo de SS.HH. 7 + 2 bat:</b>				
➢ 7 Alumnos: (Hombres: 3 inodoros + 1 urinario corrido; Mujeres: 4 inodoros + 1 lavadero)	47.35	2,200	104,170	

1 Oficina de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación

Módulo (El área del módulo incluyen muros y circulación techada)	Área total (m <sup>2</sup> )	Costo (S./ x m2)	Costo total (S./)	Costo por aula (S./)
corrido) + 1 lavadero ➤ <b>2 Profesores:</b> 2 inodoro + 2 lavadero				
<b>Módulo de SS.HH. 12 + 2 bat:</b> ➤ <b>12 Alumnos:</b> (Hombres: 6 inodoros + 1 urinario corrido; Mujeres: 6 inodoros + 1 lavadero corrido) + 1 lavadero corrido exterior ➤ <b>2 Profesores:</b> 2 inodoro + 2 lavadero	70.22	2,000	140,440	
<b>Escalera de 2 tramos</b> Incluye circulación + muros + techado	66.12	1,175	77,691	

Nota:

Las aulas comunes de los módulos OINFE son de 56m<sup>2</sup> de área neta, según modulación y diseño de OINFE, las características constructivas del módulo denominado sistema 780 consiste en infraestructura clasificada por la Norma sismoresistente E-030 como tipo A.

Los costos indicados anteriormente fueron proporcionados por OINFE, en base a su Unidad de Costos vigentes a marzo 2011.

**Especificaciones técnicas del sistema 780**  
**(Clasificada por la norma sismo resistente como infraestructura tipo A)**

Detalle	Especificaciones
Cimentación y sobrecimiento	Zapatillas corridas de concreto armado, sistemas de placas y apuntalado de concreto armado
Columnas y vigas	Concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Muros y tabiques	Albañilería confinada de ladrillo de arcilla
Pisos	Piso terrazo en loseta veneciana en aulas y cemento pulido en corredores y pasillos
	Enchapes de cerámico (zócalo): servicios higiénicos y laboratorios
Puertas y ventanas	Puertas de madera de cedro y ventanas de fierro
Techo	Losa aligerada
Cobertura	Ladrillo pastelero asentado con torta de barro.
Instalaciones eléctricas y sanitarias empotradas	Empotradas

Fuente: OINFE - MINEDU

**Obras exteriores é infraestructura para servicios, recreación y deportes (Incluye gastos generales, utilidad e IGV)**

Descripción	Unid.	Metrado	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Cerco perimétrico caravista h=3.05 m	m	1	850	
Cerco perimétrico tarrajado h=3.05 m	m	1	900	
Cisterna (15 m3) - tanque elevado (5m3)	u	1	87,000	
Cisterna (06 m3) - tanque elevado (3m3)	u	1	42,000	
Losa deportiva (18x30) f'c 175 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	540	135	72,900
Patios, veredas y rampas f'c 175 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	540	125	67,500
Gradas armadas de concreto 175kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1	285	
Gradería de 03 niveles	m	1	1,300	
Asta de bandera	u	1	1,650	
Juegos infantiles (04 juegos)	kit	1	8,500	
Pircas (de h=1.00m a h=1,40m)	m	1	450	
Muro de contención (h=1.90m)	m	1	1,750	
Muro de contención (h=3,00m)	m	1	2,800	
Demolición de edificación de concreto con cobertura de losa aligerada - incluye pisos	m <sup>2</sup>	1.00	90.00	
Demolición de edificación de concreto con cobertura de canalones - incluye demolición	m <sup>2</sup>	1.00	70.00	
Demolición de edificación de adobe - incluye	m <sup>2</sup>	1.00	60.00	
Demolición de cerco de ladrillo	m	1.00	85.00	
Demolición de patios y veredas	m <sup>2</sup>	1.00	15.00	

Nota:

Es Indispensable que para el cálculo del costo de los proyectos, se adicione al costo de los módulos, el costo de las obras exteriores, movimiento de tierras, redes sanitarias, redes eléctricas, cerco, portada de ingreso, muros de contención, etc. (Los costos referenciales incluyen Gastos Generales + Utilidad e IGV) -Area de Costos y Presupuestos-OINFE.

Los costos indicados anteriormente fueron proporcionados por OINFE, en base a su Unidad de Costos vigentes a marzo 2011.

**2.2.14. COSTOS DE EQUIPAMIENTO (MOBILIARIO Y EQUIPOS DE CÓMPUTO), A  
 PRECIOS DE MERCADO**

**Módulos de mobiliario diseñado por OINFE y equipos de cómputo**

Nivel educativo	Módulo de aula común	Costo unitario S/.	Costo por aula (S/.)
<b>INICIAL</b> (aulas de 25 alumnos)	5 ó 6 módulos: 1 mesa + 5 sillas	204	<b>1,674</b>
	Mobiliario profesor 1 Mesa + 1 Silla	450	
<b>PRIMARIA</b> (aulas de 35 alumnos)	35 módulos 1 Mesa + 1 Silla	130	<b>5,000</b>
	Mobiliario profesor 1 Mesa + Silla	450	
<b>SECUNDARIA</b> (aulas de 35 alumnos)	35 módulos 1 Mesa + 1 Silla	150	<b>5,700</b>
	Mobiliario profesor Mesa + Silla	450	
Nivel educativo	Módulo de aula de computo	Costo unitario (S/.)	Costo por aula de cómputo (S/.)
<b>PRIMARIA / SECUNDARIA</b> (aulas de 35 alumnos)	35 módulos 1 Mesa + 1 Silla	310	153,000
	Mobiliario profesor 1 Mesa + 1 Silla	310	
	Computadora para Educación para el Trabajo (36 Unidades) 2	3,940	

Nota:

El costo de las computadoras considera costos de licencias, garantías extendidas y mantenimiento de equipos por el proveedor, siendo el costo referencial.

Los costos indicados anteriormente fueron proporcionados por OINFE, en base a su Unidad de Costos vigentes a marzo 2011.

<sup>2</sup> Solo para fines de actividades de educación para el Trabajo. El MED está implementando los Centros de Recursos Tecnológicos y Centros de Carga (CRT+CC) para todo el nivel de Primaria y Secundaria.

## 2.2.15. CENTROS DE RECURSOS TECNOLOGICOS (CRT)

### Ambientes Pedagógicos: Primaria y Secundaria (Capacidad 35 alumnos)

Nivel Educativo	Ambientes			Costos a precios de mercado	
	Capacidad	Descripción	Área Neta (m <sup>2</sup> )	Costo Unitario S/.	Costo por I.E. (S/.)
Cuando el N° de alumnos < 100	30 alumnos	CRT 7 m x 6 m	42 m <sup>2</sup>	991	41,622
Cuando el N° de alumnos > 100	35 alumnos	CRT 8 m x 8 m	64 m <sup>2</sup>	991	71,154
		Centro de Carga 3.0 m x 2.6 m	7.8 m <sup>2</sup>		

Fuente: Información Preliminar /DIGETE

Los costos indicados anteriormente corresponden a mayo 2011.

### Módulos de Mobiliario

Nivel Educativo	Descripción	Costos a precios de mercado	
		Costo Unitario S/.	Costo por I.E. (S/.)
Cuando el N° de alumnos < 100	15 módulos de computadora + 30 sillas	350	12,750
	1 pupitre + 1 silla	500	
Cuando el N° de alumnos > 100	18 módulos de computadora + 36 sillas	350	12,750
	1 pupitre + 1 silla	500	

Fuente: Información Preliminar/DIGETE

Los costos indicados anteriormente corresponden a mayo 2011.

### Equipamiento

Nivel Educativo	Descripción	Costos a precios de mercado	
		Costo Unitario S/.	Costo por I.E. (S/.)
Cuando el N° de alumnos < 100	Una cantidad de netbooks igual al máximo de alumnos por aula en el plantel	US/ 180.00	Variable
Cuando el N° de alumnos > 100	Estación de trabajo con función de servidor 01 access point	S/. 1,500.00	24,802
		S/. 600.00	

Nivel Educativo	Descripción	Costos a precios de mercado	
		Costo Unitario S/.	Costo por I.E. (S/.)
	01 AVR	S/. 150	
	01 Laptop	S/. 1600.00	
	01 Proyector	S/. 1,800.00	
	38 Netbooks	US/ 180.00	

Fuente: Información Preliminar/DIGETE

Los costos indicados anteriormente corresponden a mayo 2011.

### III. SECTOR ENERGÍA

#### 3.1. NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Nombre	Norma
Especificaciones técnicas de montaje de líneas y redes primarias para electrificación rural	R.D. N° 016-2003-EM-DGE
Alumbrado de vías públicas en áreas rurales	R.D. N° 017-2003-EM-DGE
Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural	R.D. N° 018-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas de obras civiles para subestaciones para electrificación rural	R.D. N° 019-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas de montaje de redes secundarias con conductor autoportante para electrificación rural	R.D. N° 020-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas de montaje electromecánico de subestaciones para electrificación rural	R.D. N° 021-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes secundarias para electrificación rural	R.D. N° 023-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias para electrificación rural	R.D. N° 024-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de redes secundarias para electrificación rural	R.D. N° 025-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de líneas y redes primarias para electrificación rural	R.D. N° 026-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de subestaciones para electrificación rural	R.D. N° 027-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas para los estudios de geología y geotecnia para electroductos para electrificación rural	R.D. N° 029-2003-EM-DGE
Especificaciones técnicas para levantamientos topográficos para electrificación rural	R.D. N° 030-2003-EM-DGE
Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural	R.D. N° 031-2003-EM-DGE

Nombre	Norma
Contenido mínimo de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para ejecución de proyectos de electrificación rural	D.S. N° 011-2009-EM

NOTA: estas normas pueden ubicarse en:  
[http://dger.minem.gob.pe/Transparencia\\_NormasTécnicas.aspx](http://dger.minem.gob.pe/Transparencia_NormasTécnicas.aspx)

### 3.2. PARÁMETROS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Información útil para:	Fuente de Información
<b>ASPECTOS GENERALES</b>	
Marco conceptual para la formulación de proyectos de electrificación rural	<a href="#">Ley N° 28749 - Ley General de Electrificación Rural</a>
Marco conceptual para la formulación de proyectos de electrificación rural	<a href="#">D.S. N° 025-2007-EM Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural</a>
Marco legal para las concesiones eléctricas.	<a href="#">Ley de Concesiones Eléctricas</a>
Marco de referencia - Lineamientos de política	<a href="#">Plan Nacional de Electrificación Rural 2011-2020</a>
Marco de referencia - Lineamientos de política	<a href="#">Estrategia Nacional de Desarrollo Rural</a>
<b>IDENTIFICACION- DIAGNOSTICO</b>	
Diagnóstico de involucrados- información de cobertura eléctrica en América latina y el Caribe, coeficientes de electrificación rural a nivel, nacional y departamental	<a href="#">Cobertura Eléctrica</a>
Diagnóstico de involucrados- información del índice de pobreza por departamentos.	<a href="#">Índice de Pobreza</a>
Diagnóstico de involucrados- Información de las potencialidades productivas a nivel nacional - trabajo del Banco Mundial.	<a href="#">Potencialidades Productivas</a>
Diagnóstico de involucrados- información sobre los indicadores sociales del INEI.	<a href="#">Indicadores Sociales</a>
<b>FORMULACION</b>	
Información detallada para la determinación de costos en proyectos de electrificación rural.	<a href="#">Valor Referencial</a>
	<a href="#">Indicadores Referenciales</a>
	<a href="#">Parámetros de Diseño</a>

Fuente: DGER

Página: [http://dger.minem.gob.pe/Transparencia\\_ParametrosSNIP.aspx](http://dger.minem.gob.pe/Transparencia_ParametrosSNIP.aspx)

#### IV. SECTOR JUSTICIA

##### 4.1. PARÁMETROS PARA PROYECTOS DE JUSTICIA

###### Estándares de carga procesal por especialidad

Nombre del parámetro	Valor	Norma/Estudio
Estándares de carga procesal por especialidad en Juzgados Penales.	450 expedientes	Resolución Administrativa N° 108-CME-PJ del 28 de mayo de 1996
Estándares de carga procesal por especialidad en Juzgados civiles	880 expedientes	
Estándares de carga procesal por especialidad en Juzgados laborales	650 expedientes	
Estándares de carga procesal por especialidad en Juzgados de Familia, Mixtos y Paz Letrados	1000 expedientes	

#### V. SECTOR SALUD

##### 5.1. NORMAS TÉCNICAS DE SALUD

###### 5.1.1. NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.

Descripción	Norma / Estudio
EE.SS. y servicios médicos de apoyo	Reglamento de Establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, DS N° 013-2006, RM N° 255-2008-MINSA y RM N° 537-2008/MINSA
Categorías de Establecimientos del Sector Salud	Norma Técnica N° 021-MINSA DGSP/V.01 Categorías de Establecimientos del Sector Salud, aprobada mediante R.M. N° 914-2010/MINSA (17.Nov.2010)
Señalización de seguridad	Norma Técnica de Salud N° 037-MINSA/OGDN-V.01, para Señalización de Seguridad de los Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo, R.M. N° 897-2005/MINSA
Estándares de seguridad de infraestructura	Estándares mínimos de seguridad para construcción, ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgos en los Establecimientos de Salud y servicios médicos de apoyo”, R.M. N° 335-2005/MINSA
Manejo de residuos sólidos hospitalarios	Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios, R.M. N° 217- 2004/MINSA
Control de Tuberculosis	Norma Técnica de Salud para el control del a tuberculosis, R.M. N° 383-2006/MINSA. RM N° 178-2011-MINSA Aprueba documento técnico “Definiciones Operacionales y criterios de Programación de los Programas estratégicos: Articulado Nutricional, salud Materno Neonatal, Enfermedades Metaxénicas y Zoonosis, Enfermedades No transmisibles, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH – Sida y Prevención y Control del Cáncer.

Descripción	Norma / Estudio
Cadena de frío	Norma Técnica de Salud para el manejo de la cadena de frío en las inmunizaciones, R.M. N° 600-2007/MINSA
Elementos de apoyo a personas con discapacidad	Norma Técnica para diseño de elementos de apoyo para personas discapacitadas, R.M. N° 072-1999-SA/DM
Atención a poblaciones excluidas y dispersas	Norma Técnica de Salud de los Equipos de Atención Integral de Salud a Poblaciones Excluidas y Dispersas, R.M. N° 478- 2009/MINSA
Infraestructura y equipamiento de EE.SS.	Normas Técnicas de Salud para proyectos de arquitectura y equipamiento y mobiliario estable para primer nivel de atención, R.M. N° 970-2005/MINSA
	Decreto Supremo N° 009-2010-SA aprueba la Política Nacional de Hospitales Seguros frente a los Desastres” Índice de Seguridad Hospitalaria OPS/OMS.
	Índice de Seguridad Hospitalaria para establecimientos de mediana y baja complejidad OPS/OMS.
	Norma Técnica para proyectos de arquitectura hospitalaria, R.M. N° 482-1996-SA/DM
	Listado de equipos biomédicos básicos para establecimientos de salud, R.M. N° 588-2005/MINSA Y RM 895-2006/MINSA
Funciones obstétricas y neonatales en EE.SS.	Directiva para la evaluación de las funciones obstétricas y neonatales en los establecimientos de salud, R.M. N° 1001- 2005/MINSA.
	RM N° 178-2011-MINSA Aprueba documento técnico “Definiciones Operacionales y criterios de Programación de los Programas estratégicos: Articulado Nutricional, salud Materno Neonatal, Enfermedades Metaxénicas y Zoonosis, Enfermedades No transmisibles, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH – Sida y Prevención y Control del Cáncer.
UPS Patología Clínica	Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Servicios de Patología Clínica, R.M. N° 627-2008/MINSA
UPS Centro Quirúrgico	Norma Técnica de Salud N° 030 MINSA/DGSP V.01 Norma Técnica de los Servicios de Anestesiología , R.M. N° 486-2005 /MINSA
	RM N°022-2011, que aprueba la NTS N° 089:MINSA-DGSP V.01. Guía Técnica para proyectos de arquitectura y equipamiento de unidades de Centro Quirúrgico y Cirugía, R.M. N° 065-2001- SA/DM
UPS Emergencia	Norma Técnica para proyectos de Arquitectura y equipamiento de las unidades de emergencia de establecimientos de salud, R.M. N° 064-2001-SA/DM
	Norma Técnica de Salud de los servicios de emergencia. , R.M. N° 386-2006/MINSA
UPS Diagnostico por Imágenes	<b>PREPUBLICACION</b> Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Servicios de Diagnóstico por imágenes, R.M. N° 217-2010/MINSA
UPS Hemoterapia	Normas Técnicas para Proyecto de Arquitectura y Equipamiento de Centros Hemodadores, R.M. N° 307-99-SA/DM

Descripción	Norma / Estudio
	Autorización Sanitaria Centros Hemodadores - NT 011/MINSA/DGSP/V.01, R.M. N° 1191-2006-MINSA
UPS Hemodiálisis	Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Servicios de Hemodiálisis, R.M. N° 845-2007/MINSA
UPS UCI	Norma técnica para UCI y servicios de cuidados intensivos intermedios, R.M. N° 489-2005/MINSA
UPS Rehabilitación	Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Servicios de Medicina de Rehabilitación, R.M. N° 308-2009/MINSA
UPS Medicina Nuclear	Norma Técnica de Salud de la Unidad productora de Servicios de Tratamiento del Dolor, R.M. N° 1013-2007/MINSA
UPS Trasplante de órganos	Norma Técnica de Salud para la Acreditación de Establecimientos de Salud Donadores - Trasplantadores, R.M. N° 999-2007/MINSA
Sistema de Referencia	Norma Técnica del sistema de Referencia y Contrareferencia de los establecimientos de salud, R.M. N° 751-2004/MINSA
	Norma Técnica de Salud para Transporte Asistido de pacientes por vía aérea Ambulancias Aéreas, R.M. N° 336-2008/MINSA
	Norma Técnica de Salud para Transporte Asistido de pacientes por vía acuática, R.M. N° 337-2008/MINSA
	Normas técnicas de Salud para el transporte asistido de pacientes por vía terrestre, R.M. N° 953-2006/MINSA

### 5.1.2. NORMAS TÉCNICAS DE ESTRATEGIAS PRIORIZADAS

Estrategia	Norma Técnica
Control de crecimiento y desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RM N° 990-2010/MINSA, aprueba NTS N° 087-MINSA/DGSP V.01-</li> <li>- RM N° 178-2011-MINSA Aprueba documento técnico “Definiciones Operacionales y criterios de Programación de los Programas estratégicos: Articulado Nutricional, salud Materno Neonatal, Enfermedades Metaxénicas y Zoonosis, Enfermedades No transmisibles, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH – Sida y Prevención y Control del Cáncer.</li> </ul>
Atención prenatal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N.T.S. N° 063-MINSA/DGSP V.011 Norma Técnica de Salud para la implementación del listado priorizado de intervenciones sanitarias garantizadas para la reducción de la desnutrición crónica infantil y salud materno neonatal, aprobada mediante R.M. N° 193-2008/MINSA.</li> <li>- RM N° 178-2011-MINSA Aprueba documento técnico “Definiciones Operacionales y criterios de Programación de los Programas estratégicos: Articulado Nutricional, salud Materno Neonatal, Enfermedades Metaxénicas y Zoonosis, Enfermedades No transmisibles, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH – Sida y Prevención y Control del Cáncer.</li> </ul>
Inmunizaciones	- RM N° 070-2011-MINSA aprueba NTS N° 080-MINSA/DGSP V.01

Estrategia	Norma Técnica
	RM N° 178-2011-MINSA Aprueba documento técnico “Definiciones Operacionales y criterios de Programación de los Programas estratégicos: Articulado Nutricional, salud Materno Neonatal, Enfermedades Metaxénicas y Zoonosis, Enfermedades No trasmisibles, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH – Sida y Prevención y Control del Cáncer.

## 5.2. ESTÁNDARES TÉCNICOS

### 5.2.1. ESTANDARES TÉCNICOS DE PROGRAMACIÓN – CONSULTA EXTERNA

Indicador	Fórmulas de cálculo	Estándar
Utilización de los Consultorios	$\frac{\text{Número de Consultorios Médicos Funcionales}}{\text{Nº de Consultorios Médicos Físicos}}$	2
Concentración de Consultas	$\frac{\text{Nº Total de Consultas Médicas Acumuladas de Enero a cualquier período}}{\text{Nº Total de Consultantes Acumulados de Enero a cualquier período}}$	Niveles I y II: 3.5 Nivel III: 4 a 5
Rendimiento Hora Médico	$\frac{\text{Número de Consultas Médicas}}{\text{Número de Horas Médico Efectivas}}$	Niveles I y II: 5.0 Nivel III: 4.1 a 4.5
Tiempo Promedio de Atención Médica	$\frac{\text{Horas Médicas Efectivas x 60'}}{\text{Número de Consultas Médicas}}$	Niveles I y II: 12' Nivel III: 13' a 15'
Promedio Tiempo Espera para Atención en Consulta Médica	$\frac{\text{Total Tiempo en Minutos de Espera para Atención}}{\text{Total de Pacientes Atendidos hasta el mes de reporte}}$	15 Min
Nº de Análisis por Consulta	$\frac{\text{Nº de Análisis de Laboratorio de Enero al mes del reporte}}{\text{Total de Pacientes Atendidos hasta el mes de reporte}}$	Niveles I y II: 0.05 Nivel III: 0.09 a 0.12
Concentración de Sesiones Odontológicas	$\frac{\text{Nº de Sesiones Odontológicas Acumuladas desde Enero a cualquier período}}{\text{Nº de Consultantes de Odontología Acumulados desde Enero a cualquier período}}$	3
Rendimiento Hora Odontólogo	$\frac{\text{Nº de Sesiones Odontológicas}}{\text{Nº de Horas Odontólogo Efectiva}}$	3

FUENTE: Guía del ASIS

## 5.2.2. ESTANDARES TÉCNICOS DE PROGRAMACIÓN – EMERGENCIA

Indicador	Fórmulas de cálculo	Estándar
Razón de Atenciones Serv. Emergencias por Consultas Médicas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Atenciones de Serv. Emergencia}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Consultas Médicas}}$	Niveles IV y III: (1:5) Nivel I y II: (1:10)
Promedio de Tiempo de Espera en Emergencia para ser Atendido	$\frac{\text{Total Tiempo en Minutos de Espera Según Prioridad}}{\text{Total Pacientes Atendidos Según Prioridad}}$	10 Min Prior II 20 Min Prior III

FUENTE: Guía del ASIS

Nota: Los dos estándares señalados se encuentra en el anexo 1 de la norma técnica de salud de los servicios de emergencia aprobado CON R.M. 386-2006/MINSA.

## 5.2.3. ESTANDARES TÉCNICOS DE PROGRAMACIÓN – HOSPITALIZACIÓN

Indicador	Fórmulas de cálculo	Estándar
Porcentaje de Ocupación de Camas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Pacientes-Día} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ Días Cama disponibles}}$	80-90%
Promedio de Permanencia o Estancia	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Días Estancia de Egresados}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Egresos Hospitalarios}}$	Nivel II: 4 Nivel III: 6 a 9
Intervalo de Sustitución	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Días-Cama} - \text{N}^\circ \text{ de Días-Pacientes}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Egresos Hospitalarios}}$	<1
Rendimiento Cama	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Egresos} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de Camas Disponibles}}$	Nivel II: 6 Nivel III: 3 a 4
	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Total de Egresos}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Camas Disponibles}}$	
Tasa de Cesáreas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Total de Cesáreas} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ Total de Partos}}$	Nivel III: 20% Nivel II: 15%
	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Nacidos vivos en el hospital}}{\text{N}^\circ \text{ Nacidos vivos en el hospital}}$	
Cobertura de partos	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Partos} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ Total de gestantes controladas en PCPP}}$	75%

FUENTE: Guía del ASIS

#### 5.2.4. INDICADORES – UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVO

Indicador	Fórmulas de cálculo	Índice
Porcentaje de Ocupación de Camas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Pacientes-Día UCI} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ Días Cama disponibles en UCI}}$	90%
Promedio de Permanencia o Estancia	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Días Estancia de Egresados de UCI (vivos o fallecidos en un periodo)}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Egresos de UCI (vivos o fallecidos) en el mismo periodo}}$	Nivel III: 5 a 6 Nivel II: 3.5
Intervalo de Sustitución	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Días-Cama} - \text{N}^\circ \text{ de Días-Pacientes}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Egresos UCI}}$	1
Rendimiento Cama	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Egresos} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de Camas Disponibles}}$	Nivel II: 6 Nivel III: 3 a 4
	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Total de Egresos}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Camas Disponibles}}$	

FUENTE: Guía del ASIS

#### 5.2.5. INDICADORES – CENTRO QUIRÚRGICO

Indicador	Fórmulas de cálculo	Indicador
Rendimiento Sala Operaciones	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Operaciones Ejecutadas}}{\text{N}^\circ \text{ Salas Quirúrgicas Operativas}}$	90
Intervalo de Sustitución	$\frac{(\text{Total de horas desde la 1era Intervención Qx. Hasta la salida del último paciente de S. O}) - (\text{Horas Efectivas de uso de Sala})}{\text{N}^\circ \text{ de Pacientes Intervenido}}$	15 Min
Porcentaje de Intervenciones de Emergencia	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Intervenciones de Emergencia} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ Total Intervenciones Quirúrgicas efectuadas}}$	5%
Porcentaje de horas Quirúrgicas Efectivas	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Horas Quirúrgicas Efectivas} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de Horas Quirúrgicas Programadas} + \text{N}^\circ \text{ de Pacientes Intervenido}}$	85%

FUENTE: Guía del ASIS

#### 5.2.6. ESTANDARES TÉCNICOS DE PROGRAMACIÓN – DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

Indicador	Fórmulas de cálculo	Estándar
Promedio de Exámenes Radiológicos / Consulta Externa	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Exámenes Radiológicos solicitados en Consulta Externa}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Consultas}}$	Nivel III: 0.10 Nivel II: 0.09
Promedio de Exámenes Radiológicos por Pacientes-Días	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Exámenes Radiológicos solicitados en Hospitalización}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Pacientes-Días}}$	Nivel III: 0.10 Nivel II: 0.09
Promedio de Exámenes Radiológicos en el Servicio de Emergencia	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Exámenes Radiológicos solicitados en Emergencia}}{(\text{Emergencia} + \text{Urgencia})}$	0.03
	$\frac{\text{Atenciones Emergencia (Emerg. + Urgencia)}}{(\text{Emergencia} + \text{Urgencia})}$	

FUENTE: Guía del ASIS

### 5.2.7. ESTANDARES TÉCNICOS DE PROGRAMACIÓN – REHABILITACIÓN

Indicador	Fórmulas de cálculo	Estándar
Promedio de Análisis de Laboratorio / Consulta Externa	N° de Procedimientos de Rehabilitación N° de Sesiones de Rehabilitación	Nivel III: 3 Nivel II: 2.5

FUENTE: Guía del ASIS

### 5.2.8. ESTANDARES TÉCNICOS DE PROGRAMACIÓN – LABORATORIO

INDICADOR	FÓRMULAS DE CALCULO	ESTANDAR
Promedio de Análisis de Laboratorio / Consulta Externa	Análisis Clínicos solicitados en C. Externa N° Total de Consultas	Nivel III: 1.0 Nivel II: 0.7
Promedio Análisis de Laboratorio en el Servicio de Emergencia	N° de Análisis solicitados en Emergencia (Emergencia+Urgencia) N° Aten. Emergencia (Emergencia+Urgencia)	0.5

FUENTE: Guía del ASIS

## VI. SECTOR SANEAMIENTO

### 6.1. PARÁMETROS DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO

#### Costos per cápita en el área urbana

Componente	Costo per cápita (US\$/Hab.)
Ampliación del servicio de agua potable (costo total)	297
Ampliación de redes y conexiones de agua potable, sin incluir obras primarias	183
Ampliación del servicio de alcantarillado (costo total)	282
Ampliación de redes y conexiones alcantarillado, sin incluir obras primarias	224
Ampliación tratamiento de aguas servidas	109
Rehabilitación sistema agua potable	38
Rehabilitación sistema alcantarillado	15
Costo de pileta	50
Rehabilitación de los servicios de tratamiento de aguas servidas	17
Costo promedio por medidor instalado (incluye caja y accesorios)	75

\* Nota: - Estimación realizada en el año 2009.

- Estos costos per cápita no son líneas de corte, sino son parámetros utilizados para la formulación del PIP y corresponden solo a costos de inversión (no incluye los costos de O & M). Asimismo no incluyen las medidas de reducción de riesgos ni mitigación ambiental.

**Costos per cápita en el área rural según componente**  
 (Poblaciones menores o iguales a 2000 Hab.)

Componente	Costo per cápita (US\$/Hab.)
Sistemas de abastecimiento de agua potable con conexiones	93
Sistemas de saneamiento con letrinas de hoyo seco	27
Costo de pileta	50
Rehabilitación de sistemas de abastecimiento de agua potable con conexiones.	38

\*Nota:

- Estos costos per cápita no son líneas de corte, sino son parámetros utilizados para la formulación del PIP y corresponden solo a costos de inversión (no incluye los costos de O & M). Asimismo no incluyen las medidas de reducción de riesgos ni mitigación ambiental.
- Estimación realizada en el año 2009.

**Parámetros para la elaboración de estudios de preinversión en proyectos de saneamiento básico**

Nombre del parámetro	Valor
Volumen de regulación	25% del promedio de consumo diario
Presión de servicio en la red	De 10 a 50 metros de columna de agua
Factores de variaciones de consumo: Máximo anual de la demanda diaria Máximo anual de la demanda horaria	1.3 1.8 A 2.5
Diámetro mínimo de tuberías en la red de agua potable para uso de viviendas	75 mm
Velocidad máxima en tuberías de agua potable	3 m/s
Diámetro mínimo de tuberías en la red de alcantarillado para uso de viviendas.	100 mm
Caudal de contribución al alcantarillado	80% del consumo promedio de agua

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

[www.urbanistasperu.org/rne/reglamentonacionaldeedificaciones.htm](http://www.urbanistasperu.org/rne/reglamentonacionaldeedificaciones.htm)

**Costos promedio de inversión por habitante por componente de saneamiento rural - Referenciales**

Tipo de letrina	\$US/Hab. (precios de mercado)	Soles/Hab. (precios de mercado)	Factor de corrección precios sociales	Soles/Hab. (precios sociales)	Valor
Letrina de Hoyo seco ventilado	58	160	0,84	134	referencial
Letrina con arrastre hidráulico (con tanque séptico o biodigestor)	208	572	0,84	480	referencial
Letrina compostera (doble cámara)	224	616	0,84	518	referencial

\* Tipo de cambio utilizado: 1 \$US = S/. 2.75 – El cálculo de los costos corresponde al año 2011.

## VII. SECTOR TRANSPORTES

Los siguientes indicadores de costos de inversión y mantenimiento, representan costos referenciales que actualmente están siendo utilizados en el sector transportes para programas de inversión de caminos vecinales y departamentales.

### 7.1 PARÁMETROS PARA PROYECTOS DE CAMINOS VECINALES Y DEPARTAMENTALES

#### Superficie Sin Afirmary (SAF)

Comprende trabajos de rehabilitación a nivel de lastrado con material propio de corte

ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)	ANCHO DE CALZADA (m)	COSTO MÁXIMO REFERENCIAL INVERSIÓN		DESCRIPCIÓN
		COSTA/SIERR	SELVA	
< 15 veh./día	3.50 - 4.00	12.000,00	15.000,00	Rehabilitación a nivel de lastrado con obras de conformación de subrasante, intervenciones mínimas en obras de arte y drenaje (reparación de alcantarillas, badenes, cunetas, pontones).
15 < veh./día <30	3.50 – 5.00	15.000,00	18.000,00	Rehabilitación a nivel de lastrado con intervenciones en puentes hasta 15 más en obras de arte y drenaje (reparación de alcantarillas, badenes, cunetas, pontones).
15 < veh./día <50	3.50 – 6.00	20.000,00	25.000,00	Rehabilitación a nivel de lastrado con intervenciones en puentes hasta 20 más en obras de arte y drenaje (reparación de alcantarillas, badenes, cunetas, pontones).

Fuente: Programa de caminos rurales - PROVIAS Descentralizado – El cálculo de los costos corresponde al año 2010.

SAF: corresponde a una superficie a nivel de lastrado o subrasante mejorada

Nota: Corresponde solo a caminos vecinales.

### Superficie Afirmada (AF)

Comprende trabajos de rehabilitación a nivel de afirmado con material seleccionado de cantera

ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)	ANCHO DE CALZADA (m)	COSTO MÁXIMO REFERENCIAL INVERSIÓN (US\$/Km)		DESCRIPCIÓN
		COSTA /SIERRA	SELVA	
< 20 veh./día	3.50 - 4.00	15.000,00	20.000,00	Comprende trabajos de recuperación de transitabilidad a nivel de afirmado, rehabilitación de los sistemas de drenaje, señalización y obras de arte menores, sin intervención en la geometría de la vía.
20 < veh./día < 40	3.50 - 4.00	20.000,00	25.000,00	
40 < veh./día < 60	3.50 - 5.50	25.000,00	35.000,00	Rehabilitación a nivel de afirmado de 0,20 - 0,30 m, para carretera de tercer orden (IMD <200), obras de arte significativas, y ampliación de plataforma en zonas críticas.
60 < veh./día < 80	3.50 - 5.50	35.000,00	50.000,00	
80 < veh./día < 100	3.50 - 5.50	50.000,00	65.000,00	
100 < veh./día < 150	3.50 - 5.50	65.000,00	100.000,00	
150 < veh./día < 200	3.50 - 5.50	100.000,00	125.000,00	

Fuente: Programa de Caminos Departamentales – PCD.

\* Nota: Corresponde a caminos vecinales y departamentales - El cálculo de los costos corresponde al año 2010.

### Superficie Afirmada (AF)

Mejoramiento del estándar de la superficie de rodadura, construcción de sistemas de drenaje, mejoras de la geometría, obras de arte y señalización

ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)	ANCHO DE CALZADA (m)	COSTO MÁXIMO REFERENCIAL INVERSIÓN (US\$/Km)		DESCRIPCIÓN
		COSTA/SIERRA	SELVA	
< 50 Veh./Día	3.50 - 4.50	45.000,00	60.000,00	Mejoramiento a nivel de afirmado de 0.20-0.30m, para carretera de Tercer orden (IMD<50), obras de arte significativas, y ampliación de plataforma zonas en críticas a 4.50m., construcción de pontones y alcantarillas de Concreto Armado.
50<Veh/Día < 100	3.50 - 5.50	60.000,00	75.000,00	
100<Veh/Día < 150	3.50 - 5.50	75.000,00	125.000,00	Mejoramiento a nivel de afirmado de 0.30 m, con IMD<150, ampliación de plataforma a 5.50 m, obras de arte y construcción de sistemas de drenaje (alcantarillas TMC, pontones de concreto)
150<Veh/Día < 200	3.50 - 5.50	125.000,00	145.000,00	Mejoramiento a nivel de afirmado de 0.30 m, con IMD<200, ampliación de plataforma a 5.50 m, obras de arte y construcción de sistemas de drenaje significativas, construcción puentes de concreto hasta 20 m.

Fuente: PROVIAS Descentralizado / INADE /Gov. Regionales

\* Nota: Corresponde a caminos vecinales y departamentales - El cálculo de los costos corresponde al año 2010.

**Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000-2010)**

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
P001	Aguas Calientes	0,992382	0,920195	1,068743	1,075160	1,169200	1,184254	0,936857	0,879831	0,867443	1,050135	1,040737	1,010235
P002	Aguas Claras	1,120729	1,160006	1,095403	1,045593	0,973398	0,953971	0,890315	0,923189	1,050493	1,033557	1,008857	0,932598
P003	Ambo	1,035571	1,102719	1,094765	1,028035	1,011158	1,047825	1,020222	0,979908	1,031114	0,982223	0,952948	0,861338
P004	Atico	0,934263	0,764183	1,000100	1,047885	1,162355	1,221341	1,023835	0,999045	1,141732	1,095546	1,105757	0,864690
P005	Ayaviri	1,036650	0,967293	1,509918	1,121253	1,191289	1,173181	0,957975	0,883276	0,880329	0,996700	0,985409	0,865891
P006	Bagua	1,056196	1,109595	1,169597	1,102517	1,074476	1,024215	0,969664	0,949647	0,955497	1,009393	1,038757	0,876256
P007	Bujama	0,619687	0,582335	0,689777	1,018653	1,661345	1,793992	1,366112	1,514720	1,653584	1,297168	1,217959	1,012960
P039	Mocce	0,988368	0,962589	1,015888	1,097568	1,088704	1,041461	1,020978	0,914061	1,042163	1,045342	1,020761	0,906705
P040	Montalvo	0,952951	0,982183	1,081383	1,089070	1,116355	1,120768	0,979418	0,915982	1,020771	1,048732	1,025820	0,868989
P041	Mórrope	0,882757	0,924620	1,070067	1,124741	1,150790	1,169035	0,882586	0,979860	1,183850	1,101693	1,140363	0,785395
P042	Moyobamba	1,178276	1,138916	1,113240	1,051469	1,033499	0,926456	0,937374	0,928181	0,968301	0,971935	0,942950	0,938618
P043	Nazca	0,998482	0,968412	1,029348	1,054918	1,108427	1,123463	0,924936	0,902211	1,026323	1,026347	1,095925	0,896682
P044	Pacanguilla	0,951242	0,972866	1,068221	1,033149	1,067478	1,103852	0,890865	0,949958	1,131137	1,130123	1,126137	0,839516
P045	Pacra	1,110540	1,116333	1,032097	0,874611	1,126100	1,055529	0,916323	0,999696	1,066166	1,025252	1,005852	0,966826
P046	Paita	0,888620	0,846215	0,955639	1,036748	1,152649	1,146220	1,350730	1,066184	1,026845	1,105145	1,089163	0,791592
P047	Pampa Cuéllar	1,049977	0,941641	1,121317	1,130921	1,165483	1,203320	0,967152	0,740558	1,051413	1,022972	1,039633	0,914584
P048	Pampa Galera	1,049449	1,115322	1,189206	1,141811	0,953547	1,044147	0,968588	0,820661	1,029797	1,005944	1,030903	0,927163
P049	Patahuasi	1,154511	0,945466	1,168618	1,091643	1,128276	1,126704	0,924874	0,767332	0,989006	0,952423	1,006260	0,952658
P050	Pedro Ruiz	0,993233	1,029596	1,080265	1,209410	1,101453	1,037956	0,924837	0,913536	0,982339	1,028582	1,004107	0,997269
P051	Piura Sullana	0,920508	0,918587	1,012812	1,067426	1,079278	1,051401	0,996521	0,994501	1,034053	1,082971	1,066464	0,939187
P052	Pomalca	0,769321	0,749243	0,782892	0,831381	0,786013	1,014466	1,793785	0,974946	0,991258	1,017340	1,051915	0,998837
P053	Pomahuanca	0,906348	1,043085	1,080231									
P054	Pozo Redondo	0,918618	0,883502	0,989741	1,057258	1,050785	1,191273	1,046164	1,000733	1,103416	1,048364	1,036116	0,848653
P055	Pucará	0,929663	0,968912	1,081974	1,106895	1,118226	1,060810	0,923353	0,909883	1,036513	1,071227	1,030331	0,937501
P056	Punta Perdida	1,016504	0,741978	1,141825	1,231290	1,206355	1,190819	0,886978	0,597177	1,158515	1,107127	1,283573	1,123881
P057	Quiulla	1,054813	1,085522	1,094876	0,922164	1,007071	1,060803	0,857949	0,958452	1,045872	1,058378	1,023853	0,930233
P058	Ramiro Priale	0,993362	0,998265	1,019429	1,028051	1,032356	1,019612	0,965779	0,941970	1,024400	0,996099	1,016927	0,965203
P059	Rumichaca	1,313437	1,023745	0,995061	0,826767	1,198725	1,183175	0,864668	0,951512	1,214331	1,028613	1,086110	1,047318
P060	Santa Lucía	1,265383	0,949992	1,293140	1,239950	1,301753	1,048459	1,093066	0,840069	1,165849	1,130071	1,155767	0,847905
P061	Saylla	1,012254	0,962672	1,064325	1,292215	1,179586	1,171810	1,045055	0,979378	0,931480	1,056679	1,067440	0,987959
P062	Serpentín de Pasamayo	1,095463	1,007880	1,022644	1,013634	0,978524	0,993843	0,984806	1,037533	1,080017	0,895230	0,886778	0,852263
P063	Sicuyani	0,971417	0,758596	1,068523	1,111396	1,229779	1,311310	1,031490	0,683282	1,384191	1,019804	1,119919	0,978667
P064	Simbila												
P065	Socos	1,208747	1,059142	0,999469	0,877132	1,075259	1,064181	0,972343	0,965082	1,033340	0,996466	1,008091	0,997567
P066	Tambo Grande	0,883966	0,939828	1,044692	1,119472	1,138508	1,082810	1,093651	1,062226	1,074473	0,953255	0,961313	0,829641
P067	Tomasiri	1,040521	1,044316	1,084451	1,073745	1,064572	1,071234	1,333246	0,957206	0,855623	1,033469	1,028658	0,844004
P068	Tunan	1,010867	1,060881	1,108091	0,966025	1,086967	1,037544	0,817707	0,878406	0,969556	0,927743	1,001607	0,880768
P069	Variante de Pasamayo	0,958010	0,941581	0,982048	0,963565	1,072566	1,124447	0,939651	1,019935	1,135207	1,051909	1,075789	0,877645
P070	Variante de Uchumayo	0,806582	0,620889	0,956525	1,121810	1,146576	1,198611	1,096166	1,089260	1,171095	1,233508	1,129518	0,938597

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
P071	Vesique	0,814895	0,841455	0,958830	1,068780	1,118806	1,523528	1,020828	1,066687	1,146105	1,100048	1,096971	0,875895
P072	Virú	0,944645	0,927037	0,998822	1,021412	1,100525	1,062779	0,964774	1,053462	1,140958	1,072133	1,092897	0,861916
P073	Yauca	0,920191	0,837839	1,027747	1,055378	1,212323	1,080176	1,007029	1,015024	1,119397	1,099244	1,177167	0,866008
P074	Zarumilla	1,065796	0,985743	1,057975	1,062092	1,208126	1,037788	0,997303	0,955574	0,976400	0,987004	1,011604	1,555471

Fuente: Unidades Peaje PVN Elaboración: OGPP

### Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
P001	Aguas Calientes	1,152056	0,983990	1,013858	1,017953	1,070015	1,106987	1,066392	0,916331	0,917894	0,969064	0,893941	0,936015
P002	Aguas Claras	1,115155	1,063206	1,013084	1,026083	0,960271	0,922331	0,937617	0,980422	1,028749	1,038681	1,028577	1,013063
P003	Ambo	0,975396	1,001856	0,990894	1,022654	1,064697	1,062693	1,084708	1,012073	1,023322	0,979103	0,967478	0,903952
P004	Atico	1,002637	0,967990	1,001283	1,003859	1,053150	1,101172	1,037379	0,991104	1,041947	1,015129	0,997863	0,893016
P005	Ayaviri	1,111406	1,020008	1,264724	1,017185	1,063508	1,094743	1,004545	0,957472	0,973269	0,988975	0,952043	0,872650
P006	Bagua	1,037192	1,038676	1,064756	1,480583	1,035709	0,969377	0,989694	0,951046	1,010844	1,004341	1,005912	0,935287
P007	Bujama	1,023799	0,990646	1,008912	1,029835	1,062501	1,084767	1,057903	1,020938	1,063802	1,008891	1,009929	1,060760
P008	Camaná	0,987878	0,918781	0,980818	1,024526	1,076158	1,138937	1,059435	0,986145	1,048190	1,025378	1,012327	0,919004
P009	Cancas	1,003327	0,966822	0,999436	1,052351	1,154232	1,039043	1,003725	1,005452	1,017838	1,003000	0,978151	0,923694
P010	Caracoto	1,088225	0,962206	1,025379	1,037511	1,060026	1,058077	1,033234	0,913116	1,006702	0,981624	1,016104	0,935704
P011	Casaraca	1,017211	0,989811	0,972089	1,014503	0,975861	1,016677	1,024040	1,012504	1,055118	1,014133	1,018031	0,969961
P012	Casinchihua	1,228084	1,107520	1,095992	1,081502	1,052918	1,013756	0,956503	0,892909	0,951161	0,933450	0,951626	0,919227
P013	Catac	1,004148	1,032875	1,148238	1,065226	1,068467	0,997205	0,974436	0,926999	0,998365	0,955673	0,978974	0,921448
P014	Cerro de Pasco		1,566990	0,900925	0,978369	1,147177							
P015	Chalhuanca	1,112331	1,074472	1,080783	1,114410	1,118050	0,986149	0,983858	0,938133	0,953677	0,948843	0,983575	0,948397
P016	Chalhuapuzo (El Pedregal)	1,070696	1,105668	1,127595	1,025655	0,950560	0,942942	0,920036	0,948340	0,981226	0,956729	1,027332	1,008267
P017	Chicama	0,995423	0,990930	1,050979	1,071837	1,069606	1,027862	0,998617	0,971290	1,014403	1,045753	1,027710	0,936320
P018	Chilca	0,924254	0,893745	0,965260	1,010401	1,138275	1,170316	1,112000	1,104425	1,085696	1,019542	1,000055	0,947991
P019	Chullqui	0,968934	1,020285	1,016843	1,072139	1,119779	1,066516	1,079471	0,974897	0,974932	0,946290	0,932717	0,873061
P020	Chulucanas	0,999638	1,010383	1,157890	1,160212	1,091797	1,031974	0,991163	0,942327	0,967505	0,969838	0,956877	0,879145
P021	Ciudad de Dios	1,008812	0,960739	1,080950	1,057941	1,106456	1,087975	1,097579	0,958345	0,940683	0,943467	0,968021	0,974525
P022	Corcona	1,051301	1,018810	1,012837	0,949320	0,967974	1,005690	1,066033	0,989782	1,044532	1,011459	1,034433	0,977987
P023	Cruce Bayóvar	0,937815	0,951394	1,025536	1,141136	1,061117	1,037478	1,013926	0,996825	1,027720	1,051864	1,039579	0,923090
P024	Cuculí	0,950059	0,984751	1,402962	1,517595	1,246496	0,969531	1,009785	1,004337	0,920463	0,986391	0,907746	0,880555
P025	Desvío Olmos	1,017454	1,033046	1,049123	2,271120	1,097925	1,035464	0,990143	0,934863	0,987011	0,981228	0,964788	0,990910
P026	Desvío Talara	1,048883	1,003056	1,019170	1,030528	1,033714	1,021900	1,026971	1,017993	1,042366	0,992930	0,957055	0,895397
P027	El Fiscal	1,038485	0,906822	1,083871	1,080024	1,066607	1,184776	1,103372	1,061418	1,105289	1,083050	1,068755	0,950544

Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública  
Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01  
Anexo SNIP 09 V1.1

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
P028	El Paraíso	0,973067	0,994277	1,057835	1,057798	1,059652	1,044482	1,006399	1,002848	1,044331	0,992956	0,977690	0,881354
P029	Huacrapuquío	1,152575	1,115503	1,029777	1,001784	0,947483	0,960152	0,961270	0,955024	0,957631	0,972342	1,050900	0,991492
P030	Huarmey	0,933535	0,942690	1,010130	1,088803	1,123693	1,087517	1,029852	1,007590	1,065906	1,008860	1,010062	0,894778
P031	Huillque	1,078885	1,082401	1,122024	1,134512	1,072256	0,904700	0,988543	0,962398	0,960562	0,968604	0,946657	0,927700
P032	Ica	1,024076	1,011173	1,029908	1,022044	1,068010	1,079791	1,043697	1,002446	0,991907	0,944277	0,997216	0,891610
P033	Ilave	1,098290	1,036475	1,042219	1,643594	1,074546	1,072822	0,974334	0,861489	1,014579	0,989874	0,999383	0,886819
P034	Ilo	1,014983	0,977024	0,976785	1,069421	1,036196	1,093447	1,019384	1,045911	0,991919	1,027302	0,989154	0,883206
P035	Jahuay Chincha	1,044326	1,016959	1,028146	1,000172	1,035235	1,059892	1,016620	1,004540	1,012376	0,970028	1,011518	0,897131
P036	Lunahuaná	1,117705	1,074653	1,072419	1,064922	0,861465	1,070093	1,031545	1,036390	0,998830	0,907237	0,935730	1,045576
P037	Marcona	1,049281	0,999218	0,968928	1,065838	1,084418	1,012221	1,025558	1,108298	0,974742	0,978969	0,932855	1,025148
P038	Matarani	0,844686	0,760509	0,932370	1,136254	1,155390	1,188635	1,161362	1,144690	1,132786	1,090607	1,133596	1,338546
P039	Mocce	0,999739	1,029667	1,110047	1,122763	1,035493	0,963260	0,993512	0,915971	1,082418	1,019173	1,003934	0,917786
P040	Montalvo	1,018973	0,986837	1,004121	1,020575	1,025752	1,081602	1,033640	0,996394	1,049480	1,025485	1,010318	0,880087
P041	Mórrope	0,949054	0,951983	1,014531	1,078873	1,068757	1,029589	1,013005	0,994290	1,043866	1,056761	1,045365	0,906838
P042	Moyobamba	1,100681	0,996518	1,015998	1,076312	1,055468	0,988711	0,990681	0,944552	0,961954	0,980645	0,964170	0,987785
P043	Nazca	0,956162	1,083271	1,105598	1,098732	1,134869	1,145323	1,086919	1,031972	1,094248	1,058282	1,052412	0,971032
P044	Pacanguilla	0,949198	0,953274	1,018721	1,338946	1,173096	1,019806	0,993534	0,963591	1,027556	1,056321	1,032569	0,924794
P045	Pacra	1,118314	1,067730	1,065327	0,948125	0,990753	0,959127	0,958425	0,980288	1,021957	1,005330	1,031313	0,976288
P046	Paita	1,018951	0,952383	0,942930	1,041141	1,032175	1,028817	1,379026	1,027868	0,995480	1,018765	0,990450	0,904840
P047	Pampa Cuéllar	1,112577	1,075219	1,080287	1,072265	1,018126	1,112320	0,965437	0,914365	1,024142	0,999119	0,963115	0,886168
P048	Pampa Galera	1,104728	1,114355	1,130416	1,078073	0,945893	1,034742	1,067603	0,916792	0,963632	0,943888	0,936628	0,941910
P049	Patahuasi	1,089206	1,044719	1,059195	1,025297	1,062170	1,085018	1,026730	0,916007	0,971307	0,926516	0,941959	0,945931
P050	Pedro Ruiz	1,003620	0,964426	1,013598	3,570378	1,043144	1,114995	0,956615	0,944312	0,988379	1,017231	0,987071	1,136902
P051	Piura Sullana	0,971908	0,945697	1,017677	1,050156	1,041486	0,998695	0,991567	1,005043	1,029725	1,076486	1,047890	0,961201
P052	Pomalca	1,028688	0,984591	0,915422	0,911452	0,875076	0,853631	1,121234	1,174516	1,012305	0,999812	1,069298	1,056931
P053	Pomahuana	0,979519	1,011112	1,012354									
P054	Pozo Redondo	0,965093	0,959281	1,000901	1,017464	0,993529	1,123378	1,026023	0,989466	1,049956	1,021359	1,014444	0,935085
P055	Pucará	1,067441	1,057953	1,116125	1,051319	1,066838	1,004507	0,951360	0,946114	0,972668	1,003390	0,970048	0,959383
P056	Punta Perdida	1,123175	0,974032	1,114108	1,100241	1,054507	1,150030	0,912521	0,824565	0,999358	0,996328	1,036562	1,009794
P057	Quiulla	1,094620	1,028769	0,994728	0,898368	0,932131	0,980860	0,969740	1,010022	1,032476	1,041747	1,038144	1,036301
P058	Ramiro Prialé	1,292422	0,939355	0,907594	1,086915	1,034067	0,973959	1,026707	0,935233	0,971744	0,907958	0,997630	1,055491
P059	Rumichaca	1,162753	1,022717	1,033297	0,941196	0,983642	0,934395	0,918484	0,947720	1,154767	0,990122	1,044174	1,052340
P060	Santa Lucía	1,089248	1,031527	1,091317	1,097922	1,103856	0,987479	1,049061	0,923008	0,988300	0,979695	0,951238	0,898871
P061	Saylla	1,033154	1,002258	1,048227	1,197009	1,087123	1,085906	1,026910	0,967106	0,969674	0,996550	0,959322	0,913599
P062	Serpentín de Pasamayo	0,984569	1,000589	1,044372	1,053622	1,046078	1,026596	1,012132	1,011370	1,030776	0,984974	0,975315	0,911831
P063	Sicuyani	1,062581	0,970722	1,036539	1,034068	1,039184	1,279381	1,026615	0,894581	1,453616	0,980164	0,945178	0,905259
P064	Simbila												
P065	Socos	1,146400	1,017059	1,019566	0,938151	0,980499	0,950679	0,981700	0,975897	1,036117	1,011057	1,063374	1,020175

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
P066	Tambo Grande	0,679286	0,793920	1,111716	1,336768	1,248861	1,105966	1,196294	1,225046	1,254410	1,069327	1,005585	0,729283
P067	Tomasiri	1,028449	0,994837	1,008505	1,027927	1,032552	1,091474	1,378336	0,981490	0,928631	1,005755	1,004334	0,878170
P068	Tunan	0,931964	1,004743	1,110132	1,079956	1,030331	0,962541	0,954718	0,958826	0,934054	0,903903	0,924840	0,848276
P069	Variante de Pasamayo	1,547650	1,297654	1,613231	1,442094	1,176629	1,026730	0,966506	0,998111	1,022116	0,857908	0,931199	0,984059
P070	Variante de Uchumayo	0,991809	0,957938	1,049206	1,109913	1,136320	0,982197	1,096105	1,041322	1,076587	1,025323	1,035436	0,976793
P071	Vesique	0,935848	0,938301	0,989097	1,093545	1,098104	1,454017	1,045259	1,008173	1,062021	1,020666	0,998231	0,906764
P072	Virú	0,965911	0,947022	1,001504	1,074519	1,095366	1,012392	1,042734	1,006210	6,945909	0,999724	0,998837	0,906233
P073	Yauca	1,028696	0,991589	1,031376	1,028534	1,081314	1,020634	1,048597	0,993168	1,040947	1,005764	0,996853	0,892818
P074	Zarumilla	0,951598	0,871844	0,961710	0,977700	1,136449	0,959047	0,988594	1,046416	1,012343	1,085088	1,196038	1,754950

Fuente: Unidades Peaje PVN\_OGPP

Elaboración: OGPP

### Mantenimiento de Caminos Vecinales (Esto NO es Proyecto de Inversión Pública)

Tipo de mantenimiento	Costo referencial (\$ / km)
Mantenimiento Rutinario	2.288,12
Mantenimiento Periódico cada 3 años	3.449,96

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Dic. 2010 (Costa)

### Mejoramiento de caminos de herradura

Tipo de intervención	Costo referencial máximo (\$ / Km)
Mejoramiento de caminos de herradura	2.500,00

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Nota: Los datos están en proceso de actualización.

### Mantenimiento de Caminos Departamentales (Esto NO es Proyecto de Inversión Pública)

Índice medio diario (IMD)	Mantenimiento rutinario (\$/km)	Perfilados		Mantenimiento periódico	
		(\$/Km.)	Frec/Año	(\$/Km.)	C/Año
< 50 veh./día	800	600	0,5	3100- 7400	4
51 > veh./día <150	1000	600	1	3100 - 5000	3
> 150 veh./día	1500	600	1,5	4700 - 7400	3

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Nota: Los datos están en proceso de actualización.

ANEXO 02 Para OTTA SEAL tenemos lo siguiente:

## A) CUADRO DE RESUMEN DE ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

	<b>SERVICIO DE CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: SANTA - YURACMARCA - SIHUAS - HUACROCHUCO - SAN PEDRO DE CHONTA - UCHIZA - EMP. PE-5N Y PUENTE HUAROCHIRI - HUALLANCA - MOLINOPAMPA</b>
---	---

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TRAMO :	PTE. HUAROCHIRI - SIHUAS
CANTERA :	KM 0+085
ENSAYOS :	DE MATERIAL ZARANDEADO PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL OTTA SEAL

### RESUMEN DE ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD MATERIAL ZARANDEADO PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL OTTA SEAL

CALICATA N°	Fecha	Cantera KM	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz											LL	IP	Clasificación	
			3/4"	5/8"	No 530	3/8"	No 265	No 4	No 10	No 16	No 40	No 100	No 200			AASHTO	SUCS
M-1	19-06-14	0+085	100.0	96.0	88.7	62.6	41.4	24.4	6.0	4.0	3.0	2.3	1.7	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-2	20-06-14	0+085	100.0	93.3	84.8	63.4	42.8	27.8	7.6	4.9	3.6	2.7	2.0	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-3	21-06-14	0+085	100.0	99.1	94.8	71.0	44.5	25.8	14.0	6.1	4.0	2.8	1.8	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-4	23-06-14	0+085	100.0	98.9	89.7	64.4	41.9	25.3	14.6	6.7	4.2	2.2	1.6	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-5	24-06-14	0+085	101.0	98.9	91.5	73.0	46.4	25.0	13.9	6.7	4.0	2.0	1.5	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-6	25-06-14	0+085	102.0	97.1	86.5	67.0	48.7	36.1	14.7	10.0	5.2	2.1	1.4	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-7	26-06-14	0+085	103.0	94.7	86.3	61.7	40.1	25.6	6.4	4.3	3.1	1.8	1.4	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP
M-8	27-06-14	0+085	104.0	98.5	92.6	68.6	48.5	27.4	15.3	7.2	4.6	2.5	1.4	N.P	N.P	A-1-a(0)	GP

ESPECIFICACIONES																	
NUMERO DE ENSAYOS	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	
SUMA DE VALORES	810	777	715	532	354	217	93	50	32	18	13	-	-	-	-		
PROMEDIO	101.3	97.1	89.4	66.46	44.3	27.18	11.56	6.24	3.96	2.30	1.60	-	-	-	-		
DESV ESTANDAR	1.6	2.2	3.5	4.1	3.3	3.8	4.1	1.9	0.7	0.3	0.2	-	-	A-1-a(0)	GP		
VARIANZA	2.5	4.8	11.9	17.1	10.8	14.3	16.8	3.7	0.5	0.1	0.0	-	-	-	-		
COEF. DE VARIACION	1.6	2.3	3.9	6.2	7.4	13.9	35.5	30.9	18.6	15.1	13.8	-	-	-	-		
VALORES MIN	100.0	93.3	84.8	61.7	40.1	24.4	6.0	4.0	3.0	1.8	1.4	-	-	-	-		
VALORES MAX	104.0	99.1	94.8	73.0	48.7	36.1	15.3	10.0	5.2	2.8	2.0	-	-	-	-		

## B) CUADRO DE CONTROL DE TASAS EN COLOCACION DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL

	<b>SERVICIO DE CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: SANTA - YURACMARCA - SIHUAS - HUACROCHUCO - SAN PEDRO DE CHONTA - UCHIZA - EMP. PE-5N Y PUENTE HUAROCHIRI - HUALLANCA - MOLINOPAMPA</b>
---	---

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	: Conservacion por Niveles de Servicio	<b>TECNICO</b>	Carlos Hurtado
<b>TRAMO</b>	: III - HUAROCHIRI - SIHUAS	<b>ING° RESP.</b>	W. Mercado
<b>MATERIAL</b>	: OTTA SEAL	<b>FECHA</b>	30/09/2014

### RESUMEN DE CONTROL DE TAZAS EN COLOCACION DE OTTA SEAL

FECHA	PROGRESIVAS		LADO	LONGITUD m	ANCHO PROMEDIO m	AREA APROX. m2	TEMPERATURA			REND.Grav. kg/m2	REND.Pen l/m2
	Km						AMBIENTE °C	SUELO °C	LIQUIDO °C		
	INICIAL	FINAL									
10/09/2014	32+500	33+650	Derecho	1150	3.30	3795.0	20	15	155	22.10	1.83
11/09/2014	33+650	36+010	Derecho	2360	3.60	8496.0	22	19	154	22.70	1.75
11/09/2014	32+500	34+050	Izquierdo	1550	2.40	3720.0	23	16	156	22.70	1.73
12/09/2014	34+050	35+640	Izquierdo	1590	2.40	3816.0	24	24	153	22.43	1.78
13/09/2014	36+010	38+330	Derecho	2320	3.60	8352.0	25	25	155	21.97	1.77
13/09/2014	35+640	37+140	izquierdo	1500	2.40	3600.0	26	26	156	22.15	1.77
15/09/2014	38+330	40+720	Derecho	2390	3.60	8604.0	21	21	154	22.00	1.69
16/09/2014	40+720	41+970	Derecho	1250	3.60	4500.0	23	23	155	21.38	1.76
16/09/2014	37+140	39+340	izquierdo	2200	2.40	5280.0	26	26	157	21.85	1.76
17/09/2014	41+970	42+820	derecho	850	3.60	3060.0	24	24	153	21.89	1.67
17/09/2014	39+340	41+300	izquierdo	1960	2.40	4704.0	21	21	154	21.84	1.68
18/09/2014	41+300	42+650	Izquierdo	1350	2.40	3240.0	24	24	155	22.29	1.76
19/09/2014	42+820	43+285	Derecho	465	3.60	1674.0	24	24	155	22.03	1.70
19/09/2014	42+650	43+285	Izquierdo	635	2.40	1524.0	26	26	153	22.41	1.68

<b>n</b>	14	14
<b>Σ</b>	310	24
<b>Xp</b>	22.12	1.74
<b>MIN</b>	21.38	1.67
<b>MAX</b>	22.70	1.83
<b>DES V. ESTANDAR</b>	0.36	0.05
<b>COEF. VARIACION</b>	0.02	0.03
<b>VARIANZA</b>	0.13	0.00

## C) RESUMEN DE RUGOSIDAD

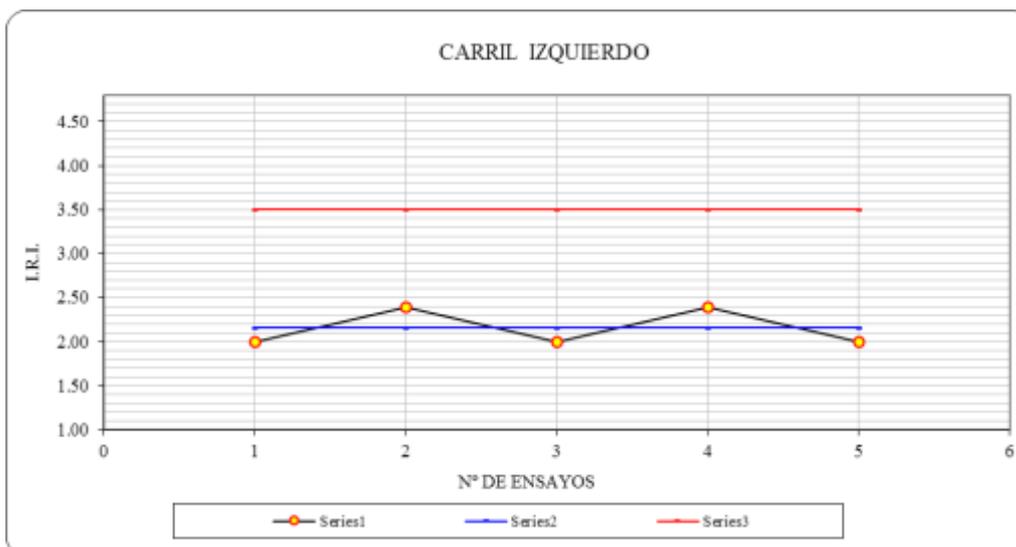
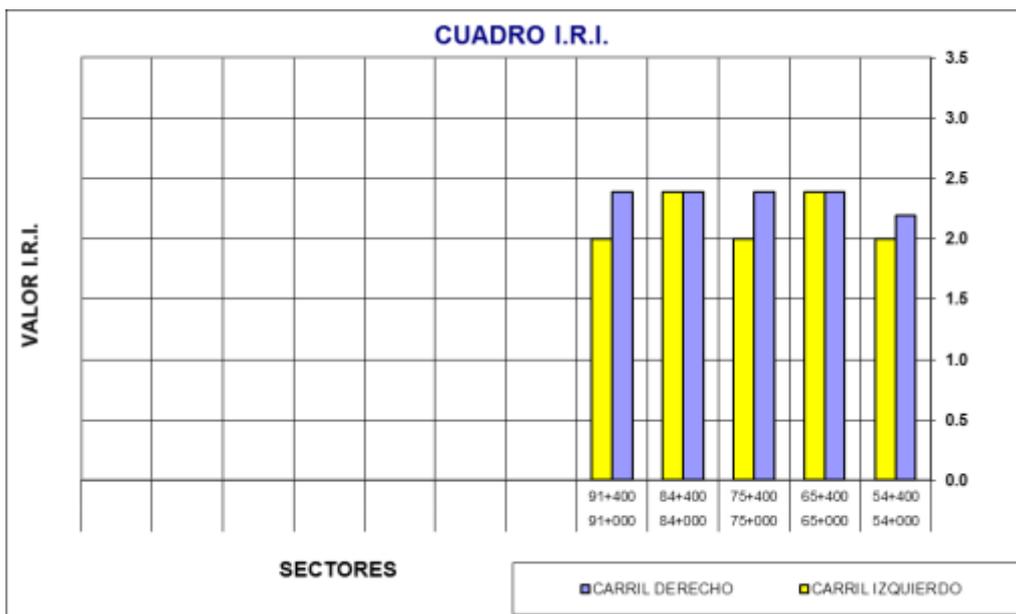
		<b>SERVICIO DE CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL:                      SANTA - YURACMARCA - SIHUAS - HUACROCHUCO - SAN PEDRO DE CHONTA - UCHIZA -                      EMP. PE-5N Y PUENTE HUAROCHIRI - HUALLANCA - MOLINOPAMPA</b>											
Tramo		PUENTE HUAROCHIRI - SIHUAS											
Fecha		25/01/14											
RESUMEN DE RUGOSIDAD													
CARRIL IZQUIERDO							CARRIL DERECHO						
ENSAYO N°	FECHA	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	LONGITUD (m)	HUELLA (IZQ)		ENSAYO N°	FECHA	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	LONGITUD (m)	HUELLA (DER)	
					D (mm)	R (IRI)						D (mm)	R (IRI)
1	25/01/2014	54+000	54+400	400	29.84	2.00	1	25/01/2014	54+000	54+400	400	33.96	2.19
2	25/01/2014	65+000	65+400	400	38.17	2.39	2	25/01/2014	65+000	65+400	400	38.12	2.39
3	25/01/2014	75+000	75+400	400	29.84	2.00	3	25/01/2014	75+000	75+400	400	38.12	2.39
4	25/01/2014	84+000	84+400	400	38.17	2.39	4	25/01/2014	24+000	24+400	400	38.12	2.39
5	25/01/2014	91+000	91+400	400	29.84	2.00	5	25/01/2014	34+000	34+400	400	38.12	2.39
COMENTARIOS				CARRILES		CARRIL IZQUIERDO			CARRIL DERECHO				
Tramos con valores de IRI no informados serán medidos oportunamente.				HUELLA IZQUIERDA		HUELLA DERECHA							
				CANTIDAD	5	5	5	5	5	5			
				SUMA	2000.00	165.86	10.78	2000.00	186.44	11.75			
				PROMEDIO	<b>400.00</b>	<b>33.17</b>	<b>2.16</b>	<b>400.00</b>	<b>37.29</b>	<b>2.35</b>			
				MÁXIMO	400.00	38.17	2.39	400.00	38.12	2.39			
				MÍNIMO	400.00	29.84	2.00	400.00	33.96	2.19			
				DESVIACION STANDARD	0.000	4.563	0.214	0.000	1.860	0.089			
COEFICIENTE VARIACIÓN	0.000	13.754	9.91	0.000	4.989	3.81							
ESPECIFICACION			<b>3.50</b>			<b>3.50</b>							



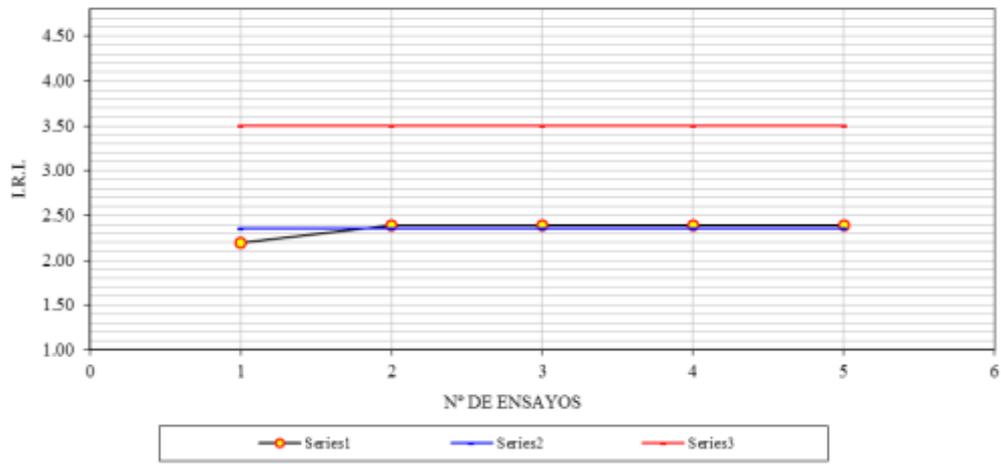
**SERVICIO DE CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL:  
SANTA - YURACMARCA - SIHUAS - HUACROCHUCO - SAN PEDRO DE CHONTA - UCHIZA -  
EMP. PE-5N Y PUENTE HUAROCHIRI - HUALLANCA - MOLINOPAMPA**

Tramo : PUENTE HUAROCHIRI - SIHUAS  
Fecha : 25/01/14

**GRÁFICO DE RUGOSIDAD**



### CARRIL DERECHO



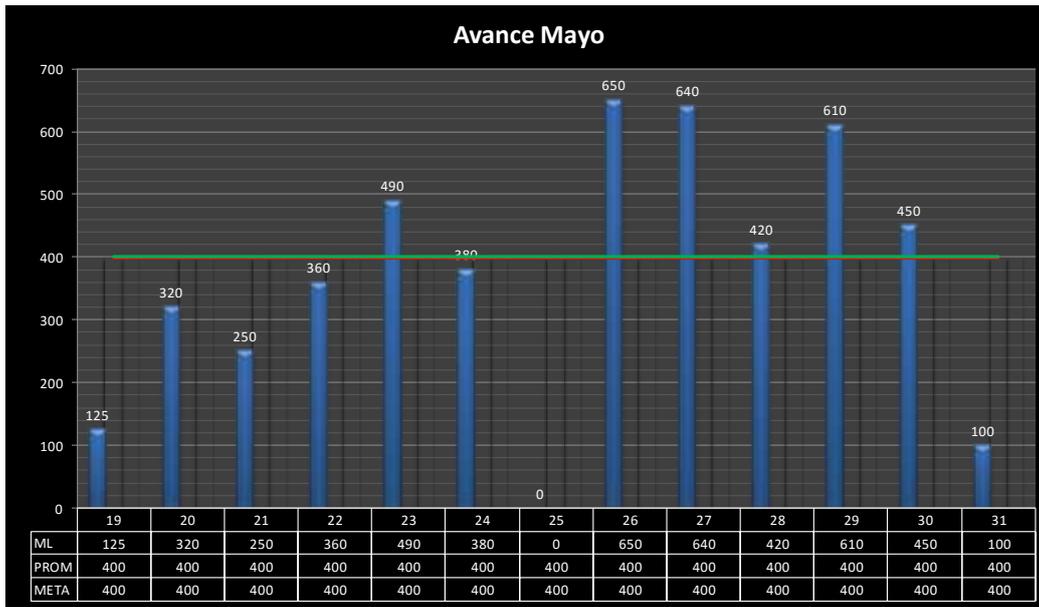
# D) GRAFICO DE AFIRMADO ESTABILIZADO

**PROYECTO** CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO  
**TRAMO** : III (HUARACHIRI - SIHUAS)  
**ZONA** : 0+000 - 94+877

INICIO	FIN	
13+655	54+000	40+345
<b>AVANCE TOTAL</b>		<b>15+925</b>
		<b>39.47%</b>

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA	CONSERVACION POR NIVELES DE SERVICIO	REALIZADO : C.H.L.
CANTERA	KM 19+000	RESPONSABLE : C.H.L.
REG. No	: 001	FECHA : 16-06-2014

GRAFICO ESTADISTICO DE CAPA DE RECARGA ESTABILIZADA COLOCADA MAYO 2014



DÍA	ML	
1	1/05/2014	0
2	2/05/2014	0
3	3/05/2014	0
4	4/05/2014	0
5	5/05/2014	0
6	6/05/2014	0
7	7/05/2014	0
8	8/05/2014	0
9	9/05/2014	0
10	10/05/2014	0
11	11/05/2014	0
12	12/05/2014	0
13	13/05/2014	0
14	14/05/2014	0
15	15/05/2014	0
16	16/05/2014	0
17	17/05/2014	0
18	18/05/2014	0
19	19/05/2014	125
20	20/05/2014	320
21	21/05/2014	250
22	22/05/2014	360
23	23/05/2014	490
24	24/05/2014	380
25	25/05/2014	0
26	26/05/2014	650
27	27/05/2014	640
28	28/05/2014	420
29	29/05/2014	610
30	30/05/2014	450
31	31/05/2014	100
<b>TOTAL</b>	<b>MAYO</b>	<b>4795</b>

## E) RESUMEN DE CONTROL DE CEMENTO ASFALTICO 120 - 150

RESUMEN DE CONTROL DE PEN 120-150 Y GRAVILLA																	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																	
TRAMO		III - SIHUAS HUAROCHIRI						JEFE LAB.		: C. HURTADO							
MATERIAL		: Asfalto Líquido PEN 120-150						ING° RESP.		: W.M.P.							
UBICACIÓN		: Ruta 12 A						AVANCE AL		26-jun.-14							
Fecha		Progresiva		Avance Real (ml)		Tasa PEN gln/m2		consumo		PEN 120-150			GRAVILLA				
DER	IZQ	Inicio	Fin	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	Acumulado	Llegada	Saldo Teórico	N° Volq	m3 teórico	m3 Real		kg/m2
LLEGADA DE PEN											7,672.00	7,672.00	DER	IZQ			
19-06-14		13+655	14+150	495.00		0.49		800.00		800.00		6,872.00	2.00	30.00	27.00		27.19
19-06-14		14+150	15+060	910.00		0.48		1,700.00		1,700.00		5,172.00	4.00	60.00	56.00		25.96
	20-06-14	13+655	14+150		495.00	0.49		650.00	650.00		4,522.00		2.00	30.00		20.00	24.62
	20-06-14	14+150	15+060		910.00	0.52		1,000.00	1,000.00		3,522.00		2.00	30.00		26.00	22.38
20-06-14		15+060	15+900	840.00		0.49		1,600.00		1,600.00		1,922.00	3.00	45.00	42.00		21.09
20-06-14		15+900	16+410	510.00		0.50		1,000.00		1,000.00		922.00	3.00	45.00	27.00		22.33
LLEGADA DE PEN											7,753.00	8,675.00					
21-06-14		16+410	17+160	750.00		0.44		1,300.00		1,300.00		7,375.00	3.00	45.00	39.00		21.93
21-06-14		17+160	18+250	1,090.00		0.45		1,900.00		1,900.00		5,475.00	4.00	60.00	54.00		20.90
	23-06-14	15+060	18+250		3,190.00	0.46		2,950.00	2,950.00		2,525.00		7.00	105.00		86.00	22.17
23-06-14		18+250	18+400	150.00		0.46		250.00		250.00		2,275.00	1.00	15.00	7.00		21.32
LLEGADA DE PEN											7,516.00	9,791.00					
24-06-14		18+400	20+250	1,850.00		0.47		3,100.00		3,100.00		6,691.00	7.00	105.00	90.00		22.23
	25-06-14	18+250	20+250		2,000.00	0.45		2,000.00	2,000.00		4,691.00		5.00	75.00		60.00	22.43
25-06-14		20+250	22+580	2,330.00		0.45		3,800.00		3,800.00		891.00	9.00	135.00	112.00		21.96
LLEGADA DE PEN											7,442.00	8,333.00					
	26-06-14	20+250	22+580		2,330.00	0.41		2,000.00	2,000.00		6,333.00		5.00	75.00		60.00	20.17
26-06-14		22+580	24+360	1,780.00		0.45		2,900.00		2,900.00		3,433.00	7.00	105.00	88.00		22.59
	27-06-14	22+580	24+360		1,780.00			2,250.00	2,250.00		1,183.00		5.00	75.00		67.00	25.80
TOTAL				10,705.00	0.47				29,200.00		30,383.00				861.00	365.08	
frente imprimado		15,735.00 ml															
Frente para colocacion de Otta		94,410.00 m2															
META TOTAL PARTIDA		INICIO		FIN													
		13+665		54+000		40,335											
META DEL MES		10,705															
AVANCE DEL MES AL		27-06-14															
		10,705															

ANEXO 03 Para SLURRY SEAL tenemos lo siguiente:

A) DISEÑO Y GRANULOMETRIA DE BASE  
ESTABILIZADA COM EMULSION



**BITUPER S.A.C.**

**DISEÑO TEORICO**

CONTRATISTA: : Consorcio Pichari  
 OBRA : Servicio de Gestion y Conservacion Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Empalme - 35 - San Francisco - Puerto Ene - Punta de Carreteras - Desvio Quillabamba - Puerto Ene  
 UBICACIÓN: : Ayacucho  
 FECHA: : 22/09/2012  
 CANTERA : Natividad Km 58+000  
 MUESTRA : Estabilizacion de Suelos con 3.3% de Emulsion CSS-1h

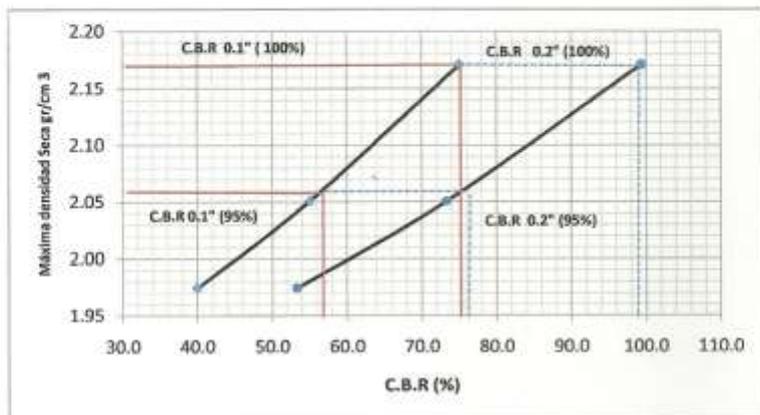
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado con emulsion asfaltica al 3.05%

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.175
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.0

b) Compactacion de Moldes

MOLDE	I	II	III
Nº CAPAS	5	5	5
Nº GOLPES	56	25	12
Densidad Seca (gr/cm3)	2.17	2.05	1.97
Contenido de Humedad(%)	7.7	8.0	8.2



C.B.R. 100% Máxima Densidad Seca 0.1" (%) :	75.00
C.B.R. 95% Máxima Densidad Seca 0.1" (%) :	57.00
C.B.R. 100% Máxima Densidad Seca 0.2" (%) :	99.00
C.B.R. 95% Máxima Densidad Seca 0.2" (%) :	76.00

**BITUPER S.A.C.**

ING. GUIDO CALCINA ZEVALLOS  
 Jefe de Laboratorio Central

**BITUPER S.A.C.**

TEC. GERSON SANDOVAL SALCEDO  
 Laboratorio Central

Bitúmenes del Perú S.A.C.

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05  
 Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927  
 www.bituper.com • bituper@terra.com.pe



**BITUPER S.A.C.**

**DISEÑO TEORICO**

CONTRATISTA : Consorcio Pichari  
 OBRA : Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Empalme - 35 - San Francisco - Puerto Ene - Punta de Carreteras - Desvío Quillabamba - Puerto Ene  
 UBICACIÓN : Ayacucho  
 FECHA : 22/09/2012  
 CANTERA : Natividad Km 58+000  
 MUESTRA : Estabilización de Suelos con 3.3% de Emulsion CSS-1h

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado con emulsion asfáltica al 3.05%

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.175
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.0

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		1	2	3
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	25	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	8975.0	8761.0	8590.0
2	Peso del molde [gr]	4066.0	4072.5	4104.2
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4909.0	4688.5
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2100.0	2117.0
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.338	2.215

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		2	3	5
6	Peso de la tara, [gr]	140.0	141.3	140.0
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	312.3	283.2	280.0
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	300.0	272.7	269.4
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	12.3	10.6
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	160.0	129.4
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	7.69	8.2
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	(5)/(1+(11)/100)	2.17	1.97

c) Prueba de penetración

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° 1		Molde N° 2		Molde N° 3	
		Dial	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.000		0	0	0	0	0	0
0.025		49	194	35	146	16	82
0.050		100	366	66	251	40	163
0.075		148	528	95	349	85	315
0.100	1000	210	738	153	545	118	427
0.150		290	1008	180	636	134	481
0.200	1500	340	1177	204	717	150	535
0.250		370	1278	225	788	164	582
0.300	1900	400	1380	238	832	173	613
0.400	2300	422	1454	260	907	186	657
0.500	2600	450	1548	280	974	200	704

**BITUPER S.A.C.**  
  
 TEC. GERSON SANDOVAL SALCEDO  
 Laboratorio Central

**Bitúmenes del Perú S.A.C.**

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05  
 Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927  
 www.bituper.com • bituper@terra.com.pe

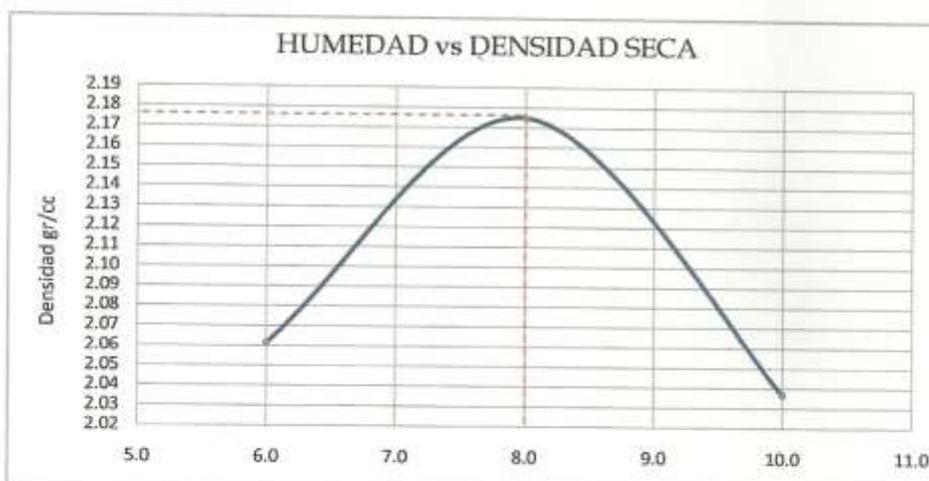


**BITUPER S.A.C.**

PROYECTO : Consorcio Pichari  
 Servicio de Gestion y Conservación por Niveles de Servicio de la  
 OBRA : Carretera Empalme 35 - San Francisco - Puerto Ene - Punta de  
 Carreteras - Desvío Quillabamba - Puerto Ene  
 UBICACIÓN : Ayacucho  
 FECHA : 22/09/2012 TIPO DE CONSTRUCCION : Base Estabilizada  
 CANTERA : Natividad Km 58+000 % DE EMULSION : 3.3% al Peso  
 % DE EMULSION : CSS-1h

**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

Recipiente		1	2	3
1	Volúmen del molde, [cm <sup>3</sup> ]	2123	2123	2123
2	Peso del molde, [gr]	2743.5	2743.5	2743.5
3	Peso del molde + muestra húmeda, [gr]	7383	7730	7500
4	Peso de la muestra húmeda, [gr]	(3)-(2)	4639.5	4986.5
5	Densidad húmeda muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	(4)/(1)	2.19	2.35
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA				
Tara N°				
6	Peso de la tara, [gr]	39.6	41.5	26.9
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	88.0	81.9	63.3
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	85.7	79.2	60.3
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	2.3	2.66
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	46.1	37.74
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	6.0	8.0
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	(5)/((1+(11)/100)	2.06	2.17



<b>Máxima densidad seca:</b>	<b>2.175 (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>Óptimo contenido de humedad:</b>	<b>8.0 (%)</b>

**BITUPER S.A.C.**  
  
**TEC. GERSON SANDOVAL SALCEDO**  
 Laboratorio Central

**Bitúmenes del Perú S.A.C.**

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05  
 Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927  
 www.bituper.com • bituper@terra.com.pe



**BITUPER S.A.C.**

**DISEÑO TEORICO**

CONTRATISTA: Consorcio Pichari  
 OBRA: Servicio de Gestión y Conservación por Niveles de Servicio Carretera Empalme 35 - San Francisco - Puerto Ene - Punta de Carretera - Desvío Quilabamba - Puerto Ene  
 MUESTRA No.: Base Estabilizada  
 FECHA: 22/09/2012  
 CANTERA: Natividad Km 58+000  
 UBICACION: Ayacucho  
 MUESTREO POR: El Contratista  
 ING° RESPONSABLE: Guido Calkina Z.

Abertura en mm.	Tamiz ASTM	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones Gradacion B	DESCRIPCION DE LA MUESTRA :
76.200	3"	0.0	0.0	100.00		CARACTERISTICA DE LA BASE ESTABILIZADA P.U.S.S 1800 kg/m <sup>3</sup> RIEDEL WEBER * 6 EQUIVALENTE ARENA %
50.000	2"	0.0	0.0	100.00	100 100	
38.100	1 1/2"	9.2	9.2	90.76		
25.400	1"	8.0	17.2	82.76	75 85	
19.000	3/4"	4.3	21.5	78.49		
12.700	1/2"	6.8	28.3	71.70		
9.500	3/8"	5.6	33.9	66.10	40 75	
6.350	1/4"	9.0	42.9	57.10		
4.750	No.8	4.0	46.9	53.10	30 60	
2.360	No.8	5.4	52.3	47.68		
2.000	N° 10	2.4	54.7	45.28	25 50	
1.180	N° 16	4.0	58.7	41.28		
0.590	N° 30	8.0	66.7	33.28		
0.425	N° 40	7.0	73.7	26.28	15 30	
0.297	N° 50	5.3	79.0	21.02		
0.149	N° 100	7.3	86.2	13.77		
0.075	N° 200	1.0	87.2	12.77	5 15	
< 200		12.8	100.0	0.0		
						% Respecto al Paso Agregado Seco Emulsion 3.3 % Agua Recubrimiento 9.2 %
						Respecto al m <sup>3</sup> de Agregado Seco: Emulsion 15.8 gal/m <sup>3</sup> Agua Recubrimiento 43.8 gal/m <sup>3</sup> Filler (Portland I) 0.0 kg/m <sup>3</sup>



**BITUPER S.A.C.**  
 TEC. GERSON SANDOVAL SALCEDO  
 Laboratorio Central

## B) DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO (SLURRY SEAL)



**BITUPER S.A.C.**

**REPORTE DE LABORATORIO  
HOJA RESUMEN**

**DISEÑO Y DOSIFICACION**

Solicitante : Consorcio Pichari  
Obra : Servicio de Conservación por niveles de Servicio carretera empalme 3s - La Quinua - San Francisco - Union Mantaro - Punta de Carretera  
Cantera : Rio Quimbiri  
Ubicación de Obra : Ayacucho  
Muestreado por : El Contratista  
Fecha : 04/09/2012

**EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA**

Tipo de Construcción : Mortero Asfáltico tipo II  
Tipo de Emulsión : Cationica de Rotura Lenta (CSS - 1hP)  
Pen Base : 60/70  
Fórmula de la Emulsión : 6201600121 - 66

PROPORCION EN VOLUMEN			
Arena Zarandeada Pasante malla 3/8" ( Rio Kimbiri )	99.2	% en Volumen	
Filler (Cemento Portland tipo I )	0.8	% en Volumen	
PROPORCION EN PESO			
Arena Zarandeada Pasante malla 3/8" ( Rio Kimbiri )	99.5	%	
Filler (Cemento Portland tipo I )	0.5	%	
DOSIFICACION DE MORTERO ASFALTICO			
Emulsión	58.9	Gins/m3	
Agua de Recubrimiento	49.8	Gins/m3	
Filler (Cemento Portland tipo I )	8.6	Kg/m3	
PRUEBAS REALIZADAS AL MORTERO ISSA A -105 REVISADO 2010			
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
ABRACION ( WTAT )	ISSA TB 100	505.0	807 gr/m <sup>2</sup> , Máximo
RUEDA CARGADA ( LWT )	ISSA TB 109	220.0	538 gr/m <sup>2</sup> , Máximo
CONO DE CONSISTENCIA	ISSA TB 106	2.0	2 a 3 cm
TIEMPO DE MEZCLADO	ISSA TB 113	>180	180 seg , Mínimo
COMPATIBILIDAD			
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACION
WET STRIPPING	ISSA TB 114	99	90 % , Mínimo
COHESION			
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
COHESION A 30 minutos(*)	ISSA TB 139	12	12 Kg- cm , Mínimo

**BITUPER S.A.C.**

Ing<sup>o</sup> Guido Galicia Zevallor  
JEFE DE LABORATORIO CENTRAL

**BITUPER S.A.C.**

Tec<sup>o</sup> Roy Saira Roque  
LABORATORIO CENTRAL

**Bitúmenes del Perú S.A.C.**

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05  
Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927  
www.bituper.com • bituper@terra.com.pe



**BITUPER S.A.C.**

**REPORTE DE LABORATORIO  
HOJA RESUMEN**

**DISEÑO Y DOSIFICACION**

Solicitante : Consorcio Pichari  
Obra : Servicio de Conservación por niveles de Servicio carretera empalme 3s - La  
Quinua - San Francisco - Union Mantaro - Punta de Carretera  
Cantera : Rio Quimbiri  
Ubicación de Obra : Ayacucho  
Muestreado por : El Contratista  
Fecha : 04/09/2012

**EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA**

Tipo de Construcción : Mortero Asfáltico tipo II  
Tipo de Emulsión : Catiónica de Rotura Lenta (CSS - 1h)  
Pen Base : 60/70  
Fórmula de la Emulsión : 67056009211 - 66

PROPORCION EN VOLUMEN			
Arena Zarandeada Pasante malla 3/8" ( Rio Kimbiri )	99.2		% en Volumen
Filler (Cemento Portland tipo I )	0.8		% en Volumen
PROPORCION EN PESO			
Arena Zarandeada Pasante malla 3/8" ( Rio Kimbiri )	99.5		%
Filler (Cemento Portland tipo I )	0.5		%
DOSIFICACION DE MORTERO ASFALTICO			
Emulsión	60.0		Glns/m3
Agua de Recubrimiento	49.8		Glns/m3
Filler (Cemento Portland tipo I )	8.6		Kg/m3
PRUEBAS REALIZADAS AL MORTERO ASFALTICO ISSA A -105 REVISADO 2010			
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
ABRACION ( WTAT )	ISSA TB 100	520.0	807 gr/m <sup>2</sup> , Máximo
RUEDA CARGADA ( LWT )	ISSA TB 109	240.0	538 gr/m <sup>2</sup> , Máximo
CÓNO DE CONSISTENCIA	ISSA TB 106	2.1	2 a 3 cm
TIEMPO DE MEZCLADO	ISSA TB 113	>180	180 seg , Mínimo
COMPATIBILIDAD			
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACION
WET STRIPPING	ISSA TB 114	99	90 % , Mínimo
COHESION			
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
COHESION A 30 minutos(*)	ISSA TB 139	12	12 Kg- cm , Mínimo

**BITUPER S.A.C.**

  
Ing. Guido Celedina Zevallos  
JEFE DE LABORATORIO CENTRAL

**BITUPER S.A.C.**

  
Tco. Roy Saira Roque  
LABORATORIO CENTRAL

**Bitúmenes del Perú S.A.C.**

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05  
Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927  
www.bituper.com • bituper@terra.com.pe



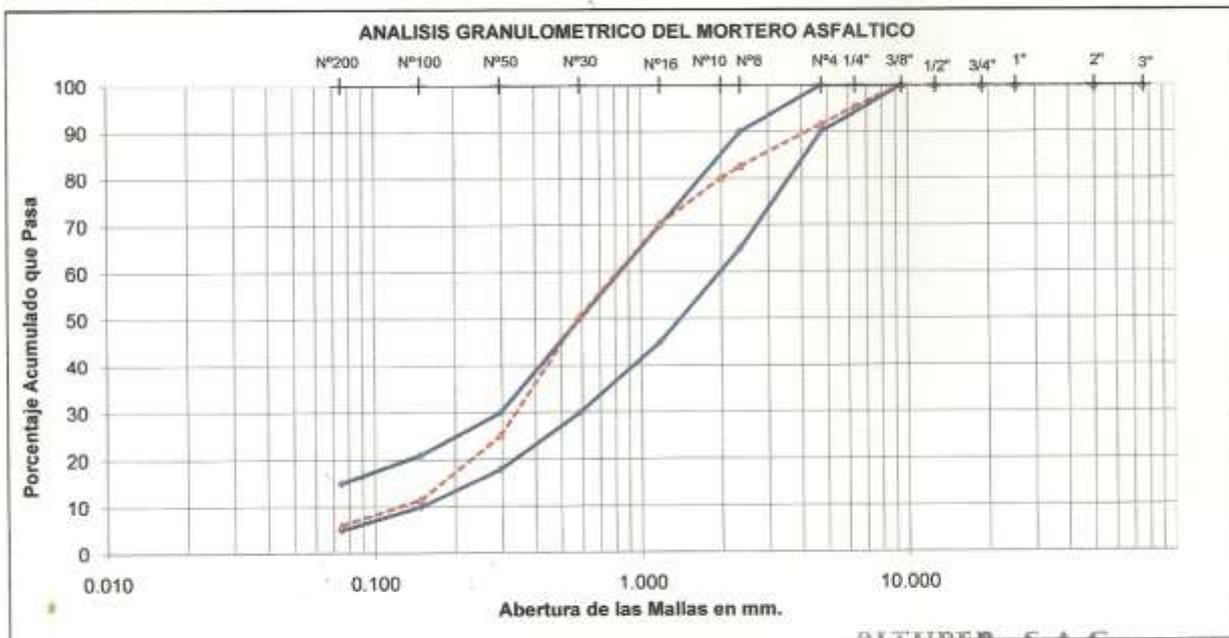
**BITUPER S.A.C.**

**DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO**

ISSA A-105 2010

CONTRATISTA: Consorcio Pichari CANTERA: Rio Quimbiri  
 Servicio de Conservación por niveles de Servicio carretera  
 empalme 3s - La Quinua - San Francisco - Union Mantaro - UBICACIÓN: Ayacucho  
 Punta de Carretera  
 OBRA: Arena Zarandeada MUESTREADO POR: El Contratista  
 FECHA: 04/09/2012 ING\* RESPONSABLE: Guido Calcina Z.

Abertura en mm.	Tamiz ASTM	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones ISSA TIPO II	DESCRIPCION DE LA MUESTRA :
76.200	3"	0.0	0.0	100.00		CARACTERISTICA MORTERO ASFALTICO
50.000	2"	0.0	0.0	100.00		P.U.S.S 1734 kg/m <sup>3</sup>
25.400	1"	0.0	0.0	100.00		RIEDEL WEBER *6
19.000	3/4"	0.0	0.0	100.00		EQUIVALENTE ARENA 67.5 %
12.700	1/2"	0.0	0.0	100.00		AZUL DE METILENO 11.0 mg/gr
9.500	3/8"	0.0	0.0	100.00	100 100	DOSIFICACION PARA MORTERO ASFALTICO
6.350	1/4"	4.6	4.6	95.39		% Respecto al Peso Agregado Seco
4.750	No.4	3.8	8.4	91.56	90 100	Emulsión 13.0 %
2.360	No.8	9.0	17.4	82.57	65 90	Agua Recubrimiento 11.0 %
2.000	N° 10	2.5	19.9	80.10		Filler (Portland I) 0.5 %
1.180	N° 16	9.8	29.7	70.29	45 70	Respecto al m <sup>3</sup> de Agregado Seco:
0.590	N° 30	19.7	49.4	50.57	30 50	Emulsión 58.9 gal/m <sup>3</sup>
0.297	N° 50	25.5	74.9	25.12	18 30	Agua Recubrimiento 49.8 gal/m <sup>3</sup>
0.149	N° 100	13.6	88.5	11.49	10 21	Filler (Portland I) 8.6 kg/m <sup>3</sup>
0.075	N° 200	5.5	94.0	5.96	5 15	
	< 200	6.0	100.0	0.0		



BITUPER S.A.C.

*[Signature]*  
 Tcd. Roy Saira Roque  
 LABORATORIO CENTRAL

**Bitúmenes del Perú S.A.C.**

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05  
 Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927  
 www.bituper.com • bituper@terra.com.pe



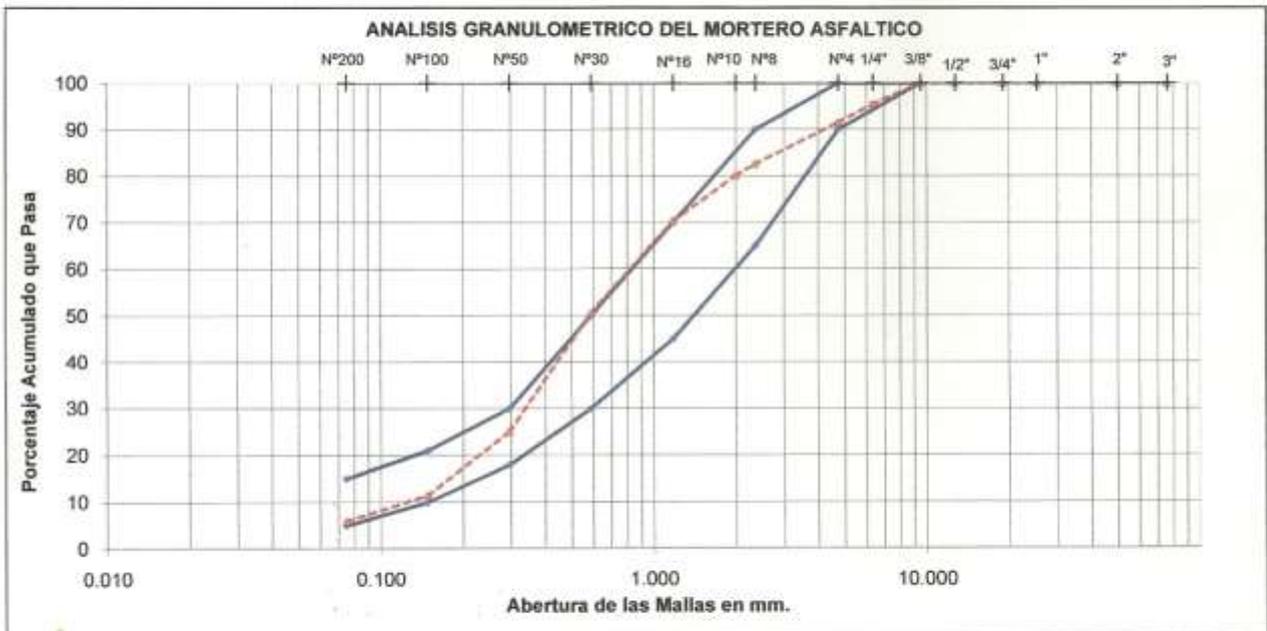
**BITUPER S.A.C.**

**DISEÑO DE MORTERO ASFALTICO**

ISSA A-105 2010

CONTRATISTA: Consorcio Pichari CANTERA: Rio Quimbiri  
 Servicio de Conservación por niveles de Servicio carretera  
 empalme 3s - La Quinsua - San Francisco - Union Mantaro - UBICACION: Ayacucho  
 Punta de Carretera  
 OBRA: Arena Zarandeada MUESTREO POR: El Contratista  
 MUESTRA No. ING\* RESPONSABLE: Guido Calcina Z.  
 FECHA: 04/09/2012

Abertura en mm.	Tamiz ASTM	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones ISSA TIPO II		DESCRIPCION DE LA MUESTRA :	
76.200	3"	0.0	0.0	100.00			CARACTERISTICA MORTERO ASFALTICO	
50.000	2"	0.0	0.0	100.00			P.U.S.S ( ASTM C29)	1714 kg/m <sup>3</sup>
25.400	1"	0.0	0.0	100.00			RIEDEL WEBER (NLT 355)	* 6
19.000	3/4"	0.0	0.0	100.00			EQUIV. ARENA ( ASTM D 2419)	67.5 %
12.700	1/2"	0.0	0.0	100.00			AZUL DE METILENO (ISSA TB 145)	11.0 mg/gr
9.500	3/8"	0.0	0.0	100.00	100	100	DOSIFICACION PARA MORTERO ASFALTICO	
6.350	1/4"	4.6	4.6	95.39			% Respecto al Peso Agregado Seco	
4.750	No.4	3.8	8.4	91.56	90	100	Emulsión	13.3 %
2.360	No.8	9.0	17.4	82.57	65	90	Agua Recubrimiento	11.0 %
2.000	N° 10	2.5	19.9	80.10			Filler (Portland I)	0.5 %
1.180	N° 16	9.8	29.7	70.29	45	70	Respecto al m <sup>3</sup> de Agregado Seco:	
0.590	N° 30	19.7	49.4	50.57	30	50	Emulsión	60.0 gal/m <sup>3</sup>
0.297	N° 50	25.5	74.9	25.12	18	30	Agua Recubrimiento	49.8 gal/m <sup>3</sup>
0.149	N° 100	13.6	88.5	11.49	10	21	Filler (Portland I)	8.6 kg/m <sup>3</sup>
0.075	N° 200	5.5	94.0	5.96	5	15		
	< 200	6.0	100.0	0.0				



**BITUPER S.A.C.**

*[Signature]*  
 Tsc. Roy Saira Roque  
 LABORATORIO CENTRAL

**Bitúmenes del Perú S.A.C.**

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005 - Chacarilla del Estanque - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601/05

Calle Parque Alto 300 - Surco - Lima 33 - Perú • Telfs: 247-3957 • Fax: (511) 247-2927

www.bituper.com • bituper@terra.com.pe

# C) RESUMEN DE ENSAYOS FISICOS – MECANICOS BASE ASFALTICA



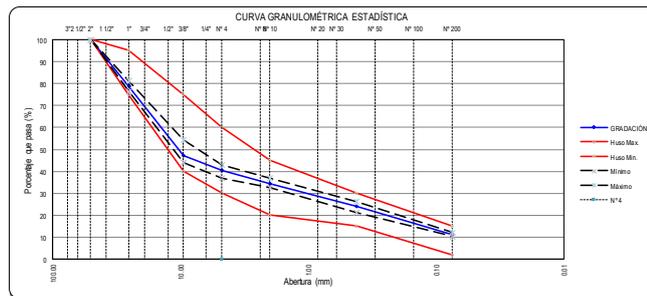
SERVICIOS DE GESTION Y CONSERVACION VIAL  
POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA  
EMP.3S - LA QUINUA-SAN FRANCISCO - UNION MANTARO  
(PUERTO ENE) - PUNTA CARRETERAS

## RESUMEN DE ENSAYOS FISICOS - MECANICOS BASE ASFALTICA

PROYECTO : EMP - 3S - San Francisco - Puerto Ene - Punta de Carreteras  
TRAMO V : Desvío Quillabamba - Pto Ene  
CANTERA : Mezcla hormigon + Mat.plataforma existente + 3.3% de emulsion  
MUESTRA : PLATAFORMA

MUESTRA	GRANULOMETRIA (%)											LIMITES			PESO ESPECIFIC O	PROCTOR		CBR 1"		CLASIFICACION	
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 100	Nº 200	L.L.	L.P.	I.P.		Max DS	OCH	100%	95%	AASHTO	SUCS
45+470 @ 46+170	100.0	88.5	77.3	64.2	57.2	48.5	41.9	36.0	24.0	18.8	11.5	27.3	24.5	2.8	2.504	2.169	7.6	78.6	52.0	A-1-a (0)	GP-GM
46+170 @ 47+170	100.0	90.9	79.6	68.9	58.7	50.5	41.9	36.9	25.5	19.9	11.5	27.3	24.8	2.5	2.513	2.174	7.5	75.7	52.5	A-1-a (0)	GP-GM
47+170 @ 47+530	100.0	92.2	78.3	62.9	53.7	48.1	41.0	33.7	25.6	17.6	10.7	30.7	27.8	2.9	2.508	2.156	7.4			A-1-a (0)	GP-GM
47+530 @ 47+760	100.0	92.4	76.5	61.8	50.6	44.0	38.7	34.2	24.8	18.7	11.1	27.8	25.4	2.4	2.507	2.181	7.6			A-1-a (0)	GP-GM
47+760 @ 48+060	100.0	92.2	78.8	64.2	55.2	47.9	41.2	35.1	26.4	19.5	11.6	29.7	26.9	2.8	2.512	2.171	7.8			A-1-a (0)	GP-GM
48+060 @ 49+400	100.0	92.8	79.4	64.4	53.5	44.8	40.8	34.0	24.1	17.8	10.5	29.4	27.0	2.3	2.496	2.176	8.0	74.3	50.4	A-1-a (0)	GP-GM
49+400 @ 50+660	100.0	95.1	80.2	64.4	53.0	44.2	37.0	32.6	24.3	18.2	11.8	28.4	26.0	2.4	2.506	2.184	7.8			A-1-a (0)	GP-GM
50+660 @ 51+950	100.0	91.6	81.4	73.1	62.4	54.4	42.7	35.0	24.5	18.4	10.5	29.2	26.0	3.2	2.511	2.176	7.9	77.1	55.8	A-1-a (0)	GP-GM
51+950 @ 52+920	100.0	91.6	79.4	66.2	55.9	48.4	41.8	35.3	22.3	18.8	12.3	29.4	26.2	3.2	2.496	2.171	7.7			A-1-a (0)	GM
52+920 @ 53+660	100.0	91.9	79.3	63.9	52.6	45.1	39.6	34.2	23.3	19.8	12.2	25.5	23.5	2.0	2.497	2.169	7.6			A-1-a (0)	GM
53+660 @ 54+910	100.0	90.8	76.8	59.7	51.6	44.2	39.8	33.5	23.9	19.1	10.9	28.7	26.5	2.2	2.509	2.186	7.4			A-1-a (0)	GP-GM
54+910 @ 55+720	100.0	90.5	77.0	63.5	55.4	48.4	40.6	35.2	24.9	19.9	11.8	28.6	25.7	2.9	2.512	2.162	7.7			A-1-a (0)	GP-GM
57+480 @ 58+280	100.0	92.8	80.7	67.7	58.4	50.8	42.9	34.2	21.4	16.1	11.5	28.3	25.7	2.7	2.505	2.166	7.8			A-1-a (0)	GP-GM
58+280 @ 59+510	100.0	89.5	77.9	62.7	51.0	44.1	38.7	34.1	24.0	19.0	11.4	27.3	24.6	2.7	2.498	2.172	7.6			A-1-a (0)	GP-GM
59+510 @ 60+430	100.0	91.2	79.9	64.3	52.9	45.2	38.8	34.1	23.6	19.3	11.9	28.1	25.4	2.7	2.514	2.173	7.7			A-1-a (0)	GP-GM

Cantidad	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	4	4		
Suma	1,500.0	1,373.9	1,182.8	971.9	822.2	708.6	607.5	518.0	362.6	280.9	171.3	425.7	386.0	39.7	37.6	32.6	115.1	305.7	210.7		
Promedio	100.0	91.6	78.9	64.8	54.8	47.2	40.5	34.5	24.2	18.7	11.4	28.4	25.7	2.6	2.5	2.172	7.7	76.4	52.7		
Especific.	100		75 - 95			40 - 75	30 - 60	20 - 45	15 - 30		2 - 15										
Min.	100.0	88.5	76.5	59.7	50.6	44.0	37.0	32.6	21.4	16.1	10.5	25.5	23.5	2.0	2.5	2.156	7.4	74.3	50.4		
Max.	100.0	95.1	81.4	73.1	62.4	54.4	42.9	36.9	26.4	19.9	12.3	30.7	27.8	3.2	2.5	2.186	8.0	78.6	55.8		
Desv. Estand.	0.00	1.55	1.48	3.19	3.27	3.10	1.70	1.07	1.26	1.00	0.57	1.26	1.11	0.34	0.01	0.01	0.01	1.84	2.27		
Coef. Var.	0.00	1.70	1.88	4.93	5.96	6.56	4.20	3.10	5.23	5.32	5.00	4.43	4.31	12.91	0.25	0.36	2.23	2.41	4.31		



# D) RESUMEN DE ENSAYOS FISICOS - ARENA PARA SLURRY SEAL



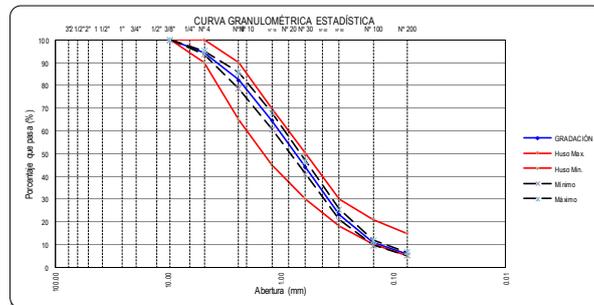
SERVICIOS DE GESTION Y CONSERVACION VIAL  
 POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA  
 EMP.3S - LA QUINUA-SAN FRANCISCO - UNION MANTARO  
 (PUERTO ENE) - PUNTA CARRETERAS

## RESUMEN DE ENSAYOS FISICOS - ARENA PARA SLURRY SEAL

**PROYECTO** : EMP - 3S - San Francisco - Puerto Ene - Punta de Carreteras  
**TRAMO V** : Desvío Quillabamba - Pto Ene  
**CANTERA** : Río Quinquiri  
**MUESTRA** : Cantera

FECHA	CANTERA	MUESTRA	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)								PESO UNITARIO		EQUIVALENTE DE ARENA
			3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200	SUELTO	COMPACTADO	
1/09/2012	Río Quinquiri	M-1	100.0	95.0	82.1	66.2	44.3	21.1	11.1	6.7			
2/09/2012	Río Quinquiri	M-2	100.0	94.9	83.5	68.0	44.9	20.8	9.7	6.2	1.664	1.794	71
5/09/2012	Río Quinquiri	M-3	100.0	94.2	85.8	66.5	46.7	21.4	11.5	6.0			
7/09/2012	Río Quinquiri	M-4	100.0	95.1	81.8	64.1	42.0	25.2	10.1	5.7	1.637	1.795	72
9/09/2012	Río Quinquiri	M-5	100.0	94.0	80.7	63.9	42.7	24.1	11.1	5.7			
10/09/2012	Río Quinquiri	M-6	100.0	93.7	82.4	64.0	45.9	22.2	11.4	5.9	1.635	1.794	73
14/09/2012	Río Quinquiri	M-7	100.0	94.6	84.9	65.7	46.8	25.5	11.8	6.0			
16/09/2012	Río Quinquiri	M-8	100.0	93.9	78.5	61.1	44.6	25.0	9.8	5.9	1.636	1.798	
18/09/2012	Río Quinquiri	M-9	100.0	94.6	80.7	60.7	41.0	22.6	11.0	5.5			
21/09/2012	Río Quinquiri	M-10	100.0	94.8	82.9	65.8	41.7	24.3	10.0	5.1			

<b>Cantidad</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4	4	3
<b>Suma</b>	1000.0	944.6	823.2	646.0	440.5	232.4	107.5	58.7	6.6	7.2	216.0		
<b>Promedio</b>	100.0	94.5	82.3	64.6	44.0	23.2	10.7	5.9	1.6	1.8	72.0		
<b>Especific.</b>	100	90-100	65-90	45-70	30-50	18-30	10-21	5-15					
<b>Min.</b>	100.0	93.7	78.5	60.7	41.0	20.8	9.7	5.1	1.6	1.8	71.0		
<b>Max.</b>	100.0	95.1	85.8	68.0	46.8	25.5	11.8	6.7	1.7	1.8	73.0		
<b>Desv. Estand.</b>	0.00	0.51	2.12	2.33	2.10	1.82	0.77	0.41	0.01	0.00	1.00		
<b>Coef. Var.</b>	0.00	0.54	2.57	3.60	4.77	7.81	7.17	6.94	0.85	0.11	1.39		



# E) ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422 / AASHTO T-88 / MTC E-107) ARENA PARA SLURRY SEAL



SERVICIOS DE GESTION Y CONSERVACION VIAL  
POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA  
EMP.3S - LA QUINUA-SAN FRANCISCO - UNION MANTARO  
(PUERTO ENE) - PUNTA CARRETERAS

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ( ASTM D-422 / AASHTO T-88 / MTC E-107 )							
<b>PROYECTO</b> : EMP - 3S - San Francisco - Puerto Ene - Punta de Carreteras				<b>PROGRESIVA</b> :			
<b>TRAMO</b> : V (Desvío Quillabamba - Puerto Ene)				<b>CALICATA</b> :			
<b>MATERIAL</b> : Arena para SLURRY SEAL				<b>CAPA</b> :			
<b>CANTERA</b> : Rio Quinquibiri				<b>MUESTRA</b> : M-1			
<b>FECHA</b> : 01-09-12				<b>ESPESOR</b> :			
TAMIZ	ABER. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% PASA	ESPEC.	CARACT. FÍSICAS - MECÁNICAS
3"	76.200						LIMITE LIQUIDO : 0.0 %
2 1/2"	63.500				100.0		LIMITE PLASTICO : 0.0 %
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		INDICE PLASTICO : N.P
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		HUM. NATURAL : 0.0 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		CLASF. AASHTO : A-1-b(0)
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		CLASF. SUCS : SP-SM
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº 4	4.750	52.5	5.1	5.1	95.0	90	100
Nº 8	2.360	134.1	12.9	18.0	82.1	65	90
Nº 10	2.000	0.0	0.0	18.0	82.1		<b>DATOS ADIC.</b>
Nº 16	1.190	164.4	15.8	33.8	66.2	45	70
Nº 20	0.840	0.0	0.0	33.8	66.2		D10 : 0.13
Nº 30	0.600	228.2	22.0	55.7	44.3	30	50
Nº 40	0.420	0.0	0.0	55.7	44.3		D30 : 0.41
Nº 50	0.300	241.0	23.2	78.9	21.1	18	30
Nº 80	0.177	0.0	0.0	78.9	21.1		D60 : 0.77
Nº 100	0.150	104.5	10.1	88.9	11.1	10	21
Nº 200	0.075	45.3	4.4	93.3	6.7	5	15
< Nº 200		69.6	6.7	100.0			
							PESO TOTAL : 1039.6 gr
							PORCION DE FINO : gr

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

