

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE
– YAUYOS KM. 84+000 AL 89+000
MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ELFER ORTÍZ LÓPEZ

Lima- Perú

2009

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO VIAL	10
1.1 ASPECTOS GENERALES	10
1.1.1 Ubicación	10
1.1.2 Marco de referencia	11
1.2 IDENTIFICACIÓN	12
1.2.1 Definición del problema y sus causas	12
1.2.2 Análisis objetivo – problema	12
1.2.3 Alternativas de solución	14
1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN	14
1.3.1 Análisis de la demanda	14
1.3.2 Evaluación económica – selección de alternativa conveniente	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 PROBLEMA DE LA EXUDACIÓN DEL ASFALTO	19
2.1.1 Definición y causas	19
2.1.2 Método de diagnóstico	19

2.2	FUNDAMENTOS DE DISEÑO	22
2.2.1	Teoría de diseño de tratamientos superficiales	22
2.2.2	Teoría de diseño estructural de pavimentos flexibles	28
2.3	TEORÍA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL	29
2.3.1	Marco legal	29
2.3.2	Definiciones	29
2.3.3	Teoría del deterioro de carreteras	32
	CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DEL TRAMO A EJECUTAR	36
3.1	ESTADO ACTUAL Y DIAGNÓSTICO DEL TRAMO	36
3.1.1	Estado actual del tramo asignado	36
3.1.2	Diagnóstico del tramo (Método PCI)	37
3.2	SOLUCIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA	39
3.2.1	Criterios de solución.	39
3.2.2	Verificación estructural de la vía	40
3.2.3	Determinación de las tasas de riego	43
3.2.4	Partidas para costos de construcción	47
3.3	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	48
3.3.1	Mantenimiento del pavimento	48
3.3.2	Partidas para costos de mantenimiento	51
	CAPÍTULO IV: DATOS PARA EXPEDIENTE TÉCNICO	54
4.1	MEMORIA DESCRIPTIVA	54
4.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	54

4.3	PLANILLA GENERAL DE METRADOS	55
4.3.1	Metrado Tratamiento Superficial Monocapa	55
4.3.2	Metrado mantenimiento y conservación vial	55
4.4	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS	59
4.5	RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO	62
4.5.1	Equipo Tratamiento Superficial Monocapa	62
4.5.2	Equipo para mantenimiento rutinario	63
4.5.3	Equipo para mantenimiento periódico	64
4.5.4	Equipo para atención a emergencias	65
	CONCLUSIONES	66
	RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA	69
	ANEXOS	70

RESUMEN

La Carretera Cañete – Yauyos fue inaugurada el 12 de setiembre de 1944, con asistencia del Presidente de la República Dr. Manuel Prado Ugarteche. (Ref.: <http://www.huangascar.com/actualidad/Carretera.htm>)

Actualmente, la empresa “Consortio Gestión de Carreteras” (CGC), viene haciendo trabajos de mantenimiento periódico de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas.

El presente Informe de Suficiencia, se centra en el estudio de la superficie de rodadura de dicha carretera y se desarrolla luego de aplicar los conocimientos brindados a lo largo del Curso de Titulación Profesional de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.N.I. Dicho estudio contempla el tramo asignado de la carretera entre los kilómetros 84+000 al 89+000.

En una primera fase, se realiza un estudio a nivel de Perfil y con los datos que de allí se obtienen se escoge una alternativa rentable o justificada que buscará solucionar los problemas de la vía, incorporando además el tema de conservación y mantenimiento vial como medio para alargar el tiempo de vida y economizar los recursos.

En los siguientes capítulos se determina el estado de la superficie de rodadura aplicando el método del PCI. Luego se propone alternativas de solución a los problemas observados, basados en el manejo del diseño de tratamientos asfálticos superficiales y en la implementación de un plan de conservación por niveles de servicio de tal forma que se pueda atender satisfactoriamente las solicitudes de tránsito actuales y sus proyecciones hacia el horizonte de vida de siete años.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1: Tráfico al año 2005, Zúñiga-Dv. Yauyos	15
Cuadro 1.2: Resumen IMD proyectado al 2016 Zúñiga – Dv. Yauyos	15
Cuadro 1.3 Costos de inversión y mantenimiento	16
Cuadro 1.4: Costos de operación vehicular	16
Cuadro 1.5: Evaluación económica	17
Cuadro 1.6: Valor actual neto	17
Cuadro 2.1: Alternativas de tratamiento según deterioro del pavimento	21
Cuadro 2.2: Factor tráfico	25
Cuadro 2.3: Valores de V para agregados gradados	26
Cuadro 2.4: Valores de pb del asfalto	27
Cuadro 2.5: Comparación de Costos Relativos de Diferentes Tratamientos Superficiales	35
Cuadro 3.1: Ancho promedio del tramo	37
Cuadro 3.2: Densidad de la exudación	37
Cuadro 3.3: Valores de deducción de la exudación	38
Cuadro 3.4: Cálculo de EAL	40
Cuadro 3.5: Valores CBR	41
Cuadro 3.6: SN por capas consideradas	43
Cuadro 3.7: Datos de muestra de agregado recolectada	44
Cuadro 3.8: Dosificación monocapa existente	44
Cuadro 3.9: Nueva Dosificación del Monocapa	46
Cuadro 3.10: Partida tratamiento superficial monocapa	47

Cuadro 3.11: Partidas para obtención de agregado	48
Cuadro 3.12: Actividades de mantenimiento de pavimento asfáltico	50
Cuadro 3.13: Criterios de aplicación, control y medición de actividades	51
Cuadro 3.14: Partidas para mantenimiento periódico y atención a emergencias	52
Cuadro 3.15: Partidas para mantenimiento rutinario	52
Cuadro 3.16: Detallado partidas mantenimiento rutinario	53
Cuadro 3-17: Detallado partida mantenimiento periódico	53
Cuadro 4.1: Detallado partidas y metrado de mantenimiento rutinario	57
Cuadro 4.2: Detallado partidas y metrado mantenimiento periódico y atención a emergencias	58
Cuadro 4.3: Análisis Costo unitarios TSM	59
Cuadro 4.4: Análisis ciclo de transporte de agregados	60
Cuadro 4.4.a : Análisis ciclo de transporte a botadero	61
Cuadro 4.5: Equipo mínimo transportado para tratamiento superficial	62
Cuadro 4.6: Equipo mínimo autotransportado tratamiento superficial	62
Cuadro 4.7: Equipo mínimo transportado para mantenimiento rutinario	63
Cuadro 4.8: Equipo mínimo autotransportado mantenimiento rutinario	63
Cuadro 4.9: Equipo mínimo transportado mantenimiento periódico	64
Cuadro 4.10: Equipo mínimo autotransportado para mantenimiento periódico	64
Cuadro 4.11: Equipo mínimo transportado para atención a emergencias	65
Cuadro 4.12: Equipo mínimo autotransportado para atención a emergencias	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación del Proyecto	9
Figura 1.2: Perspectiva del Tramo	10
Figura 1.3: Esquema Problema – Objetivo	12
Figura 1.4: Árbol Causa – Efecto para el tramo asignado	13
Figura 1.5: Flujo de beneficios del proyecto	18
Figura 2.1: Partículas de agregado en posiciones desarregladas	24
Figura 2.2: Partículas de agregado asentadas por el tráfico	24
Figura 2.3: Curva típica de deterioro de carreteras	32
Figura 2.4: Modelo de conservación (PAVEMENT MANAGEMENT - EEUU)	34
Figura 2.5: Costos relativos de mantenimiento preventivo, rehabilitación y reconstrucción	34
Figura 3.1: Estructura existente del Tramo	36
Figura 3.2: Extensión de la exudación - Km 84+400	38
Figura 3.3: Cálculo de SN, vía software	42
Figura 3.4: Esquema de deterioro asumido para el tramo	49

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A	: Cantidad o dosificación de asfalto en las unidades indicadas
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	: American Society for Testing and Materials
B/C	: Beneficio / Costo
CBR	: California Bearing Ratio
Δ	: Diámetro medio de agregado
Δ PSI	: Diferencia de serviciabilidad
DCV	: Valor de Deducción Corregido
EAL	: Eje Equivalente Estándar
FHWA	: Federal Highway Administration (Administración Federal de Carreteras)
HPMS	: Highway Performance Monitoring System (Sistema de Monitoreo de Desempeño de Carreteras)
IMD	: Índice Medio Diario a Anual de tráfico
IRI	: Índice Internacional de Rugosidad
MDCBVT	: Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito
M_R	: Módulo Resiliente
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
pb	: Densidad del asfalto (Kg/m^3)
PCI	: Índice de Condición de Pavimentos (Pavement Condition Index)
PSI	: Índice de Serviciabilidad Presente
S	: Cantidad o dosificación de agregado en las unidades indicadas
SN	: Número Estructural
TIR	: Tasa Interna de Retorno
TSB	: Tratamiento Superficial Bicapa
TSM	: Tratamiento Superficial Monocapa
VAN	: Valor Actual Neto
VD_i	: Valor de deducción individual
VDT	: Valor de deducción total
VUP	: Vida Útil de Pavimento
W_{18}	: Número estimado de ejes simples equivalentes a 8.2 Ton.
Z_R	: Desviación Estándar Normal

INTRODUCCIÓN

El presente informe se desarrolla dentro de los lineamientos consignados en el Curso de Titulación por Actualización de Conocimientos cuyo tema es el “Monitoreo de la Serviciabilidad de la Carretera Cañete – Yauyos”. Los objetivos son proponer una alternativa de solución a los problemas observados en la vía mediante la utilización de tratamientos asfálticos superficiales y determinar sus respectivas actividades de conservación vial.

El Capítulo I es un resumen ejecutivo del Estudio de Perfil del Proyecto Vial, en el que se ha identificado el problema central, proponiéndose tres alternativas de solución, de las cuales se elige una, la cual se desarrolla en el presente informe. El estudio de Perfil ha sido desarrollado en forma grupal durante el programa de titulación y proporciona lineamientos en los diferentes campos a aplicar como pavimentos, drenaje, taludes, impacto ambiental, etc. Cada especialidad desarrolla soluciones a problemas observados en la vía.

El Capítulo II trata del marco teórico utilizado para solucionar los problemas existentes en la vía. Presenta definiciones y teorías respecto al problema y diagnóstico de la exudación del asfalto, diseño de dosificación de tratamientos superficiales y teoría básica acerca de la conservación y mantenimiento de carreteras.

El Capítulo III es simplemente la aplicación de los conceptos presentados en el Capítulo II, orientado a solucionar los problemas del tramo asignado. Se diagnostica el estado de la vía y se ofrece la solución para los problemas diagnosticados para finalmente conformar un plan de mantenimiento y conservación vial por niveles de servicio.

En el Capítulo IV se proporciona información para la conformación del expediente técnico, tales como la Memoria Descriptiva, Especificaciones técnicas, Planilla de metrados, Análisis de Costos Unitarios (a nivel de metrados, cantidades y rendimientos) y Relación de Equipo Mínimo.

Al final del informe se desarrollan conclusiones y recomendaciones consecuencia de los resultados obtenidos en el informe. Adicionalmente se adjuntan anexos de datos recopilados y utilizados.

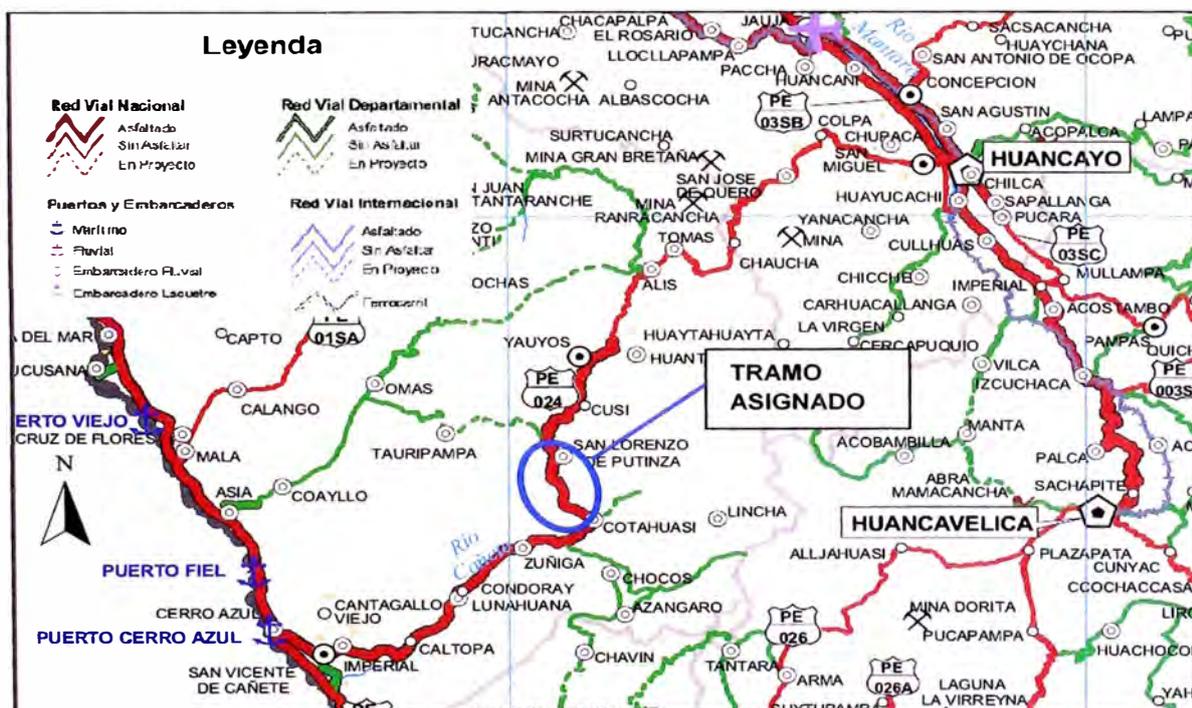
CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO VIAL

1.1. ASPECTOS GENERALES

1.1.1. Ubicación

La carretera Cañete-Yauyos-Huancayo conforma el Corredor Vial N°13 del Proyecto Perú y forma parte de la Ruta N° PE-24 de la Red Vial Nacional. Con una longitud total de 284.531 Km, está ubicado al sureste centro del país conectando las regiones de Lima y Junín con sus diversas capitales provinciales, distritales y centros poblados. Su altitud varía desde los 165 m.s.n.m. (Cañete) hasta 3249 (Huancayo) m.s.n.m., siendo su punto más alto en el Abra Chaucha ubicada en el Km 195+135 con una altitud de 4751 msnm. El tramo asignado y a estudiar va desde el Km 84+000 hasta el Km 89+000 entre los pueblos de Canchán y Chichicay. (Ver figura 1.1 y Anexo 15)

Figura 1.1: Ubicación del Proyecto



FUENTE: Oficina General de Planeamiento y Presupuesto-MTC-JULIO 2009

Figura 1.2: Perspectiva del Tramo



FUENTE: Página WEB de Google Earth.

1.1.2. Marco de referencia

El monitoreo de serviciabilidad del tramo de la carretera en estudio nace de la necesidad de optar por un desvío alternativo para la Carretera Central la cual actualmente no cuenta con un tránsito fluido y rápido debido a características propias de clima y topografía.

Asimismo el proyecto forma parte del Programa de Desarrollo Vial “Proyecto Perú”, el cual, mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, se crea con la finalidad de mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. El Programa “Proyecto Perú” aspira a establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o

superiores a tres (3) años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

Para la presente evaluación consideraremos que las alternativas de solución del proyecto tendrán un **horizonte de 7 años**.

1.2 IDENTIFICACIÓN

1.2.1 Definición del problema y sus causas

La figura 1.4 expone el árbol causas – efectos para el tramo asignado.

1.2.2 Análisis objetivos - problema

Identificado los problemas, es posible determinar el objetivo principal que conlleve a alcanzar la solución al problema central.

Figura 1.3: Esquema Problema - Objetivo

PROBLEMA CENTRAL

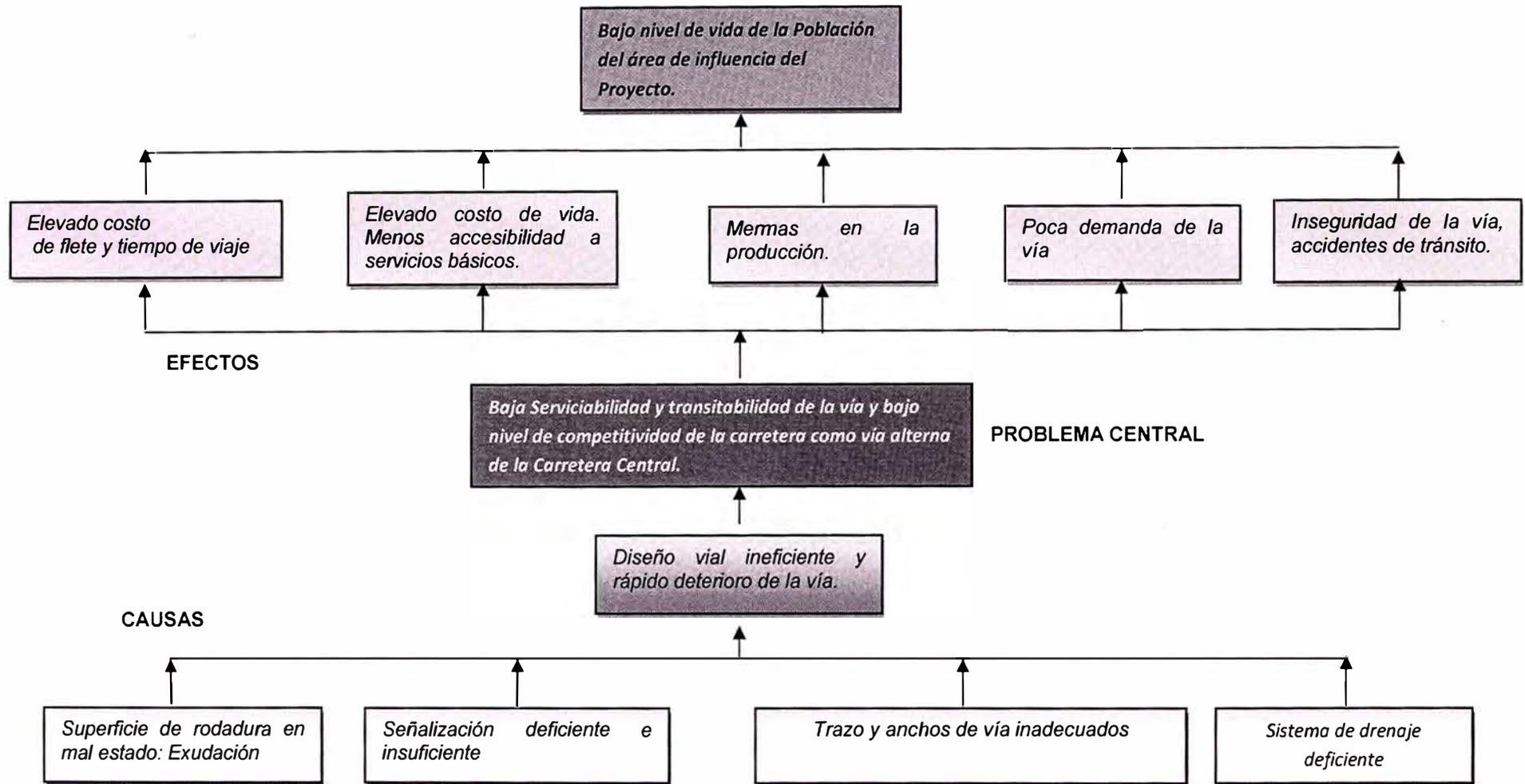
“Baja Serviciabilidad de la vía y bajo nivel de competitividad de la carretera como vía alterna de la Carretera Central.”



OBJETIVO PRINCIPAL

“Mejorar la serviciabilidad de la vía y aumentar el nivel de competitividad de la carretera como vía alterna de la Carretera Central, logrando integración y mejor nivel de vida de la población en el área de influencia

Figura 1.4: Árbol Causa – Efecto para el tramo asignado



1.2.3 Alternativas de solución

Alternativa 1

Mejoramiento del drenaje (construcción y mantenimiento de cunetas, reemplazo de alcantarillas por otras de mejor sección y construcción de nuevas alcantarillas), reforzamiento taludes erosionados o inestables, mantenimiento del tablero del puente Matica, señalización en zonas problema, aplicación de un nuevo TSM y actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Alternativa 2

Mejoramiento del drenaje (construcción y mantenimiento de cunetas, reemplazo de alcantarillas por otras de mejor sección y construcción de nuevas alcantarillas), construcción de muro de concreto ciclópeo en taludes erosionados o inestables, reemplazo total del tablero del puente Matica, señalización en zonas problema y colocación de TSB. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Alternativa 3

Mejoramiento del drenaje (construcción y mantenimiento de cunetas, reemplazo de alcantarillas por otras de mejor sección y construcción de nuevas alcantarillas), construcción de muro de concreto ciclópeo en taludes erosionados o inestables, reemplazo total del tablero del puente Matica, señalización en zonas problema y colocación de carpeta asfáltica. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

1.3. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

1.3.1. Análisis de la demanda

El detallado del sector que incluye al tramo asignado se muestra a continuación.

Cuadro 1.1: Tráfico al año 2005, Zúñiga-Dv. Yauyos

VEHÍCULO	IMD	%
AUTOS	1	25.71
CAMIONETAS	7	
CAMIONETA RURAL	1	
MICRO	0	
OMNIBUS 2E	13	74.29
OMNIBUS 3E	0	
CAMION 2E	7	
CAMION 3E/4E	5	
ARTICULADOS	1	
TOTAL	35	100%

FUENTE: Estudio de Pre-inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto: "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca.

La proyección del tráfico hasta el 2016 se realizará utilizando los indicadores macro-económicos proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas (Ver Anexo 12, cuadros del 1 al 4). El proyecto se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín, con las tasas de crecimiento poblacional al 2005 de 1.7% y 1.1% respectivamente, promediando ambas se obtiene 1.4%, para la proyección del tráfico ligero. Asimismo el MEF, estimó (escenario neutro) como tasa de crecimiento anual del PBI de Lima de 3.7% y de Junín de 3.9 % anual, el promedio de 3.8 % servirá para la proyección del tráfico pesado.

Cuadro 1.2: Resumen IMD proyectado al 2016 Zúñiga – Dv. Yauyos

TIPO DE VEHÍCULO	2016			
	NORMAL	GENERADO	DESVIADO	TOTAL
AUTOS	1	0	0	1
CAMIONETAS	8	2	0	10
CAMIONETA RURAL	1	0	0	1
MICRO	0	0	0	0
OMNIBUS 2E	15	3	0	18
OMNIBUS 3E	0	0	1	1
CAMION 2E	11	2	0	13
CAMION 3E/4E	8	2	0	10
ARTICULADOS	2	0	13	15
IMD	46	9	14	69

FUENTE: Elaboración propia

1.3.2. Evaluación económica – selección de alternativa conveniente

La evaluación económica para este caso se realizó por el método del VAN (Valor actual neto) y el TIR (Tasa de interés de retorno). Considerando una tasa de descuento $r = 11\%$.

Los costos mantenimiento de carreteras, así como los Costos Operativos Vehiculares se han basado en los costos modulares elaborados por la Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC. Los costos de Inversión se han estimado en base a experiencias anteriores en zonas similares. Para el mantenimiento, los costos se han considerado que no varían con el incremento de tráfico; teniendo en cuenta el nivel de análisis en que se encuentra el estudio y los niveles de tráfico de los tramos de este proyecto.

Cuadro 1.3 Costos de inversión y mantenimiento

Resumen de Inversiones por Alternativas

En Miles de Dolares a Precios de Economicos

	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2	Alternativa N° 3	Situación Inicial Optimizada \$
Costo de Construcción	987.50	1,422.00	1,580.00	
Mantenimiento	33.75	27.00	24.38	52.50

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 1.4: Costos de operación vehicular

Tipo de Vehículo	Sin Proyecto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Tramo Desvío
		Con Proyecto TSM	Con Proyecto TSB	Con Proyecto Asfaltado	Carretera Central
AUTOS	0.53	0.27	0.26	0.24	0.27
CAMIONETAS	0.70	0.50	0.37	0.36	0.50
CAMIONETA RURAL	0.70	0.50	0.37	0.36	0.50
MICRO	1.09	0.63	0.58	0.53	0.63
OMNIBUS 2E	1.09	0.63	0.58	0.53	0.63
OMNIBUS 3E	1.48	1.06	0.80	0.77	1.06
CAMION 2E	2.49	1.32	1.02	0.87	1.32
CAMION 3E/4E	2.95	1.77	1.38	1.21	1.77
ARTICULADOS	3.29	2.21	1.71	1.58	2.21

FUENTE: Elaboración propia

Evaluación Económica:

En el siguiente cuadro se resume los resultados de la Evaluación Económica realizada para cada alternativa planteada por cada tramo analizado:

Cuadro 1.5: Evaluación económica

	VAN	TIR (%)
Alternativa 1	-573.25	-11.79%
Alternativa 2	-900.79	-14.10%
Alternativa 3	-1,012.98	-14.39%

FUENTE: Elaboración propia

El flujo Neto del Proyecto para la alternativa más favorable se muestra a continuación:

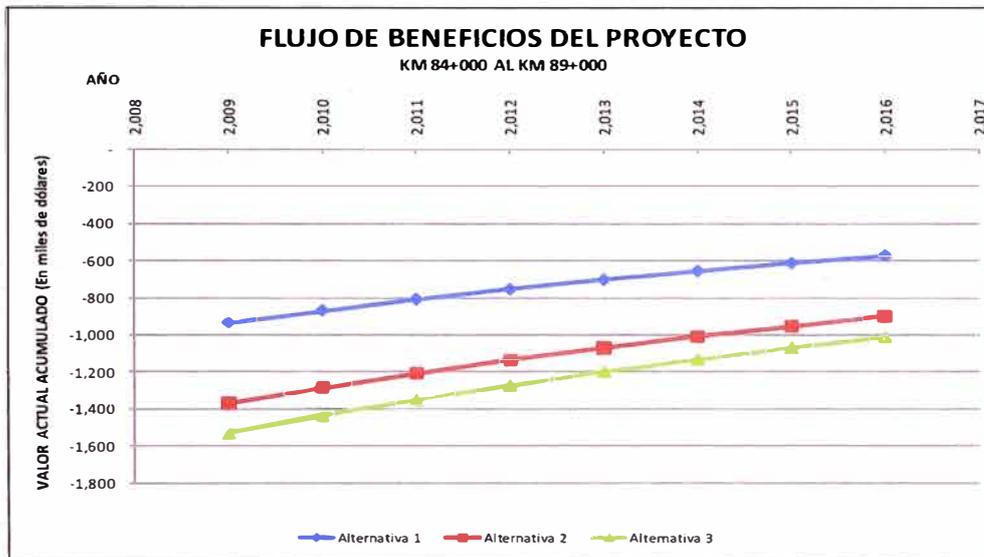
Cuadro 1.6: Valor actual neto

VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO EN MILES DE DOLARES (ALTERNATIVA N° 1)			
AÑO	Flujo Neto del Proyecto	Valores Actuales Netos	BENEFICIOS Proyecto
2,009	-935.00	-935.00	-935.00
2,010	72.32	65.15	-869.85
2,011	73.95	60.02	-809.83
2,012	75.64	55.30	-754.52
2,013	77.38	50.97	-703.55
2,014	79.19	46.99	-656.56
2,015	81.06	43.34	-613.22
2,016	82.99	39.97	-573.25

FUENTE: Elaboración propia

Realizada la evaluación económica a precios económicos del proyecto, se observa que no son viables ninguna de las alternativas comparando con la situación actual, debido principalmente al bajo IMD que presenta el tramo en estudio, pero se considera que el proyecto es viable debido a que es una forma de incentivar el uso de la vía para poder obtener una mayor demanda futura y poder hacer proyectos más rentables, y **se considera la primera alternativa** (Tratamiento superficial monocapa) por tener el VAN menos negativo.

Figura 1.5: Flujo de beneficios del proyecto



FUENTE: Elaboración propia

Conclusiones:

- De la evaluación económica del proyecto se concluye que ninguna de las alternativas analizadas es rentable comparando con la situación actual, debido entre otras cosas, al bajo IMD que se presenta en el tramo. Pero se considera que el proyecto es viable, contemplando a la carretera como un todo, debido a que es una manera de incentivar el uso de la vía para poder aumentar la demanda de la misma y hacer inversiones mayores en el futuro.
- La alternativa seleccionada incluye mejoramiento de drenaje, reforzamiento de taludes, mantenimiento de la losa del puente Matica, y aplicación de tratamiento superficial monocapa de 10 mm.
- Una alternativa para incrementar el IMD puede ser mejorar el diseño geométrico de la vía, logrando que el uso de la vía sea más cómodo y seguro para los transportistas y pasajeros.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 PROBLEMA DE LA EXUDACIÓN DEL ASFALTO

2.1.1 Definición y causas

Definición:

Es el afloramiento o flujo de material bituminoso hacia arriba en un pavimento asfáltico, dando como resultado una película de asfalto sobre la superficie formando una superficie brillante, reflectante, pegajosa y resbaladiza en asociación con agua. Disminuye la resistencia al deslizamiento generando inseguridad en la vía. (Ver Anexo2 — panel fotográfico - Imágen 04)

Causas:

- Excesivo contenido de ligante (asfalto) en la dosificación.
- Riego de imprimación o de liga muy pesado.
- Bajo contenido de vacíos.
- Derrame de solventes.

Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y se expande en la superficie del pavimento. También el tráfico puede causar la compresión adicional de un pavimento que contiene demasiado asfalto arrastrándolo hacia la superficie. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

2.1.2 Método de diagnóstico

Para diagnosticar la influencia de la exudación en el tramo se recurre al **Método de Evaluación de Pavimentos PCI (Pavement Condition Index)** desarrollado por M. Y. Shahin y S. D. Khon publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en 1978.

A. Factores de determinación del PCI:

- Tipo de falla (Ti): En el Anexo12, cuadro 5 se resume los tipos de falla consideradas para el PCI en pavimentos flexibles. Cada una de estos tiene una curva de Valor de Deducción en función a la densidad de la falla y a su severidad. En el caso de la exudación ver Anexo 8.

- Severidad de la falla (Sj):

LEVE (L): Se hace visible la coloración de la superficie por efecto de pequeñas migraciones de asfalto, aún aisladas. La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos.

MODERADA (M): Exceso de asfalto forma una película continua en huellas de canalización del tránsito. La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y llantas de vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

ALTA (H): Presencia de una cantidad significativa de asfalto libre. Aspecto húmedo del pavimento (mancha negra). La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y llantas de vehículos al menos durante varias semanas al año.

- Densidad de la falla: Es el porcentaje del área total considerada donde se produce la falla.

B. Procedimiento de evaluación:

1. Recorrer la vía en vehículo estándar y seleccionar un sub-tramo de un kilómetro longitud representativa que refleje la condición promedio de la superficie de rodadura de todo el tramo.
2. Identificar los tipos de falla predominantes en el sub-tramo considerado, tomando nota de su severidad y área o longitud según sea el caso, en secciones de 100m para poder determinar las densidades individuales de cada falla en cada sección.
3. Determinar el valor de deducción total (VDT) sumando los valores de deducción individuales (VDi) los cuales se determinan de acuerdo a la severidad y densidad individuales (curvas de deducción vs. densidad).
4. Determinar el valor de deducción corregido (DCV), ingresando a la curva de deducción para superficies asfálticas vs. DCV de acuerdo al número de valores de deducción individuales mayores que 5.
5. Determinar el PCI según la siguiente ecuación:

$$VDT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{mi} VD_{(Ti, Sj, Dij)}$$

PCI= 100 - DCV

DCV= F (TDV, n5) Curva DCV vs. TDV, Anexo 7.

6. Con el PCI obtenido es posible clasificar la condición del pavimento de acuerdo al rango de valores que se aprecia en el Anexo 12, cuadro 5-a.

En el caso del tramo asignado el principal problema es la exudación del asfalto en el monocapa colocado. El trabajo de campo no se observaron otras fallas incidentes y por tanto la aplicación de este método solo tomará en cuenta el fenómeno de exudación.

C. Alternativas de tratamiento:

En el caso de exudación del asfalto el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica en el XX Congreso Mundial de Carreteras de Montreal celebrado en el 2002, recomienda algunas opciones de reparación de acuerdo a la severidad de la falla. Se expone un resumen en el cuadro 2.1:

Cuadro 2.1: Alternativas de tratamiento según deterioro del pavimento.

SEVERIDAD	EXTENSIÓN	ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
BAJA	< 20 %	
	20% - 50%	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario
	> 50%	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario
MODERADA	< 20 %	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario
	20% - 50%	Aplicación de arena/ agregados y compactado
	> 50%	Aplicación de arena/ agregados y compactado (precalentando si fuera necesario)
ALTA	< 20 %	Aplicación de arena/ agregados y compactado (precalentando si fuera necesario)
	20% - 50%	Sobre-carpeta nueva con mezcla asfáltica en caliente.
	> 50%	Fresado superficial, sobre-carpeta nueva con mezcla asfáltica en caliente

Fuente: M5.1 Catálogo de deterioros de Pavimentos Flexibles – Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica – Volumen nro. 11

2.2 FUNDAMENTOS DE DISEÑO

2.2.1 Teoría de diseño de tratamientos superficiales

A. Definición de tratamientos asfálticos superficiales simples:

Un tratamiento superficial simple a menudo denominado como “Chip Seal” se trata de las aplicaciones asfalto – agregado generalmente de espesor menor a 2.50 cm a cualquier clase de superficie de carretera. Estos tratamientos pueden realizarse desde una simple y ligera aplicación de asfalto líquido hasta una serie de capas alternadas de asfalto y agregado.

Las operaciones que comprende la ejecución de un tratamiento superficial simple son las siguientes (ver Anexo 9):

- i) Preparación de la superficie, mejoramiento, bacheo, sellado de grietas.
- ii) Limpieza: barrido.
- iii) Riego de liga o imprimación según se aplique sobre pavimento existente o base granular.
- iv) Aplicación del ligante.
- v) Extendido del agregado.
- vi) Compactación.
- vii) Apertura al tránsito con velocidad reducida.
- viii) Barrido del exceso de agregados.

B. Materiales

1. Ligante: Para este tipo de tratamientos los ligantes bituminosos más adecuados son los siguientes:

Cementos asfálticos: Tipo CAP 85/100, 120/150; de graduación por viscosidad AC-20, RC-3000

Emulsiones asfálticas de rompimiento rápido: Catiónicas (CRS-1, CRS-2); aniónicas (RS-1, RS-2)

Asfaltos diluidos: RC-250, no es el más adecuado pero sin embargo es el más utilizado. Ver Anexo 17.

2. Agregado: Se pueden utilizar la mayor parte de los agregados duros, tales como arena, grava, piedra picada y escoria picada. El agregado seleccionado, sin embargo, debe cumplir con ciertos requisitos en cuanto a tamaño, forma, limpieza y propiedades de superficie. (Ver Anexo 1 y Anexo 10). El agregado deberá ser de tamaño tan uniforme como económicamente sea práctico, de forma que el tratamiento superficial tenga una sola capa de agregado. Si hay mucha diferencia entre el tamaño de las partículas mas grandes y el de las más pequeñas, la partícula de asfalto puede llegar a cubrir completamente las partículas pequeñas y no conseguir el embebimiento apropiado de las más grandes. Si sucede esto, las partículas grandes pueden ser fácilmente borradas por el tráfico de alta velocidad. Generalmente, el tamaño más grande del agregado para un tratamiento superficial no deberá ser más de dos veces el tamaño de la partícula más pequeña con una tolerancia razonable de tamaños gruesa y fina que permita una producción económica.

El tamaño máximo del agregado utilizado también determinara la suavidad de la superficie de rodamiento. Se ha hallado que el mejor tamaño de los agregados para conseguir esa cualidad de suavidad de superficie es el de media pulgada de diámetro.

C. Diseño de tratamientos superficiales simples y múltiples

Existen diversos métodos empíricos para la determinación de cantidades óptimas de ligante y árido necesario para realizar un tratamiento superficial. El primer paso es definir la cantidad de agregado a utilizar, ya que, en función a este se determinarán las cantidades óptimas de ligante. Este último deberá quedar a una altura comprendida entre el 60 al 70% del tamaño del agregado para garantizar la adherencia de las gravillas. Si se aplica menos ligante el agregado no queda bien adherido y se producen desprendimientos. Si el ligante se aplica en exceso se producirán exudaciones.

Entre los métodos de diseño de dosificación se pueden mencionar los siguientes:

C.1 Método del instituto del asfalto: Este método se basa en los estudios efectuados por **F. M. Hanson** (Nueva Zelanda) y las modificaciones hechas por ingenieros de Estados Unidos, Canadá y Australia.

El método de Hanson se basa en los siguientes principios:

- 1- Cuando el agregado de un solo tamaño es extendido por un esparcidor sobre una película de asfalto, las partículas quedan desacomodadas y los vacíos entre ellas son del orden del 50% aproximadamente.

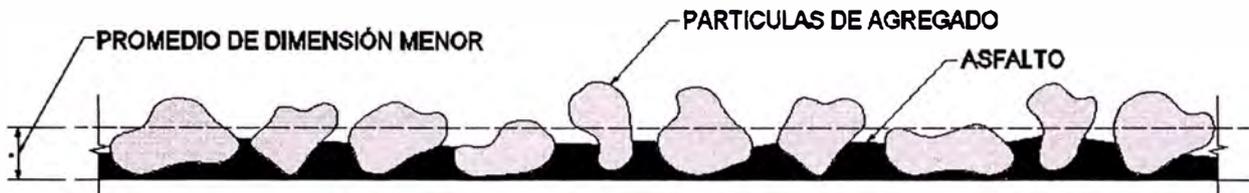


Figura 2.1: Partículas de agregado en posiciones desarregladas

- 2- El aplanado reacomoda las partículas reduciendo los vacíos a un 30%.
- 3- Ante el paso del tráfico las partículas se orientan en sus posiciones más densas reposando sobre sus lados más planos y los vacíos quedan reducidos a un 20% aproximadamente.

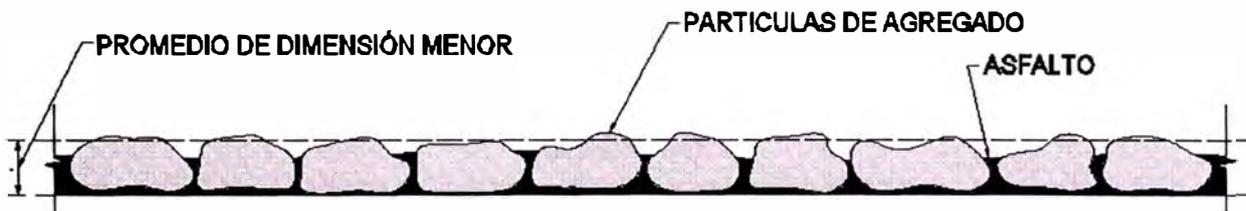


Figura 2.2: Partículas de agregado asentadas por el tráfico.

- 4- El espesor promedio de un tratamiento superficial queda determinado por la dimensión más pequeña de las partículas del agregado, al que Hanson le denomina "dimensión promedio más pequeña" del agregado de recubrimiento.
- 5- Esta dimensión promedio más pequeña de agregados de tamaños uniformes se puede determinar calibrando una serie de partículas individuales del agregado o utilizando una serie de tamices.
- 6- Conocida la dimensión promedio más pequeña del agregado se calcula el número de metros cuadrados cubiertos por un metro cúbico de agregado así como también la cantidad de ligante asfáltico a utilizar.

7- Hanson recomienda que para garantizar un buen comportamiento la cantidad de asfalto utilizada deberá llenar alrededor del 70% de los espacios vacíos para un bajo volumen de tráfico y del 60% para un tráfico elevado.

Tamaño Medio del agregado (TM)

El tamaño en pulgadas que pasa el 50% de acuerdo a la curva granulométrica se denomina Tamaño Medio del agregado.

Módulo de esparcimiento (M)

Se ha obtenido una correlación satisfactoria entre el diámetro medio de partículas y el volumen suelto del agregado necesario. El primero se ha calculado como el promedio ponderado del tamaño medio del 20% más grande, del 60% del tamaño medio y 20% del tamaño más pequeño. Este diámetro medio de las partículas es conocido como "Módulo de esparcimiento".

Factor tráfico (T)

Si hay demasiado tráfico se puede presentar un afloramiento de asfalto. Con poco tráfico, puede que los vacíos no se llenen suficientemente.

Cuadro 2.2: Factor tráfico (Porcentaje del 20% de los vacíos a ser llenados de asfalto)

Tráfico – Vehículos por día				
Menos de 100	100 - 500	500 – 1000	1000 - 2000	Más de 2000
0.85	0.75	0.70	0.65	0.60

Fuente: Manual MS-19 del Instituto del Asfalto.

Fórmulas para diseño para agregados gradados:

Para este caso se requiere efectuar análisis de gradación o curva granulométrica, módulo de esparcimiento y determinar la densidad aparente suelta (ASTM C-29).

En primera instancia se determina el módulo de esparcimiento en base a los datos obtenidos de la curva granulométrica del agregado:

$$M = 0.10 (b+a) + 0.30 (c+b) + 0.10 (d+c)$$

Donde:

M = Módulo de esparcimiento

a = Tamaño de tamiz por el que pasa el 100% del agregado en pulgadas.

b = Tamaño de tamiz por el que pasa el 80% del agregado en pulgadas.

c = Tamaño de tamiz por el que pasa el 20% del agregado en pulgadas.

d = Tamaño de tamiz por el que pasa el 0% del agregado en pulgadas.

Las cantidades de agregado y asfalto requeridos se pueden determinar mediante las siguientes fórmulas:

$$S = 0.80 \times M \times W$$

$$A = 1.122 \times M \times T + V$$

S = Cantidad de agregado en libras por yarda cuadrada.

W = Peso unitario suelto en libras por pie cúbico.

A = Asfalto regado en galones por yarda cuadrada.

T = Factor tráfico.

V = Adicional o descuento de asfalto en galones por yarda cuadrada para tomar en cuenta el exceso o absorción de asfalto por la superficie del pavimento y por el agregado. El cuadro 2.3 muestra los valores V a considerar

Cuadro 2.3: Valores de V para agregados gradados.

Descripción	V (gal/yd ²)
Superficie suave y no porosa	0.00
Superficie oxidada ligeramente porosa	0.05
Superficie porosa, oxidada y con huecos	0.15

Fuente: Manual MS-19 del Instituto del Asfalto.

C.2 Método del C.R.R. Centre de Recherches Routières (Bélgica), para tratamientos superficiales simple

Este método fue desarrollado por el Centro de Investigación de Carreteras Belga. El volumen de árido a extender "S" viene definido por la fórmula:

$$S = \Delta - \frac{\Delta}{100} + R$$

En donde:

S = cantidad de árido en l/m²

Δ = tamaño medio del árido en mm

R = parámetro que representa las posibles pérdidas

R = 1,00 lt/m² para Δ = 5mm

R = 1,50 lt/m² para Δ = 20mm.

La cantidad de ligante A viene expresada por la formula:

$$A = (a + b S) \times 1000 / pb$$

En donde:

A = cantidad de ligante en l/m²

S = cantidad de agregado en l/m²

pb = densidad del asfalto (Kg/m³), ver cuadro 2.4

Cuadro 2.4: Valores de pb del asfalto

Asfalto	Pb (Kg/m ³)
CAP 85/100, 120/150	1000
RC-250	960
CR	1010

Fuente: Construcción de Pavimentos-CONPAVI E.I.R.L.

a = parámetro que depende del estado y textura de la carretera, y varia

a = 0 en carreteras exudadas

a = 0,34 en carreteras normales

a = 0,59 en carreteras porosas, secas o fisuradas.

b = parámetros que depende del tipo y toma de los áridos

b = 0,69 áridos pre envueltos

b = 0,07 áridos artificiales

b = 0,09 áridos naturales

La cantidad de ligante obtenido deberá corregirse de acuerdo a las condiciones locales; la corrección en razón del tráfico puede variar entre el -5% y el + 5%. Es utilizable para cementos asfálticos, y si se emplea para otro tipo de ligante, hay que tener en cuenta su contenido de ligante residual.

C.3 Método de Linckenheyl o Regla del Décimo, para tratamiento superficial simple

D = tamaño máximo de la gravilla

d = tamaño mínimo de la gravilla

$$\Delta = (D + d) / 2 ; \text{ tamaño medio de la gravilla}$$

En condiciones normales, y para un tamaño medio de árido, $\Delta > 10\text{mm}$ el volumen necesario de árido S será: $S = 0.9 \Delta$

Y si el tamaño medio es $\Delta \leq 10\text{mm}$: $S = 3 + 0.7 \Delta$

La dosificación del ligante viene dada por la expresión:

$$A = 0.10 \times S \times 1000 / pb$$

Siendo:

A = cantidad de ligante en l/m^2

S = cantidad de árido en l/m^2

pb = densidad del asfalto (Kg/m^3), ver cuadro 2.4

Recomendaciones Españolas:

Las recomendaciones españolas, basadas en la anterior regla del décimo, suponen que la cantidad de árido necesario, incluido pérdidas, es:

$$S = 1,01 \Delta$$

Siendo:

Q = cantidad de árido en lt/m^2

Δ = tamaño medio en mm.

La dosificación de ligante se obtiene aceptando que 1 kg/m^2 de cemento asfáltico es capaz de retener entre 10 y 12 lt/m^2 de árido.

Sin embargo, ese kg de cemento asfáltico transformado en emulsión es capaz de retener entre 12 y 14 lt/m^2 de gravilla.

2.2.2 Teoría de diseño estructural de pavimentos flexibles

Para el presente informe se considerará los lineamientos proporcionados por el MÉTODO AASHTO 1993 y por el Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito (MDCBVT) elaborado por el MTC y cuyos fundamentos se derivan de la misma Guía AASHTO con el objetivo de verificar que la capacidad estructural del pavimento existente colocado por el contratista es suficiente para resistir los requerimientos de tránsito considerados. Los detalles y variables de aplicación del método se aprecian en el Anexo 13.

2.3 TEORIA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL.

2.3.1 Marco legal: Para la elaboración del presente Plan de Conservación y Mantenimiento Vial y las especificaciones técnicas de las partidas en estudio se considerará la Norma de Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras aprobado por Resolución Directoral N°051-2007-MTC/14 del 27 de agosto del año 2007. También se contemplará lo estipulado en los Términos de Referencia para el Servicio de Conservación Vial de la Carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Chupaca de setiembre del 2007; así como también los lineamientos que se aprecian en el Manual para la Conservación de Carreteras No pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.3.2 Definiciones:

El Plan de Conservación y Mantenimiento Vial de la superficie de rodadura está basado en tres tipos de acciones a realizar:

a. Mantenimiento Rutinario

El mantenimiento rutinario o preventivo es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente dirigidas a conservar la calzada y bermas, en lo posible, con la mínima cantidad de daños, conservando así las características iniciales al momento de su construcción. Deben tener el carácter de preventiva y la frecuencia de ejecución puede ir desde diaria hasta anual.

Alcances de aplicación:

Calzada:

Brindar una superficie de rodadura sin defectos ni obstrucciones que permitan al usuario transitar sin peligro.

Corregir los defectos que pudieran presentarse en el tiempo, que puedan afectar el estado o serviciabilidad de la carretera.

Monitorear el estado de la superficie de rodadura (rugosidad y deflexión) y evaluar comportamiento.

Limpieza de la vía a fin de evitar elementos extraños en el pavimento y roce de la vegetación que obstaculice la visibilidad del conductor.

Desquinchado del área de influencia de la vía.

Berma.

Mantener su alineamiento y pendiente para asegurar un drenaje de las aguas pluviales hacia el drenaje existente.

Brindar una estructura uniforme y estable para otorgar al usuario de la vía un espacio seguro en caso de emergencia de vehículos y su carga.

b. Mantenimiento Periódico

El mantenimiento periódico o correctivo es el conjunto de actividades que se ejecutan en periodos por lo general de más de un año, dirigidas a evitar la aparición o agravamiento de defectos mayores y restaurar todos los elementos de la vía, con la finalidad de conservar la integridad estructural y corregir defectos puntuales que pudieran presentarse, recuperando así la condición original de la vía y sus niveles de serviciabilidad.

Alcances de aplicación:

Tanto en la calzada como en la berma se busca establecer el nivel de serviciabilidad de la superficie de rodadura (sellado, slurry seal, recapeado), según sea el caso, establecido en el presente plan de mantenimiento a fin de brindar al usuario una carretera segura y confiable con un máximo IRI de 2.8.

c. Atención de Emergencias

La atención de emergencias es el conjunto de actividades dirigidas a restablecer la normalidad del tránsito en el tiempo más corto posible ante la ocurrencia de un evento extraordinario o de fuerza mayor que afecte parte o la totalidad de la vía, tales como derrumbes menores, huaycos, inundaciones, etc.

El periodo de ejecución de dichas actividades no son ni programadas ni rutinarias, sino ejecutadas inmediatamente ocurra el evento imprevisto.

Alcances de aplicación:

Evaluación de daños.

Planteamiento de soluciones y evaluación de daños.

En el caso de la limpieza de derrumbes y huaycos mayores, si el volumen a retirar es menor a 15m³, se considerará como mantenimiento rutinario. El límite

superior de dicho volumen queda a criterio del contratista, que en el caso de CRC contempla en sus términos de referencia un volumen máximo de 200m³ como parte de su compromiso del mantenimiento del nivel de servicio. Superado este volumen, podrá cobrar los adicionales respectivos.

Asimismo, el programa de Conservación y Mantenimiento Vial está destinado a mantener unos parámetros mínimos, a los que llamaremos niveles de servicio, durante un plazo establecido de 7 años.

Definición de los niveles de servicio.

Se le conoce como niveles de servicio a las condiciones en que deben conservarse las carreteras en todo momento siendo plenamente esta responsabilidad del Contratista.

- Transitabilidad: El concepto de “transitabilidad” en el Perú define una situación de “disponibilidad de uso de la vía”, 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 huaicos, desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma de la carretera, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, etc.

- Seguridad: Los países en subdesarrollo, entre los cuales está el Perú presentan 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 esta menos atento respecto de la aparición de otros vehículos.

- Comodidad en la conducción: La comodidad es medida en términos del Índice Internacional de Rugosidad o IRI.

2.3.3 Teoría del deterioro de carreteras

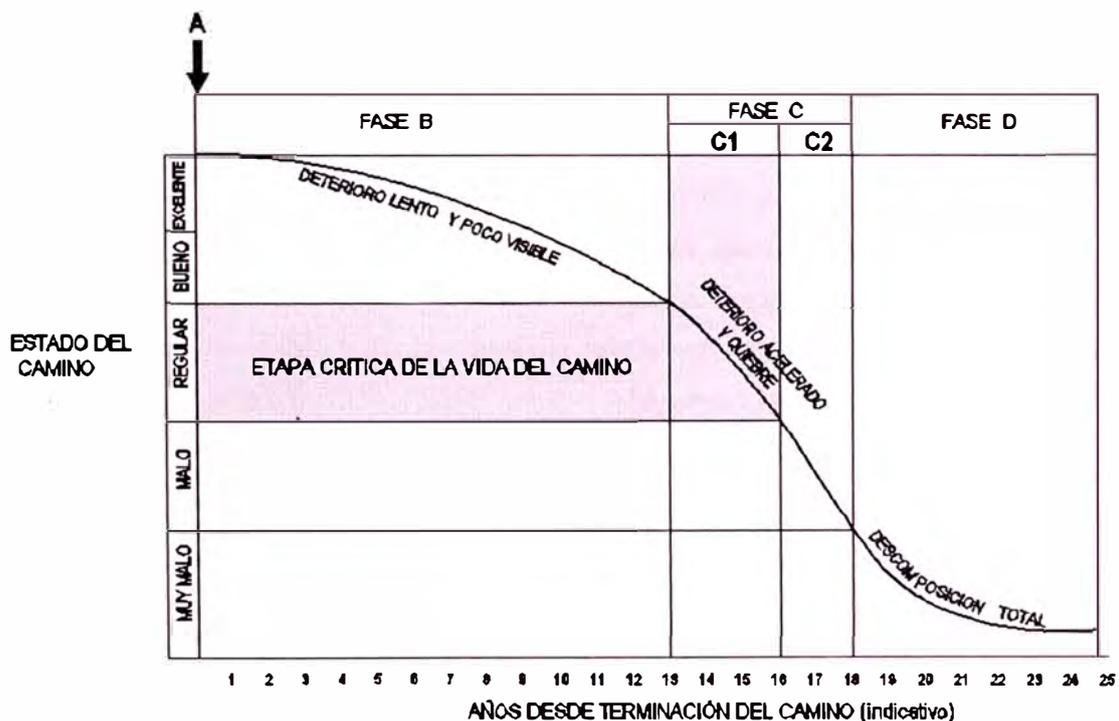
A. Conceptos generales

El programa de Conservación de carreteras “comprende las acciones orientadas a garantizar el mantenimiento de la infraestructura vial conservando la naturaleza y característica original de las carreteras, proporcionando condiciones normales de transitabilidad.”

En la actualidad la política de asignar constantemente recursos insuficientes para la conservación vial no permite una óptima relación entre costos y beneficios a largo plazo. Es incorrecto tratar de “ahorrar” recursos que deben utilizarse en la conservación de carreteras, sin percatarse de que este “ahorro” significa un gasto futuro mucho mayor.

En la figura 2.3, se aprecia la tendencia de deterioro que el tiempo y el tráfico infringe a la carretera. Lo ideal es que la superficie de rodadura debe reforzarse al inicio de la fase C, (sector C1) periodo en el cual la condición del pavimento se torna crítica.

Figura 2.3: Curva típica de deterioro de carreteras



Fuente: IPE - Lecciones de Mantenimiento de Carreteras en el Perú 1992 – 2007 – 2008

El daño de un pavimento se origina desde el primer día que esta ha sido construida y al inicio de la fase C, normalmente basta con reforzar la superficie de la carretera, incurriendo en costos relativamente bajos, pudiendo alcanzar alrededor del 10% del valor original de la carretera. Sin embargo, las

intervenciones normalmente llegan al finalizar la fase C y durante la fase D, en las que deben repararse los daños producidos en la estructura básica de la carretera; ello significa demoler y levantar las partes dañadas, reemplazándolas por componentes nuevos, con un costo que puede equivaler a entre 50% y 80% del valor de la carretera. Es decir, se gasta más rehabilitando una carretera que no se mantuvo adecuadamente, que manteniéndola con intervenciones a destiempo y poco oportunas y con “ahorro” inmediato pero efímero.

Beneficios del mantenimiento vial:

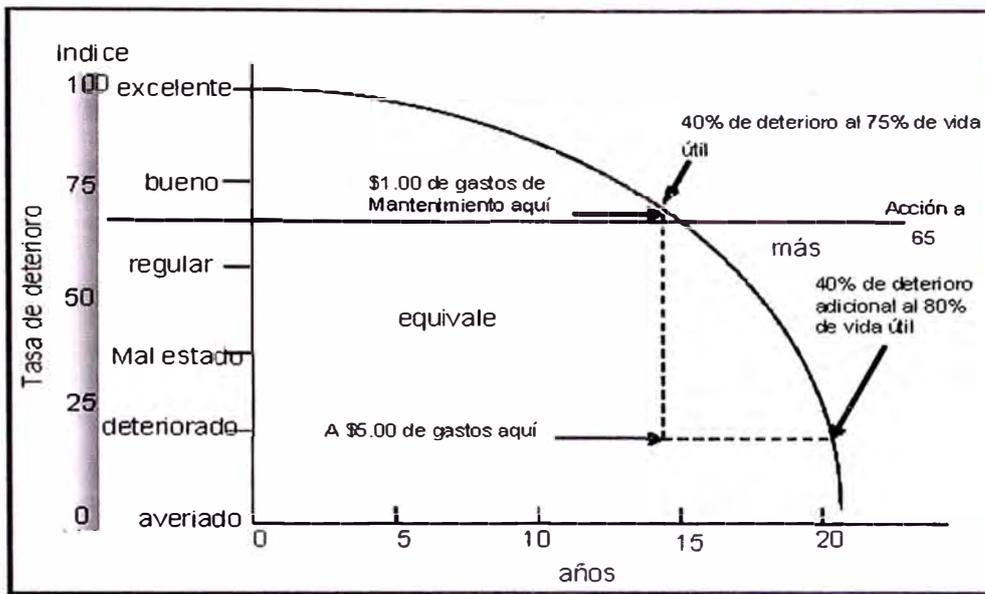
- Preservación del capital invertido en la rehabilitación de la carretera.
- Protección del parque automotor y ahorro en los costos de operación vehicular.

B. Modelo de conservación de pavimentos (Pavement Management)

El modelo de Conservación de Pavimentos (CP) adoptado se basa en el modelo estadounidense en desarrollo sobre Gestión de Pavimentos (Pavement Management) e Inventario Vial (Asset Management) respaldada por asociaciones gubernamentales tales como la Administración Federal de Carreteras (Federal Highway Administration, FHWA) y la AASHTO.

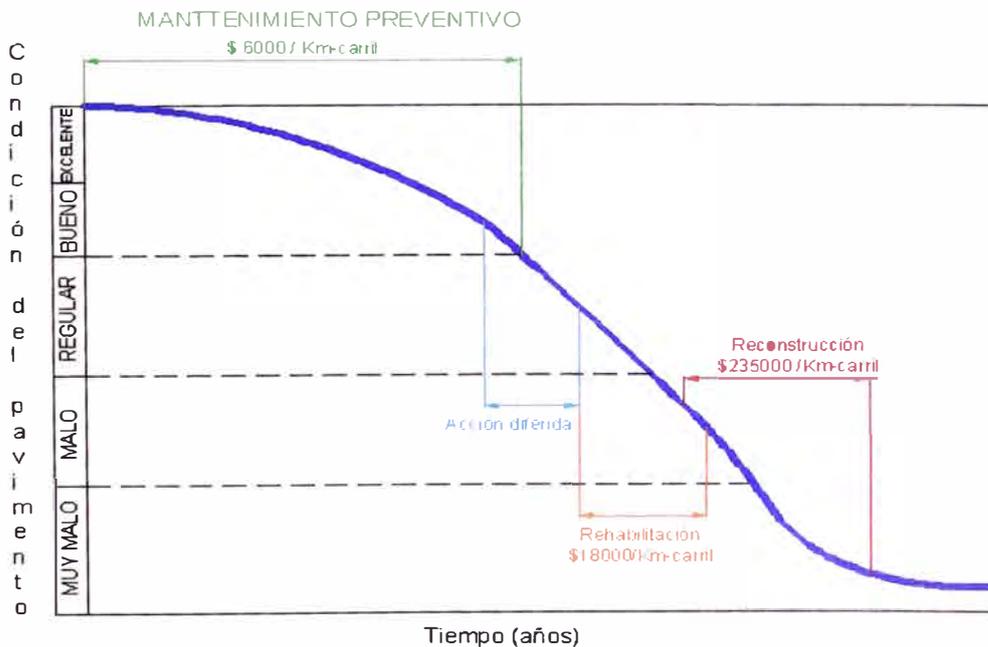
La evolución del estado físico de las carreteras debe ser monitoreada por las agencias a intervalos determinados. Actualmente, existe un escrutinio que refleja un índice de la condición del pavimento (PCI) el cual se describe en ASTM D 5340 y tal como se trató en el ítem 2.1.2. La figura 2.4 representa la curva típica de la tasa de deterioro del pavimento para el presente modelo de acuerdo al PCI. Se observa que 40% de deterioro ocurre al 75% de vida útil del pavimento. Se sugiere que en este punto se debe tomar la decisión de aplicar la acción preventiva, caso contrario dará como resultado la necesidad de rehabilitar o reconstruir el pavimento lo cual sería mucho más costoso. En la figura 2.5 se ilustran, por kilómetro carril, los gastos relativos a la construcción, rehabilitación y mantenimiento preventivo.

Figura 2.4: Modelo de conservación (PAVEMENT MANAGEMENT - EEUU)



Fuente: Pavement Preservation Systems, Dr. Delmar Salomón - Conservación de Pavimentos: Metodología y Estrategia -2008

Figura 2.5: Costos relativos de mantenimiento preventivo, rehabilitación y reconstrucción



Fuente : Pavement Preservation Systems, Dr. Delmar Salomón - Conservación de Pavimentos: Metodología y Estrategia -2008

C. Conservación de pavimento en el tiempo

Se debe identificar qué punto es demasiado tarde o demasiado temprano para

los tratamientos preventivos. Desafortunadamente, no se cuenta con herramientas ni información que ayuden a predecir con precisión el tiempo correcto de aplicación de los tratamientos adecuados. El cuadro 2.5 es un listado de tratamientos, vida útil y costo.

Cuadro 2.5 Comparación de Costos Relativos de Diferentes Tratamientos Superficiales

Tratamiento	Vida útil, años	Costo relativo US \$/m ²
Riegos de imprimación y riegos de adherencia	1 - 2	1
Sello con lechada	3 - 5	4
Micro aglomerado	3 - 9	8
Sellado de fisuras	2 - 5	2
Recubrimiento en frío, capa Fina	2 -10	5
Recubrimiento en caliente, capa fina	2 -12	9
Riego de sello	3 - 7	4
Reciclado en frío en sitio (espesor: 25 mm)	5 -10	4

Fuente: Pavement Preservation Systems, Dr. Delmar Salomón - Conservación de Pavimentos: Metodología y Estrategia -2008

La efectividad del programa de conservación de pavimentos, depende de los escrutinios de las fallas y los tratamientos de estas. Estos tratamientos se deben hacer de uno a seis años en pavimentos flexibles y de 3 a 8 años en pavimentos rígidos.

Es crítico tener un programa para extender la vida útil del pavimento (VUP). Este proceso consiste de las siguientes tareas:

- 1) Monitorear y establecer la condición del pavimento existente
- 2) Determinar las causas de los daños
- 3) Desarrollar alternativas viables
- 4) Hacer un análisis de costo del ciclo de vida
- 5) Seleccionar el tratamiento preferido en base de su costo-beneficio.

Además de identificar la oportunidad para el inicio de tratamiento preventivo, se debe determinar la frecuencia apropiada de aplicaciones adicionales. Se desconoce exactamente cuando un tratamiento llega a su vida útil. El cuadro 2.5 da algunas indicaciones según prácticas en EEUU.

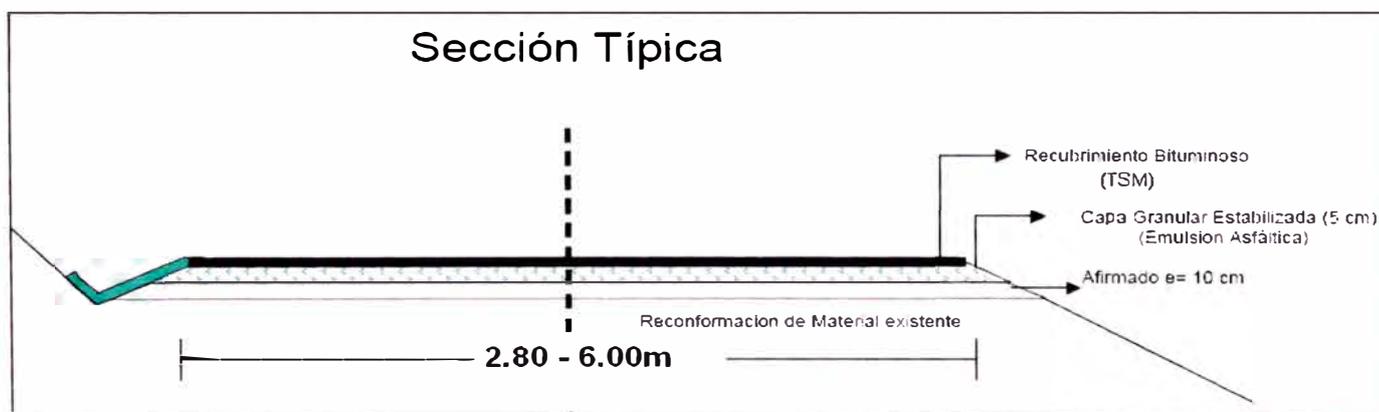
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DEL TRAMO A EJECUTAR

3.1 ESTADO ACTUAL Y DIAGNÓSTICO DEL TRAMO

3.1.1 Estado actual del tramo asignado

El tramo asignado de la carretera comprende desde el Km 84+000 hasta el Km 89+000 y actualmente la estructura está conformada por 0.05m de base estabilizada con emulsión y 9mm de Tratamiento Superficial Monocapa directamente colocados sobre terreno natural nivelado.

Figura 3.1: Estructura existente del Tramo



FUENTE: MTC.- Términos de Referencia del Contrato de Conservación Vial por niveles de servicio de la Carretera Cañete – Chupaca.

Del trabajo de campo en el tramo asignado se ha encontrado que el principal problema existente es la **exudación del asfalto** del Monocapa colocado. A su vez presenta anchos de plataforma muy reducidos, bermas mayormente inexistentes y donde se aprecian están entre 0.50 a 1.00m afirmadas o en estado natural, curvas con radios menores que el mínimo establecido y pendientes que llegan al 9%, diseño geométrico deficiente, tortuosidad elevada, sección inadecuada para el paso de camiones pesados, problemas de drenaje deficiente debido principalmente a su cercanía al río, puente Matica con tablero deteriorado, falta de señalización o señalización deficiente, algunos taludes erosionados y/o inestables. Ver panel fotográfico, Anexo 2.

En vista de que el ancho de vía varía entre 2.8 y 6.00 m, se realizó un prorrateo con datos de campo, como se muestra en el cuadro 3.1:

Cuadro 3.1: Ancho promedio del tramo

KM	MIN.(m)	MAX.(m)	Ancho prom.(m)
84-85	2.80	4.50	3.65
85-86	3.60	6.00	4.80
86-87	4.50	6.00	5.25
88-89	3.60	6.00	4.80
PROMEDIO TOTAL(m) =			4.625

FUENTE: Elaboración propia

La información, referida a accidentes obtenida de la PNP de Pacarán, indica una alta tasa de accidentalidad, con resultados no solo de daños materiales sino con personas heridas tal como muestra el cuadro 6, en el Anexo 12.

3.1.2 Diagnóstico del tramo (Método PCI)

En el trabajo de campo no se observaron mayores fallas u otros defectos incidentes en el tramo, por lo que el diagnóstico sólo considerará la extensión del fenómeno de la exudación. Para ello se hizo un recorrido en vehículo estándar a lo largo de la vía a velocidad promedio entre 25-30 Km/h. Los resultados de la inspección se muestran en el cuadro 3.2:

Cuadro 3.2: Densidad de la exudación

KM	%L trans.	%L long.	% Área	Densidad	Severidad
84-85	66	70	46.20	0.0924	M
	30	30	9.00	0.018	L
85-86	40	50	20.00	0.040	L
	25	50	12.50	0.025	M
86-87	50	100	50.00	0.10	M
87-88	40	100	40.00	0.080	M
88-89	60	80	48.00	0.096	M
	50	20	10.00	0.020	L
PROMEDIO TOTAL =				0.4714	

FUENTE: Elaboración propia

Figura 3.2: Extensión de la exudación – Km 84+400



De acuerdo al cuadro 3.2, el tramo presenta un 47.14% de su superficie de rodadura exudada.

El cuadro siguiente presenta valores de deducción (VD_i) por severidad según el Anexo 8):

Cuadro 3.3: Valores de deducción de la exudación

KM	Densidad (%)	Severidad	VD
84-85	9.24	M	12.50
	1.80	L	0.01
85-86	4.00	L	0.10
	2.50	M	5.00
86-87	10.00	M	13.10
87-88	8.00	M	11.80
88-89	9.60	M	12.80
	2.00	L	0.01
VDT =			55.32

FUENTE: Elaboración propia

Se observa en el cuadro anterior que el número de valores de deducción mayores que 5 son 4. Con $VDT = 55.32$ se ingresa a la gráfica del Anexo 7 obteniéndose un valor de deducción corregido (DCV) de 30. Por tanto:

$$PCI = 100 - 30 = 70$$

Por tanto, según el cuadro 5-a del Anexo 12, la condición del pavimento es buena y requiere acciones de mantenimiento localizado, pero su deterioro comienza a aumentar.

Según el cuadro 2.1, las opciones para su reparación considerando un 47.14% de área exudada es una aplicación de arena o agregados compactados y calentados de ser necesario.

3.2 SOLUCIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA

3.2.1 Criterios de solución

En muchos casos, la exudación puede ser corregida por aplicaciones repetidas de arena caliente, cerniduras de escoria o roca caliente para eliminar el exceso de asfalto. A veces cuando la exudación es ligera, una capa de sello de agregado, usando agregado absorbente es el único tratamiento que se necesita. Dada la condición de superficie de rodadura verificada en el ítem anterior, una capa de nivelación, mezclada en planta, en caliente, con un bajo contenido de asfalto, puede ser efectiva para absorber el exceso de asfalto. Sin embargo con este tratamiento se requiere de una nueva capa superficial sobre la capa de nivelación a fin de prevenir una desagregación. En resumen, se contemplan hasta tres soluciones posibles:

a. Reparación con Agregado Caliente:

- Aplicar cerniduras de escoria de un tamaño máximo de 9.5 mm (3/8"), cerniduras de roca o arena al área afectada. El agregado debe ser calentado a por lo menos 150°C (300°F) y esparcido a razón de 5.4 a 8 Kg/m² (10 a 15 lb/yd²).

Inmediatamente después de esparcir, alisar con un rodillo de ruedas neumáticas.

Cuando el agregado se ha enfriado, barrer las partículas sueltas.

Repetir el proceso en caso de ser necesario.

b. Reparación con fresadora:

Remover la película de asfalto con una fresadora

Dejar la superficie aplanada o aplicar, ya sea un tratamiento superficial mezclado en planta, o una capa sellante.

c. Colocación de una nueva capa de nivelación con bajo contenido de asfalto.

Esta última es la solución elegida debido a que una aplicación de arena haría la superficie de rodadura menos adherente y más resbaladiza, cosa que con anchos de vía reducidos y curvas con radios inferiores a los mínimos establecidos, es poco recomendable. El acabado superficial que brinda un monocapa proporcionará adherencia suficiente entre los neumáticos y el pavimento.

Previo a determinar la dosificación del nuevo monocapa, se verificará que la capacidad estructural de la vía sea suficiente para el tráfico de diseño.

3.2.2 Verificación estructural de la vía

Dada la relativa juventud de 7 meses del monocapa, no se consideró necesario aplicar el concepto de vida remanente y por tanto la verificación se realizará utilizando el Método de la Norma AASHTO 93, según lo contemplado en el ítem 2.2.2 del presente informe.

Periodo de diseño: 7 años

Cálculo de ejes equivalentes (W_{18}):

Datos:		Factor presión =	1.288
Presión inflado (psi) =	90.00	T(años) =	7.000
Presión corregida (psi) =	81.00	D_D =	0.5
		D_L =	1

Cuadro 3.4: Cálculo de EAL (ver Anexo 14)

TIPO DE VEHÍCULO	SIMB.	IMD normal	j%	G	EE	FEC	EAL
Autos		1	1.40%	7.30	--	--	--
Camionetas		7	1.40%	7.30	--	--	--
Camioneta rural		1	1.40%	7.30	--	--	--
Micro		0	1.40%	7.30	--	--	--
Ómnibus 2E	B2	14	1.40%	7.30	4.504	5.800	216399.74
Ómnibus 3E	B3	0	1.40%	7.30	3.285	4.231	0.00
Camión 2E	C2	8	3.80%	7.85	4.504	5.800	132964.74
Camión 3E/4E	2S2	5	3.80%	7.85	6.523	8.400	120355.38
Articulado	2S3	1	3.80%	7.85	5.924	7.629	21860.66
IMD		37					

EAL= 4.916E+05
W18= 2.458E+05

FUENTE: Elaboración propia

Cálculo de W_{18} : $W_{18} = EAL \times D_D \times D_L$

Donde:

EAL: Ejes equivalentes a 8.2tn

D_D : Factor de distribución direccional (50%, generalmente)

D_L : Factor de distribución de carril (100%, para 1 solo carril por dirección)

Reemplazando valores tenemos:

$$W_{18} = 4.916E+05 \times 0.5 \times 1$$

$$W_{18} = 2.458E+05$$

Confiabilidad (R):

De acuerdo al Anexo 13, cuadro A20.3, con $W_{18} = 245.8E+03$, se asume $R=70$ y

$Z_r = -0.524$

Desviación Estándar total (S_o)

Para pavimentos flexibles 0.40 – 0.50 (AASHTO 1993)

Se elige $S_o = 0.40$

Diferencia de la serviciabilidad inicial y la final ΔPSI

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Donde:

P_o : Índice de Serviciabilidad Inicial (4.2 Bueno – Excelente)

P_t : Índice de Serviciabilidad Final (2.2 Regular)

Reemplazando valores tenemos:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.2 = 2.0$$

Módulo Resiliente de la Subrasante M_R

Usaremos la siguiente correlación:

$$M_R \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El CBR del terraplén que recibirá al pavimento, se obtiene de los ensayos realizados por CGC en los laboratorios del MTC (Anexo 16). Los datos a considerar se aprecian en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.5: Valores CBR

Km	CBR (%MDS)	
	95	100
81+600	19.2	42.9
85+600	23.2	48.6
89+600	7.4	8.2

FUENTE: Ensayos CGC

El MDCBVT recomienda que si se tienen menos de 6 valores de CBR se toma el valor más crítico. En este caso sólo se cuenta con un valor de CBR directamente en el tramo (84+000 – 89+000), por tanto se asume:

$$\text{CBR (95\%)} = 23.2\%$$

Finalmente reemplazando valores tenemos:

$$M_R = 2555 \times (23.2)^{0.64} = 19111.87 \text{ psi}$$

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SN REQUERIDO

Datos:

Confiabilidad	R	= 70%
Desviación estándar normal	Z _R	= -0.524
Desviación estándar total	So	= 0.45
Ejes equivalentes	W ₁₈	= 0.2458E+06
Módulo resiliente	M _R	= 19.112 Ksi
Pérdida de nivel de servicio	ΔPSI	= 2

SN = 1.60

Según el nomograma AASHTO (Anexo 4):

Utilizando el software libre de cálculo, se confirma el valor del número estructural requerido que resulta en **SN=1.66**.

Figura 3.3: Cálculo de SN, vía software

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The title bar reads 'Ecuación AASHTO 93'. The main window title is 'CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)'. Below the title, it says 'Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela, Ingeniero Civil, Manizales, 2004'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu shows '70 %' and 'Zr=-0.524'. The 'So' field contains '0.4'.
- Serviciabilidad inicial y final:** 'PSI inicial' is '4.2' and 'PSI final' is '2.2'.
- Módulo resiliente de la subrasante:** 'Mr' is '19111.87 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The 'W18' field contains '254790.26'.
- Número Estructural:** The 'SN' field contains '1.66'.
- Observaciones:** An empty text area.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir'.

Número estructural según espesores de capas existentes:

La estructura a evaluar teóricamente presenta una configuración de espesores como la que aprecia en la figura 3.1.

Según el Anexo 13 se asume que las condiciones de drenaje para el tramo son buenas y el porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación es de 1 a 5 % para la capa de base granular y sub base granular. Se asume además que la sub-base granular esta con un CBR de 60% al 100% de MDS. El cuadro 3.6, resume los parámetros contemplados y muestra el número estructural que se obtiene.

Cuadro 3.6: SN por capas consideradas

Descripción	ai / cm	mi	Di(cm)	SN
Base granular estabilizada con emulsión	0.135	1.20	5.00	0.810
Sub-base granular, CBR 60%, compactada al 100% MDS	0.050	1.20	10.00	0.600
SN total exist.=				1.410

FUENTE: Elaboración propia

Se observa que:

SN requerido = 1.66

SN existente = 1.41

Por tanto es evidente que: **SN existente < SN requerido**

Se sabe que los tratamientos superficiales en general no aportan estructuralmente al pavimento. Sin embargo, los resultados obtenidos se trabajaron en base a un solo dato de CBR del tramo asignado, lo que no sería muy representativo. Por tanto se recomienda realizar más calicatas para obtener datos de CBR más representativos.

3.2.3 Determinación de las tasas de riego

Para determinar las proporciones de las cantidades de asfalto y agregado a colocar se utilizarán los métodos contemplados en ítem 2.2.2

Para ello, se recolectó una muestra de agregado utilizado en la vía, de la que se obtuvo la granulometría que figura en el Anexo 5. Los cuadros 3.7 y 3.8 muestran algunos datos adicionales requeridos para la aplicación de los métodos.

Cuadro 3.7: Datos de muestra de agregado recolectada

DATOS	
Tamaño medio del agregado (pasa 50%)	0.315"
Peso aprox. Muestra (Kg)	4.00
Volumen de recipiente (m3) (tubo diámetro 3" x 0.50m)	0.00228
Peso unitario suelto w(Kg/m3)	1754.24
w(lb/pie3)	109.533

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 3.8: Dosificación monocapa existente

Ø prom. agregado=	3/8"(0.375")
S (Kg/m2)=	15.00
A (gal/m2)=	0.34

FUENTE: Contratista ICCGSA

El diámetro promedio de los agregados del nuevo monocapa deberá ser aproximadamente la mitad del diámetro de agregados del monocapa existente. En ese sentido, siendo el tamaño promedio de agregado colocado por el contratista de 3/8", el rango de tamaño nominal del agregado del monocapa a colocar será de 3/8" (9.5mm) a N°8 (2.36mm). Por tanto:

Para el agregado a colocar:

$$D = 3/8" (9.5\text{mm}), \quad d = 2.36\text{mm} \rightarrow \Delta = (9.5 + 2.36) / 2 = 5.93\text{mm}$$

A. Método del instituto del asfalto:

De la granulometría del agregado (Anexo 5) y considerando diámetros inferiores a 1" y por encima de malla N°8, se obtienen los coeficientes de aporte para el cálculo del módulo de esparcimiento M, de acuerdo al ítem 2.2.1 – C.1

$$\begin{aligned} a = 1" & & c = 0.1874" & & M = 0.38425" & & V = 0 \\ b = 1/2" & & d = 0.0929" & & T = 0.85 \end{aligned}$$

Con la intención de determinar la dosificación teórica del monocapa colocado se aplica las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} S &= 0.80 \times M \times W \\ A &= 1.122 \times M \times T + V \end{aligned}$$

Diseño agregado:

$$\begin{aligned} S(\text{lb/yd}^2) &= 0.80 \times 0.38425 \times 109.533 \\ S(\text{lb/yd}^2) &= 33.67 \end{aligned}$$

$S(\text{Kg}/\text{m}^2)=$	18.263
----------------------------	--------

Diseño asfalto:

$$A (\text{gal}/\text{yd}^2) = 1.122 \times 0.38425 \times 0.85 + 0$$

$$A (\text{gal}/\text{yd}^2) = 0.366$$

$A (\text{gal}/\text{m}^2)$	0.438
-----------------------------	-------

Se puede decir que según el método del Instituto del Asfalto, la dosificación aplicada por el contratista es adecuada y no debería presentar problemas.

B. Método del C.R.R. centre de Recherhces Routierès (Bélgica)

Para el monocapa colocado:

Agregado:

$$\Delta (\text{mm}) = \text{tamaño medio del árido} = 9.525 \text{ mm } (3/8")$$

$$R = 1.10 \text{ lt}/\text{m}^2$$

$$S = \Delta - \frac{\Delta}{100} + R = 10.53 \text{ l}/\text{m}^2$$

$$S = 10.53 \text{ l}/\text{m}^2 \times 0.001 \text{ m}^3/\text{l} \times 1754.24 \text{ Kg}/\text{m}^3 = \mathbf{18.47 \text{ Kg}/\text{m}^2}$$

Asfalto: asumiendo RC-250

$$a = 0.34, b = 0.07, pb = 960 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

$$A = (a + bxS) \times 1000/960 = (0.34 + 0.07 \times 10.53) \times 1000 / 960$$

$$A = 1.122 \text{ l}/\text{m}^2 \times 1 \text{ gal } / 3.7854 \text{ l} = \mathbf{0.296 \text{ gal } / \text{m}^2}$$

Para el monocapa nuevo:

Agregado:

$$\Delta (\text{mm}) = \text{tamaño medio del árido} = 5.93 \text{ mm}$$

$$R = 1.00 \text{ lt}/\text{m}^2$$

$$S = \Delta - \frac{\Delta}{100} + R = 6.87 \text{ l}/\text{m}^2$$

$$S = 6.87 \text{ l}/\text{m}^2 \times 0.001 \text{ m}^3/\text{l} \times 1754.24 \text{ Kg}/\text{m}^3 = \mathbf{12.05 \text{ Kg}/\text{m}^2}$$

Asfalto:

$$a = 0 \text{ (considerando la exudación)}, b = 0.07, pb = 960 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

$$A = (0 + 0.07 \times 6.87) \times 1000 / 960 = 0.48 \text{ l}/\text{m}^2 = 0.50 \text{ l}/\text{m}^2 \times 1 \text{ gal } / 3.7854 \text{ l} = \mathbf{0.132 \text{ gal } / \text{m}^2}$$

C. Método de Linckenheyl o Regla del Décimo

Para el monocapa colocado:

Agregado:

$$\Delta = 9.525 \text{ mm}$$

$$\Delta \leq 10\text{mm} \rightarrow S = 3 + 0.7 \Delta = 9.67 \text{ l/m}^2$$

$$S = 9.67 \text{ l/m}^2 \times 0.001 \text{ m}^3/\text{l} \times 1754.24 \text{ Kg/m}^3 = \mathbf{16.96 \text{ Kg/m}^2}$$

Asfalto: se asume RC-250

$$A = 0.10 \times S \times 1000 / \text{pb} = 0.10 \times 9.67 \times 1000 / 960 = 1.0073 \text{ l/m}^2 = 1.0073 \text{ l/m}^2 \times 1 \text{ gal} / 3.7854 = \mathbf{0.266 \text{ gal /m}^2}$$

Para el monocapa nuevo:

Agregado:

$$\Delta = 5.93 \text{ mm}$$

$$\Delta \leq 10\text{mm} \rightarrow S = 3 + 0.7 \Delta = 7.15 \text{ l/m}^2$$

$$S = 7.15 \text{ l/m}^2 \times 0.001 \text{ m}^3/\text{l} \times 1754.24 \text{ Kg/m}^3 = \mathbf{12.545 \text{ Kg/m}^2}$$

Asfalto RC-250:

$$A = 0.10 \times 7.15 \times 1000 / 960 = 0.745 \text{ l/m}^2 \times 1 \text{ gal} / 3.7854 = 0.1968 \text{ gal /m}^2$$

Pero considerando la exudación:

$$A \text{ colocado} = 0.34 \text{ gal/m}^2$$

$$\text{Exceso} = 0.34 - 0.266 = 0.074 \text{ gal/m}^2$$

$$A \text{ requerido} = 0.1968 - 0.074 = \mathbf{0.1228 \text{ gal/m}^2}$$

NUEVA DOSIFICACIÓN:

Promediando los resultados obtenidos con el método del C.R.R. y la regla de Décimo se obtienen las dosificaciones que muestra el cuadro 3.9

Cuadro 3.9: Nueva Dosificación del Monocapa

S (Kg/m ²)=	12.30
A (Gln/m ²)=	0.13

Dado que el monocapa presenta una superficie rugosa apreciable, el agua puede acumularse y generar problemas. Por tanto se debe cuidar que el drenaje sea adecuado y proporcionar suficiente bombeo para garantizar un escurrimiento aceptable.

El cuadro 7 del Anexo 12, recomendado por la Norma DG - 1999 del MTC, especifica valores de bombeo, indicando en algunos casos un rango dentro del cual el valor deberá moverse, afinando su elección según los matices de la rugosidad de las superficies y de los climas imperantes.

En este caso y según el clima imperante en la zona, el valor adoptado es de 2,5 % por el tipo de superficie y los valores de Precipitación de la Zona.

3.2.4 Partida para costos de construcción

Para el presente informe se considerará las partidas necesarias para la colocación del nuevo monocapa con la dosificación calculada en el ítem anterior. No se ha considerado mejoramiento de bermas debido a que en la mayoría del tramo asignado estas son prácticamente inexistentes. Solo algunas zonas alcanzan anchos de entre 0.50 y 0.80m.

Partida: Tratamiento Superficial Monocapa

La partida incluye el barrido y sopleteo del monocapa existente. Asimismo la, compactación, riego de liga, obtención y colocación de la gravilla o agregado para tratamiento superficial monocapa.

CUADRO 3.10: Partida tratamiento superficial monocapa

TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA (EXD)		
Rendimiento		4,000.000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad
Mano de Obra		
470101	CAPATAZ	HH
470103	OFICIAL	HH
470104	PEON	HH
Materiales		
130006	ASFALTO RC-250	GLN
Equipos		
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO
490191	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM
490325	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM
490346	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	HM
490367	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 DE 80 HP	HM
490530	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	HM
491304	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM
Insumos Partida		
920101	AGREGADO P/TRAT. SUPERFICIAL MONOCAPA	M3

FUENTE: Elaboración propia

La obtención del agregado se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO 3.11: Partidas para obtención de agregado

AGREGADO P/TRAT. SUPERFICIAL MONOCAPA			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cantidad
	Insumos Partida		
920102	TRANSPORTE AGREGADOS A OBRA	M3	1.1000
920103	EXTRACCION Y APILAMIENTO	M3	1.1000
920201	ZARANDEO DE AGREGADOS	M2	1.1000
920301	CARGUIO DE MATERIAL ZARANDEADO	M3	1.1000
920401	CHANCADO DE AGREGADOS PARA TSM	M3	1.1000

FUENTE: Elaboración propia

Los análisis de costos unitarios a nivel de metrado y cantidades se aprecian el ítem 4.4 y Anexo 12.

3.3 PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA

De acuerdo a lo tratado en el ítem 2.3, se propone el siguiente plan de mantenimiento de superficie de rodadura basado en el marco legal mencionado en el ítem 2.3.1 y en los lineamientos que figuran en el Informe de Suficiencia de Christopher Mendoza Cerna titulado "Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, Programa de Conservación y mantenimiento de la Carretera".

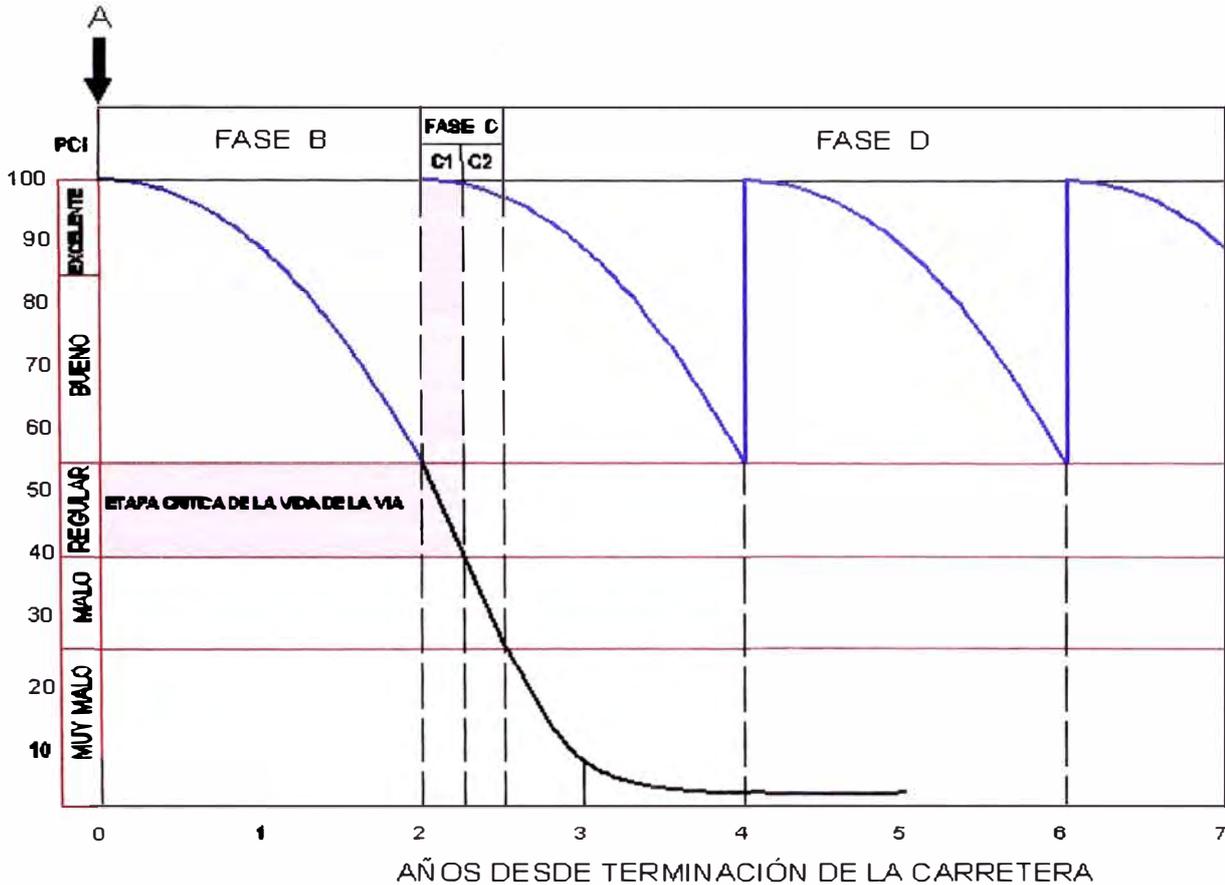
Según el cuadro 2.5, el periodo de vida de un monocapa podría asumirse entre 2 y 5 años. También se menciona que el 40% del deterioro ocurre al 75% de la vida útil de la carretera. Se asume entonces un periodo de vida de 3 años y un periodo de deterioro crítico en el que se debe intervenir periódicamente de $0.75 \times 3 \approx 2$ años para un TSM. Se adopta el modelo de deterioro que la figura 3.4 expone.

3.3.1 Mantenimiento del pavimento

Para el tratamiento del pavimento, se propone actividades rutinarias como la evaluación de la condición estructural y funcional a través de los estudios de rugosidad (IRI) y de deflexión y monitoreo en general de la vía. Según los resultados se procederá a los trabajos de tratamientos de fisuras, sellado

asfáltico, slurry seal, o recapeado asfáltico de la superficie de rodadura; actividades que se desarrollaran cada año antes de los meses de lluvia.

Figura 3.4: Esquema de deterioro asumido para el tramo



FUENTE: Elaboración propia

Las condicionantes para la activación o funcionamiento de las partidas son:

- Ante la aparición de fisuras menores a 3mm, las que se esperan a partir del 1er año, se programa como actividad rutinaria el sellado de fisuras, trabajo que se realizará una o dos veces al mes según la época de lluvias.
- Si el 5% del área de la carretera se encuentra fisurado al 2do año, se tiene programado una actividad periódica llamada sellado asfáltico, que busca rejuvenecer la carpeta de rodadura.
- Si al 2do año el área total de la carpeta de rodadura se encuentra fisurada entre un 5% y 10% se plantea el empleo de un Slurry Seal.

- Si al 2do año el área total de la carpeta de rodadura se encuentra más de un 10% de fisuras se aplicará un recapeado asfáltico.

Todas estas actividades dependerán del comportamiento del pavimento, pues si las condiciones estructurales y funcionales se degradan antes del tiempo establecido, se tendrá que acelerar la actividad del mantenimiento periódico programado. El cuadro 3.12 resume las actividades a realizar y su frecuencia.

Cuadro 3.12: Actividades de mantenimiento de pavimento asfáltico

ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO	
	RUTINARIO	PERIODICO
Tratamiento de fisuras	1 -2 veces por mes al 1er año	
Colocación de sellos asfálticos (inc. riego de liga)		Al 2do año si las fisuras son menores al 5%
Colocación de Slurry Seal (inc. riego de liga)		Al 2do año si las fisuras están entre el 5% y el 10%
Colocación de recapeados asfálticos		Al 2do año si las fisuras son mayores al 10%
Estudio de rugosidad	1 vez al año	
Estudio de deflexión	1 vez al año	
Limpieza general	1 -3 veces por semana	
Monitoreo del estado de la vía	Diario	
Bacheo superficial en calzadas	3 veces por año al primer año	
Remoción de derrumbes menores a 15m ³	Ante la eventualidad	
ATENCIÓN A EMERGENCIAS		
Remoción de derrumbes mayores a 15m ³ y menores a 200m ³	Ante la eventualidad	

FUENTE: Elaboración propia

El criterio para la aplicación, control y medición de las actividades anteriormente descritas se presentan en el cuadro 3.13

En el caso de la exudación, las posibles soluciones se presentan en el cuadro 2.1 del ítem 2.1.2.

Cuadro 3.13: Criterios de aplicación, control y medición de actividades

AREA DE LA VIA	INDICADOR	MEDICION	TOLERANCIA
Calzada	Limpieza general	Visual	Siempre limpia, libre de escombros.
	Fisuras >3mm	Odómetro	No hay tolerancia.
	Fisuras >1mm y <3mm	Odómetro	Máximo 10% del área (según estrategia de mantenimiento).
	Fisuras <1mm	Odómetro	No se controlan, serán observadas por la supervisión para evitar el incremento.
Atención a emergencias	Derrumbes	Visual	Siempre limpia y libre de derrumbes.

FUENTE: Elaboración propia

3.3.2 Partidas para costos de mantenimiento

En lo que respecta a la superficie de rodadura los cuadros 3.14 y 3.15 presentan las partidas a considerarse en los mantenimientos periódico, rutinario y atención a emergencias. En este caso se hace referencia al Manual de Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito que considera derrumbes menores a 15m³ dentro de mantenimiento rutinario; y mayores a 15 m³ hasta un máximo de 200m³ (según los Términos de Referencia de PROVIAS) serán considerados como Atención a Emergencias.

Cuadro 3.14: Partidas para mantenimiento periódico y Atención a emergencias

CARRETERA CAÑETE - YAUYOS KM 84+000 AL KM 89+000			
Item	Descripción	Unidad	Metrado
01.00.00	MANTENIMIENTO PERIODICO PAVIMENTOS FLEXIBLES		
01.01.00	Colocación de sellos asfálticos (inc. riego de liga)	m2	27,750.00
01.02.00	Colocación de slurry seal (inc. riego de liga)	m2	27,750.00
01.03.00	Colocación de recapeados asfálticos (inc. riego de liga)	m3	1271.875
02.00.00	ATENCIÓN DE EMERGENCIAS		
02.01.00	Remoción de derrumbes mayores a 15m3 y menores a 200m3	m3	200.00

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 3.15: Partidas para mantenimiento rutinario

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado
01.00.00	MANTENIMIENTO RUTINARIO PAVIMENTOS FLEXIBLES		
01.01.00	Tratamiento de fisuras	m	4625.00
01.02.00	Estudio de rugosidad	Km	5.00
01.03.00	Estudio de deflexión	Km	5.00
01.04.00	Limpieza general	Km	5.00
01.05.00	Monitoreo del estado de la vía	Km	5.00
01.06.00	Bacheo superficial en calzadas	m2	27,750.00
01.06.00	Remoción de derrumbes menores a 15m3	m3	15.00

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 3.16: Detallado partidas mantenimiento rutinario

Periodo	Época seca 7meses		Época de lluvia 5meses		Total veces/ año	Total (años)
	frecuencia	veces	frecuencia	veces		
Tratamiento de fisuras	1/mes	7	2/mes	10	17	6
Estudio de rugosidad	1/año	1	----	---	1	7
Estudio de deflexión	1/año	1	---	---	1	7
Limpieza general	1/sem.	28	3/sem.	60	88	7
Monitoreo estado de la vía	1/día	210	1/día	150	360	7
Bacheo superficial en calzadas	1/(7meses)	1	2/(5meses)	2	3	6

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 3.17: Detallado partida mantenimiento periódico

Descripción	Unidad	Metrado	Frecuencia	Total (años)
Colocación de sellos asfálticos (inc. riego de liga)	m2	27750.00	1/(2años)	7
Colocación de slurry seal (inc. riego de liga)	m2	27750.00	1/(2años)	7
Colocación de recapeados asfálticos (inc. riego de liga)	m3	1271.88	1/(2años)	7

FUENTE: Elaboración propia

CAPITULO IV: DATOS PARA EXPEDIENTE TÉCNICO

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

a. Objetivo:

El monitoreo y conservación de la carretera tiene como objetivo principal mantener y mejorar el nivel de transitabilidad del tramo asignado brindando una solución al problema de exudación que presenta, bajo la premisa de no variar el trazo ni los anchos de vía existentes.

b. Ubicación del tramo:

El tramo de la carretera Cañete - Yauyos del Km 84+000 al 89+000, está localizado en el distrito de Yauyos, provincia de Cañete en el Departamento de Lima, a una altitud promedio de 1300 msnm, entre los pueblos de Canchan y Chichicay.

c. Estado actual del tramo

El tramo en estudio actualmente se encuentra asfaltado a nivel de tratamiento superficial monocapa en buen estado de transitabilidad pero con problemas de exudación de severidad media en un 47% de su área.

El tramo se inicia en el Km 84+000 y culmina en el Km 89+000, con una longitud total de 5000m, con un ancho de calzada promedio de 4.625 metros.

El proyecto consiste en la colocación de un nuevo tratamiento superficial monocapa con una dosificación de asfalto RC-250 alterada para tomar en cuenta el exceso de asfalto en el monocapa existente.

Las actividades principales contempladas son: extracción, transporte y procesamiento del agregado de cantera, barrido mecánico y sopleteo previo a la colocación del tratamiento superficial, riego del ligante, tendido y compactación del agregado y finalmente barrido de excesos.

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las exigencias de calidad de los materiales, equipos, procesos constructivos y control durante y después de las actividades, contempladas dentro de este proyecto, se deben ceñir a lo indicado en las Especificaciones Generales para la

Construcción de Carreteras EG-2000 elaborada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Por fines prácticos del desarrollo del presente informe, se ha desarrollado las especificaciones técnicas referidas únicamente a la especialidad de pavimentos (Ver Anexo 1 – Especificaciones Técnicas).

4.3 PLANILLA GENERAL DE METRADOS

4.3.1 Metrado Tratamiento Superficial Monocapa

Según el cuadro 3.1, el ancho promedio es 4.625 m y la longitud seria de 5.00 Km mayorado con un factor de 20% adicional para considerar la incertidumbre de anchos de vía variables.

Dotación monocapa:

$$\begin{aligned} S \text{ (Kg/m}^2\text{) agregado} &= 12.30 \\ A \text{ (gal/m}^2\text{) asfalto} &= 0.13 \end{aligned}$$

$$\text{Área total (m}^2\text{)} = \text{ancho promedio} \times 5000 \times 1.20$$

$$\text{AGREGADOS} = S / \text{peso unitario suelto} \times \text{Área total} \times 1.05 \text{ (desperdicio)}$$

$$\text{ASFALTO} = A \times \text{Área total}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Ancho promedio (m)} &= 4.625 \\ \text{Área total (m}^2\text{)} &= 27750.00 \\ \text{AGREGADOS (m}^3\text{)} &= 12.30 / 1754.24 \times 27750 \times 1.05 = \mathbf{204.30} \\ \text{ASFALTO (gal)} &= 0.13 \times 27750 = \mathbf{3607.50} \end{aligned}$$

4.3.2 Mantenimiento y conservación vial

A) Tratamiento de fisuras

$$\begin{aligned} \% \text{ máximo fisura} &= 10.00\% \\ \text{Longitud(m)} &= 5000.00 \\ \text{Ancho promedio de vía (m)} &= 4.625 \\ \text{Longitud Fisura (m)} &= 0.10 \\ \text{Metrado(m/año)} &= 4625 \end{aligned}$$

B) Colocación sello asfáltico (inc. riego de liga)

$$\begin{aligned} \text{Longitud(m)} &= 5000.00 \\ \text{Ancho promedio de vía (m)} &= 4.625 \\ \text{Metrado(m}^2\text{)} &= 27750 \end{aligned}$$

C) Colocación slurry seal (inc. riego de liga)

Longitud(m)= 5000.00
Ancho promedio de vía (m)= 4.625
Metrado(m²)= 27750
D) Colocación de recapeado asfáltico (inc. riego de liga)

Longitud(m)= 5000.00
Ancho promedio de vía (m)= 4.625
Espesor(m)= 0.05
Metrado(m³)= 1271.875

E) Estudio de rugosidad

Metrado (Km)= 5.00

F) Estudio de deflexión

Metrado (Km)= 5.00

G) Bacheo superficial en calzadas

Longitud(m)= 5000.00
Ancho promedio de vía (m)= 4.625
Metrado (10%)(m²)= 2775

Cuadro 4.1: Detallado partidas y metrado de mantenimiento rutinario

MANTENIMIENTO RUTINARIO PAVIMENTOS FLEXIBLES			Época seca		Época de lluvia		Total veces/año	Horizonte (años)	Total metrado	Unid.
			7meses		5meses					
Descripción	Unid.	Metrado	frecuencia	veces	frecuencia	veces				
Tratamiento de fisuras	m	4625.00	1/mes	7	2/mes	10	17	6	27750	m
Estudio de rugosidad	Km	5.00	1/año	---	----	----	1	7	35.00	Km
Estudio de deflexión	Km	5.00	1/año	---	----	----	1	7	35.00	Km
Limpieza general	Km	5.00	1/semana	28	3/semana	60	88	7	3080.00	Km
Monitoreo estado de la vía	Km	5.00	1/día	210	1/día	150	360	7	1800.00	Km
Bacheo superficial en calzadas	m2	2775.00	1/(7meses)	1	2/(5meses)	2	3	6	49950.00	m2
Remoción de derrumbes menores a 15m3	m3	15.00	1/(7meses)	1	3/(5meses)	3	4	7	420.00	m3

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 4.2: Detallado partidas y metrado mantenimiento periódico y atención a emergencias

Descripción	Unidad	metrado	frecuencia	Horizonte (años)	Total metrado
MANTENIMIENTO PERIÓDICO PAVIMENTOS FLEXIBLES					
Colocación de sellos asfálticos (inc. riego de liga)	m2	27750.00	1/(2años)	7	83250.00
Colocación de slurry seal (inc. riego de liga)	m2	27750.00	1/(2años)	7	83250.00
Colocación de recapeados asfálticos (inc. riego de liga)	m3	1271.88	1/(2años)	7	3815.64
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS					
Remoción de derrumbes mayores a 15m3 y menores a 200m3	m3	200	1.00 /2 años	7	600.00

FUENTE: Elaboración propia

4.4. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Se presentan los análisis de costos unitarios a nivel de metrado y cantidades unitarias con rendimientos.

Cuadro 4.3: Análisis Costos unitarios TSM

TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA (EXD)				
Rendimiento		4,000.000 M2/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0020
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0020
470104	PEON	HH	8.00	0.0160
Materiales				
130006	ASFALTO RC-250	GLN		0.1300
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
490191	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM	1.00	0.0020
490325	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	1.00	0.0020
490346	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	HM	1.00	0.0020
490367	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 DE 80 HP	HM	1.00	0.0020
490530	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	HM	1.00	0.0020
491304	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM	1.00	0.0020
Insumos Partida				
920101	AGREGADO P/TRAT. SUPERFICIAL MONOCAPA	M3		0.0074

AGREGADO P/TRAT. SUPERFICIAL MONOCAPA				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Insumos Partida				
920102	TRANSPORTE AGREGADOS A OBRA	M3		1.1000
920103	EXTRACCION Y APILAMIENTO	M3		1.1000
920201	ZARANDEO DE AGREGADOS	M2		1.1000
920301	CARGUIO DE MATERIAL ZARANDEADO	M3		1.1000
920401	CHANCADO DE AGREGADOS PARA TSM	M3		1.1000

La justificación de rendimientos de transporte y chancado de agregados se expone a continuación:

A) Transporte de agregados a obra

Para todas las regiones del Perú el tiempo de carga de roca suelta: 2.95 min.

Cantera Río Cañete: Km 81+350

Tramo: Km 84+000 - Km 89+000

Acceso cantera(m)= 80.00

Dist. Media Dm (m)= $[(89000 + 84000)/2 - 81350 + 80] \times 1.05$

Dm (m)= 5491.50

Dm (Km)= 5.49

Cuadro 4.4: Análisis ciclo de transporte de agregados

Cálculo de ciclo		
Tiempo de	V (Km/h)	Tiempo Minutos
Carga		2.95
Descarga		2.00
Recorrido cargado	30.00	10.98
Recorrido descargado	40.00	8.24
Tiempo de transporte (TT)		24.17

Capacidad del volquete (m³)= 10.00

Tiempo útil del equipo= TUE (min./día)

TUE (min./día)= 8 h/día x 60 min./hora x 0.90

TUE (min./día)= 432.00

Nro. de viajes= TUE / TT= 17.87

Nro. de viajes= 17.00

Vol. Transportado (m³/día)= Nro. Viajes x capacidad volquete

Vol. Transportado (m³/día)= 170.00

RENDIMIENTO (m³/día)= 170.00

B) Chancado de agregados para TSM

Capacidad de la chancadora CC(Ton/h)= $(46+70)/2= 58.00$

Eficiencia del equipo EC(%)= 85.00

Tiempo útil del equipo TUE(%)= 90.00

Peso específico agregado $w(\text{Ton}/\text{m}^3) = 2.31$

Rendimiento $R(\text{m}^3/\text{día}) = CC \times 8\text{h}/\text{día} \times TUE \times EC / w$

$R(\text{m}^3/\text{día}) = 153.66$

C) Transporte a botaderos

Para todas las regiones del Perú se demora en cargar material suelto 2.61 minutos.

Botadero Km 87+000

Tramo: Km 84+000 - Km 89+000

Acceso botadero(m)= 50.00

Distancia Media $D_m (\text{m}) = [87000 - 84000 + 50] \times 1.05$

$D_m (\text{m}) = 3202.50$

$D_m (\text{Km}) = 3.20$

Cuadro 4.4.a: Análisis ciclo de transporte a botadero

CICLO		
Tiempo de	V (Km/h)	Tiempo Minutos
Carga		2.61
Descarga		2.00
Recorrido cargado	30.00	6.41
Recorrido descargado	40.00	4.80
Tiempo de transporte (TT)		15.82

Capacidad del volquete (m3)=	6.00
Tiempo útil del equipo= TUE (min./día)=	
TUE (min./día)= 8 h/día x 60 min./hora x 0.90	
TUE (min./día)=	432.00
Nro. de viajes=	TUE / TT= 27.31
Nro. de viajes=	27.00
Vol. Transportado (m3/día)= Nro. Viajes x capacidad volquete	
Vol. Transportado (m3/día)=	162.00
RENDIMIENTO (m3/día)=	162.00

El detalle de los análisis de costos a nivel de cantidades correspondientes al mantenimiento y conservación vial, así como para la obtención del agregado para el TSM se puede apreciar en el Anexo 12, Costos unitarios.

4.5 RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO

4.5.1 Equipo Tratamiento Superficial Monocapa

Cuadro 4.5: Equipo mínimo transportado para tratamiento superficial

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	1
2	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	1
3	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	1
4	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 DE 80 HP	1
5	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	1
6	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	1
7	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	1
8	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1
9	CHANCAD.PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 T/	1
10	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	1
11	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	1
12	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	1
13	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	1

Cuadro 4.6: Equipo mínimo autotransportado para tratamiento superficial

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	VOLQUETE DE 10 M3	1
2	CAMIONETA PICK-UP 4 x 2	1

4.5.2 Equipo para mantenimiento rutinario

Cuadro 4.7: Equipo mínimo transportado para mantenimiento rutinario

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	RUTEADORA DE ASFALTO	1
2	MARMITA	1
3	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	1
4	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	1
5	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	1
6	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	1
7	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 DE 80 HP	1
8	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	1
9	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	1
10	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	1
11	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1
12	CHANCAD.PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 T/	1
13	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	1
14	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	1
15	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	1
16	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	1
17	RUGOSIMETRO	1
18	DEFLECTOMETRO - VIGA BENKELMAN	1

Cuadro 4.8: Equipo mínimo autotransportado para mantenimiento rutinario

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	VOLQUETE 6 M3	1
2	VOLQUETE DE 10 M3	1
3	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON.	1
4	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON.	1

4.5.3 Equipo para mantenimiento periódico

Cuadro 4.9: Equipo mínimo transportado para mantenimiento periódico

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	2
2	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	1
3	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	1
4	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	1
5	TRACTOR DE TIRO MF 265 DE 63 HP	1
6	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 DE 80 HP	1
7	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	1
8	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	1
9	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YD3.	1
10	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	1
11	CARGADOR FRONTAL	2
12	CALENTADOR DE ACEITE 5 HP 468 P3	2
13	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1
14	PLANTA ASFALTO CIBER 120-150 Ton/h (INC. GE 400KW)	1
15	CHANCAD.PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 T/	1
16	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	1
17	RODILLO TANDEM 8 A 10 TN.	1
18	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	1
19	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	1
20	PAVIMENTADORA DE 69 HP	1
21	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS.	1
22	CAMION ESPARCIDOR MACROPAVER	1
23	TANQUE DE ALMACENAMIENTO PEN 8000 GLN	1

Cuadro 4.10: Equipo mínimo autotransportado para mantenimiento periódico

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	VOLQUETE DE 10 M3	1
2	CAMION CISTERNA 3000 GL	1
3	VOLQUETE 6 M3	1

4.5.4 Equipo para atención a emergencias

Cuadro 4.11: Equipo mínimo transportado para atención a emergencias

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	1
2	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YD3.	1
3	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	1
4	MARTILLO NEUMATICO DE 24 Kg.	1
5	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	1

Cuadro 4.12: Equipo mínimo autotransportado para atención a emergencias

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	VOLQUETE 6 M3	1

CONCLUSIONES

- De la evaluación económica a nivel de perfil del tramo, se concluye que ninguna de las alternativas analizadas es rentable comparando con la situación actual, debido a la baja demanda de la vía. Sin embargo, se considera que el proyecto es viable tomando en cuenta el resto de los tramos, debido a que es una manera de incentivar el uso de la vía para poder aumentar la demanda de la misma y hacer inversiones más grandes en el futuro.
- El problema central identificado es el bajo nivel de transitabilidad de la carretera Cañete - Yauyos. El estado del tramo es bueno (PCI= 70), sin embargo debido al diseño geométrico deficiente y condiciones inseguras la demanda de la vía es pobre con un IMD de 37 al 2009. El problema de la exudación incrementa dicha condición de inseguridad (superficies deslizantes) y de no tomarse medidas correctivas puede degenerar en problemas futuros.
- Se advierte además, que con la estructura existente y considerando que la superficie de rodadura tiene una edad de 8 meses, el SN obtenido es de 1.41, en tanto que el requerido es de 1.61, por lo que se podrían presentar problemas estructurales en el futuro.
- Se ha optado por colocar un tratamiento superficial monocapa nuevo con una dosificación que considere el exceso de asfalto en la capa inferior (alternativa 1 del Perfil). Es decir $S=12.30\text{Kg/m}^2$ y $A=0.13\text{ gal/m}^2$, con un diámetro de agregado que pasa el tamiz 3/8" hasta el N°8 y un asfalto RC-250
- Para el plan de conservación y mantenimiento se ha asumido un modelo de deterioro del tramo que considera intervenciones periódicas cada 2 años, suponiendo que el mantenimiento rutinario será bien implementado y ejecutado. Cabe señalar que no hay precedentes de modelos de deterioros para tratamientos superficiales; tan solo datos de estudios en los EEUU y de experiencias en proyecto semejantes.
- Por la naturaleza de la zona de estudio y los términos de referencia, la premisa bajo la cual se ha desarrollado el presente informe es la de no modificar los anchos de vía ni mejorar el trazo, motivo por el cual, no se pueden cumplir con todos los parámetros del Manual de Diseño de

Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. Es por ello que cobra vital importancia colocar una adecuada señalización que permita advertir al conductor de los posibles peligros existentes y evitar así los accidentes de tránsito.

- Si se desea optimizar el gasto de conservación de la carretera, es más eficiente gastar en mantenimiento rutinario que esperar hasta realizar rehabilitaciones, mejoramientos o mayores inversiones. Así, se gasta más rehabilitando una carretera que no se mantuvo adecuadamente, que manteniéndola con intervenciones a destiempo y poco oportunas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de IMD con miras a tener datos actualizados que expliquen la causa precisa de la disminución del IMD en el tramo Zuñiga –Yauyos, para comprender más el fenómeno y elaborar alternativas más efectivas.
- Se recomienda realizar estudios más detallados del problema de la exudación en el tramo, tomando muestras directas y realizando ensayos de laboratorios para determinar la dosificación real y determinar la requerida.
- Igualmente, se recomienda realizar más calicatas para determinar con más precisión el CBR representativo. En el presente informe se ha trabajado con un solo valor de CBR lo cual puede incurrir en resultados poco certeros. Ello considerando que es importante determinar si la estructura es adecuada para seguir aplicando tratamientos o carpetas futuras como solución.
- Durante la ejecución de los proyectos viales en carreteras existentes, es importante, en lo posible, no interrumpir el tránsito, salvaguardar la integridad de las personas que trabajan en obra y terceros. Para ello se recomienda considerar actividades para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial.
- Se recomienda programar tareas de mantenimiento rutinario y periódico basado en mayor número de modelos de deterioro para garantizar que superficie de rodadura se conserve estructuralmente y funcionalmente durante su periodo de vida.
- El programa de mantenimiento, debe contemplar un monitoreo constante de las estructuras de arte y drenaje, previo al inicio de la temporada de lluvia, como medida de prevención para evitar obstrucciones o posibles filtraciones en las fisuras de estas.
- No se han planteado soluciones definitivas como cambio de trazo, desvíos provisionales, etc. dado que los alcances y lineamientos del presente informe son de mantenimiento de serviciabilidad. Considerando además que se trabaja a nivel de perfil y que dichos alcances implicarían estudios especiales y más profundos, se recomienda realizar estudios de mejoramiento de trazo que permitan diseñar una carretera que cumpla con las disposiciones del Manual de Diseño de Carreteras, obteniendo así una vía segura confortable, reduciendo los posibles accidentes de tránsito.

BIBLIOGRAFÍA

American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993, Washington D.C.

Blas Condor, Miguel Angel; Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cocachacra – Matucana del Km. 65+000 al Km. 68+000, Informe de Suficiencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil; Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 2006, Lima-Perú.

Cruz Ramos, Jorge; Costos y Presupuestos en Carreteras; Editorial Grupo Universitario, 2009; Lima – Perú.

Delmar Salomón, Presidente; Conservación de Pavimentos: Metodología y Estrategias, Pavement Preservations Systems, L.L.C., 2008, USA
<http://www.technopave.com/publications/ConservaciondePavimentos-MetodologiaAgosto2008.pdf>

Instituto Peruano de Economía, Lecciones de Mantenimiento de Carreteras en el Perú, Mayo 2008 - <http://ipe.org.pe/wp-content/uploads/2009/08/ipe-lecciones-del-mantenimiento-de-carreteras-en-el-peru-1992-2007.pdf>

Mendoza Cerna, Cristopher David; Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos – Huancayo del Km. 166+200 al Km. 166+500 – Programa de Conservación y Mantenimiento de la Carretera, Informe de Suficiencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil; Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 2009, Lima-Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción – Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008, Lima-Perú.

PROVIAS NACIONAL MTC, Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca, Julio 2005, Lima-Perú.

ANEXOS

- ANEXO 1 – Especificaciones Técnicas para Tratamientos Superficiales
- ANEXO 2 – Panel fotográfico.
- ANEXO 3 – Gráfica promedio dimensión menor del agregado
- ANEXO 4 – Nomograma AASHTO para el Cálculo del Número Estructural.
- ANEXO 5 – Resultado de Ensayos de Laboratorio – Agregados de carretera
- ANEXO 6 – Resultado de Ensayos de Laboratorio – Calicata.
- ANEXO 7 – Curvas de valores de deducción corregidos.
- ANEXO 8 – Curvas de valores de deducción para la exudación.
- ANEXO 9 – Esquema de ejecución de un tratamiento simple
- ANEXO 10 – Cantidades de asfalto y agregado para tratamientos superficiales simples.
- ANEXO 11 – Cantidades de asfalto y agregado para tratamientos superficiales dobles y triples.
- ANEXO 12 – Cuadros anexos.
- ANEXO 13 – Procedimientos de diseño de pavimentos flexibles según AASHTO
- ANEXO 14 – Factores de equivalencia de carga legal por eje y vehículo
- ANEXO 15 – Plano clave.
- ANEXO 16 – Resultados de ensayos de laboratorio realizados por CGC.
- ANEXO 17 – Guía para usos del asfalto.
- ANEXO 18 – Corrección temperatura –volumen para emulsiones

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

Tratamiento Superficial Simple

Consiste en una sola aplicación uniformemente distribuida de ligante bituminoso, seguido de una aplicación de árido de tamaño tan uniforme como sea posible. Esta se realiza sobre una superficie acondicionada y con una estructura apropiada a las condiciones de sollicitación a que va a estar expuesta.

Un tratamiento superficial por sí mismo no es considerado un pavimento. Básicamente brinda una cubierta impermeable a la superficie existente de la calzada y resistencia abrasiva del tránsito. Algunas de las funciones más comunes son:

- 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.
- Rellonar 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 reseca.
- Proveer una cubierta temporaria en los casos de construcción de pavimentos incompletos y demorados o cuando se trata de una construcción por etapas.
- Paliar el polvo.
- 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).

PREPARACION DE LA SUPERFICIE EXISTENTE DE LA CARRETERA.

(1) En las superficies granulares, los huecos y depresiones se deberán reparar, removiendo todos los materiales sueltos y defectuosos y reemplazándolos con

material granular de parcheo, que haya sido aprobado por el ingeniero. El material de parcheo se deberá compactar a fin de conseguir una superficie tersa y pareja con la superficie adyacente.

(2) En las superficies asfálticas viejas, los huecos y las depresiones se deberán reparar sacando todo el material flojo y defectuoso y reemplazándolo con una mezcla para parches que cumpla con las exigencias de las Especificaciones CP-1 del Instituto del Asfalto para Mezclas Almacenadas para Conservación (de asfalto), o con material mezclado en caliente en planta. La mezcla del parche debe ser compactada, a fin de obtener una superficie tersa y pareja con la superficie adyacente.

(3) Las protuberancias, ondulaciones y corrugaciones que dañan la calidad de la superficie vieja de la carretera, deberán ser eliminadas, a fin de conseguir una superficie suave y tersa.

(4) Inmediatamente antes de la aplicación del asfalto de imprimación, todo material suelto y extraño se deberá sacar por medio de un ligero barrido; y si la superficie estuviera polvorienta, se deberá humedecer con agua.

(5) El exceso de asfalto en los parches y juntas deberá ser eliminado quemándolo, o por cualquier otro método aprobado por el ingeniero. A continuación, la superficie será barrida con una escoba rotatoria, a fin de eliminar todo el material suelto. En las depresiones donde la escoba mecánica no pueda penetrar, la limpieza se deberá efectuar a mano.

(6) Las superficies asfálticas viejas deberán ser limpiadas en todo el ancho que va a ser tratado, inmediatamente antes de que se aplique el ligante asfáltico. El polvo y cualquier otro material que este flojo en las depresiones o en lugares donde las barredoras mecánicas no puedan penetrar, será barrido a mano o sacado por medio de aire a presión por mangueras de agua.

(7) Se deberá tener mucho cuidado en limpiar completamente los bordes externos de la faja que va a ser tratada. El material sacado de la superficie no se deberá mezclar con el agregado de recubrimiento.

MATERIALES

1. ASFALTO

El tipo de asfalto o agregado para una aplicación específica depende de la disponibilidad de los materiales, clima u objetivo del tratamiento superficial, variables que deben considerarse en la selección de dichos materiales. Un buen tratamiento superficial requiere que el asfalto tenga las siguientes características:

- Después de aplicado, debe mantener la consistencia adecuada para embeber al agregado.
- Debe curar y desarrollar adhesión rápidamente.
- Después del aplanamiento y curado debe mantener al agregado fuertemente ligado a la superficie del camino para prevenir el desprendimiento por el tránsito.
- Cuando se aplica en la cantidad adecuada no debe exudar o despegarse con los cambios de clima.

Al seleccionar el grado de asfalto se deben considerar factores tales como características superficiales, temperatura del aire, humedad. Los tipos de asfalto más comúnmente usados en la ejecución de tratamientos simples son: CRS – 1, CRS-2, RS-1, RS-2, RC – 250, CAP 120 – 150, AC-20, RC-3000. Estos deben cumplir con los requisitos de las Especificaciones para Materiales Asfálticos establecidos en la Norma AASHTO M-20, M226 y M-140.

Normalmente el material asfáltico debe aplicarse, dependiendo de las características del agregado, a razón de 0.20 a 0.40 galones (US) de asfalto residual por metro cuadrado, a una temperatura entre 140 °C y 177 °C para el CAP 85-100 y el AC-20; y una temperatura de 75 °C a 130 °C para RS-1, CRS-1 y de 110 °C a 160 °C para RS-2 y CRS-2 o como lo indique el Supervisor.

2. AGREGADOS

La mayoría de los agregados duros, tales como arena, grava, piedra chancada y escoria chancada, pueden usarse exitosamente en tratamientos superficiales. Sin embargo, el agregado seleccionado debe cumplir ciertos requisitos de tamaño, forma, limpieza y propiedades superficiales. Cuando se usan asfaltos cortados el agregado debe estar seco. Sin embargo, si se usa un asfalto emulsificado, el agregado, cuando se aplica, puede estar húmedo.

En lo posible, debe ser de un solo tamaño, de forma cúbica o piramidal, tan

limpio como sea posible para asegurar una buena adhesión de asfalto.

El tipo de sello o tratamiento superficial más comúnmente utilizado es el de tamaño nominal TN 10-2.5 mm y para doble tratamiento la combinación TN 20-10 mm y 10-2.5 mm, cuyas especificaciones granulométricas son:

	TIPOS			
	A 20/10	A 13/7	A 10/5	A 6/3
D, tamaño máx. (mm)	20	13	10	6
d, tamaño mín. (mm)	10	7	5	3
Tamaño medio (mm)	15	10	7.5	4.5
TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA			
1"	100			
3/4"	90-100	100		
1/2"	10-40	90-100	100	
3/8"	0-15	20-55	90-100	100
1/4"	--	0-15	10-40	90-100
Nº4	0-5	--	0-15	20-55
Nº6		0-5	--	0-5
Nº8			0-5	--
Nº16				0-5

El material de cubierta se debe ensayar de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Análisis mecánico	Designación AASHTO T-27
Ensayo Desgaste de Los Ángeles	Designación AASHTO T-96
Salinidad (5 ciclos)	Designación AASHTO T-104
Afinidad de asfalto	Designación AASHTO T-182

El agregado a utilizar debe tener un porcentaje de de desgaste de 35 o menos y debe tener una pérdida de salinidad de 12 o menos. La cantidad de trituración se debe regular de manera que el 60%, por peso, de todo el material mayor que el tamiz Nº4 tenga un mínimo de dos caras mecánicamente fracturadas. Por lo menos el 95% del asfalto debe retenerse cuando el material de cubierta este sujeto al ensayo de afinidad al asfalto, AASHTO T-182.

El agregado que se contamine como resultado de su almacenamiento o de alguna otra manera, debe corregirse cerniéndolo o lavándolo.

EQUIPOS

El éxito de un tratamiento depende en gran medida del buen estado de

conservación y del buen funcionamiento del equipo. El regador y la gravilladora deberán ser objeto de una profunda revisión durante el invierno y antes de empezar la temporada, deberán realizarse ensayos para comprobar su buen estado.

En una obra de este tipo, pueden distinguirse los siguientes equipos:

- Camión regador de asfalto.
- Rodillo metálico liso.
- Compactador neumático.
- Gravilladora.
- Barredora.

El objetivo que debe cumplirse en la realización de un tratamiento superficial, es a través de la secuencia constructiva adecuada, obtener una distribución uniforme de ligante asfáltico y de agregado pétreo, tanto transversal como longitudinalmente y un adecuado acomodo de las partículas de áridos. El éxito de la operación dependerá de:

- Estado de conservación de los equipos.
- Condiciones de ejecución.
- Competencia del personal.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Preliminares

El asfalto debidamente aplicado sostendrá el agregado, y sin llenar los baches, impermeabilizará y no dejará pasar el aire hacia la superficie. Para obtener estos resultados debe esparcirse una fina capa o membrana de asfalto sobre la superficie sin agregado de ningún tipo.

La cubierta del agregado se esparcirá uniformemente, a lo sumo dentro del minuto después de aplicado el asfalto. La precisión con que debe procederse requiere un número de camiones suficiente, con carga de agregado, ya listo para su aplicación, a fin de poder cubrir completamente la fina capa de asfalto en un lapso. Para obtener los resultados deseados se requiere tiempo exacto y coordinación. Inmediatamente después de la aplicación del asfalto, el agregado debe ser, esparcido y asentado en su lugar por medio de la

aplanadora para obtener una superficie lisa y compacta, de textura llana.

El aplanamiento debe interrumpirse tan pronto como el asfalto se haya endurecido, o de otro modo, la junta entre la superficie y el agregado será inevitablemente rota por la aplanadora.

El tráfico deberá ser desviado o en último caso, controlado a una velocidad no superior a 14 Km. por hora, hasta que el asfalto se haya asentado. Este tiempo variará, de acuerdo con las condiciones climáticas.

La primera fase de la operación no deberla empezarse hasta que toda la operación esté lista para terminarse, o completarse sin retardos en una sola faena.

Preparado

Consiste en la aplicación de asfalto a la superficie de una capa base sin asfalto, con los propósitos siguientes:

- Impermeabilizar la superficie de la base.
- Sellar y juntar las partículas sueltas de material inerte.
- Endurecer la .superficie.
- Promover una adhesión entre la, base-y el tratamiento

Colocación de la capa superficial

Sobre la superficie preparada de la base se esparce de 1 a 2,5 litros, por metro cuadrado de superficie, de asfalto líquido de baja viscosidad, y se le hace penetrar lo mis profundamente posible. Si el asfalto no es absorbido por completo en las próximas 24 horas, el exceso deba ser sacado aplicando la cantidad justa e indispensable de arena, para prevenir desprendimientos con el tráfico.

Antes de comenzar el tratamiento, todo el contenido volátil del asfalto, debe haberse evaporado, procediéndose a barrer la arena suelta que haya quedado en la base.

Esparcido del asfalto

Antes de comenzar la operación, debe hacerse una línea a lo largo del camino, que servirá de guía al conductor del camión distribuidor.

Esta línea puede hacerse unos 2 pies afuera del área a asfaltarse y pueden usarse rocas de un tamaño más o menos uniforme.

En las calles de la ciudad pueden usarse las cunetas o el encintado de la acera como guías.

Los operarios del distribuidor deben tener cuidado en igualar el encintado a la cuneta y no hacerlo más corto s superponerla.

Es conveniente proteger la cuneta o el encintado de los derrames, o cubrirlo con una coraza o papel.

El largo de cada esparcido debe ser determinado antes de comenzar la faena de la aplicación del asfalto, de acuerdo con el número de camiones que transporta el agregado, que haya disponibles. Otro factor muy importante, que debe tenerse presente, es determinar los períodos de tiempo entre el esparcido del asfalto y el Una vez efectuados todos los ajustes y chequeos necesarios, incluyendo el calentamiento del asfalto hasta que adquiera la viscosidad apropiada para esparcirla, la aplicación en proporción correcta no debiera presentar problemas.

El conductor del distribuidor, sencillamente se limitará a mantener la velocidad preestablecida, de acuerdo con la lectura del dial del bitumeter.

El chequeo de la cantidad de asfalto consumido deberá hacerse de cada trayecto.

Esto es posible de hacer fácil y rápidamente calculando los litros por metro cuadrado que se hayan consumido, mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$R = T \times M / (W \times L)$$

en donde:

R = Asfalto aplicado en litros, por metro cuadrado.

T = Total de litros esparcidos por el distribuidor, a la temperatura del esparcido. (Lectura del contenido de asfalto antes de esparcir menos lectura del contenido, después de esparcido).

W = Ancho del área esparcida en metros.

L = Largo del área esparcida en metros.

M = Múltiplo para corregir el volumen del .asfalto en base a 15,5 °C. (Ver anexo 18)

Uniones transversales (empalmes)

Las uniones transversales, ásperas e imperceptibles, pueden ser cortadas empezando y terminando el esparcido de asfalto y agregado, en papel. El papel debe ubicarse de modo que la orilla delantera quede localizada en la unión deseada. El distribuidor guiado a la velocidad correcta para la proporción deseada de aplicación, debiera empezar esparciendo en el papel de modo que cuando toque la superficie, la barra esparcidora estará produciendo una aplicación completa y uniforme. Una segunda hilera de papeles debería ser ubicada, atravesando la vereda, en el punto de término predeterminado por el distribuidor. Esto dará una junta derecha y afilada. Después que el esparcido de agregado ha pasado sobre el papel, debe ser inmediatamente removido y destruido. Para la próxima aplicación, el borde de ataque (sobresaliente) del papel, debe ser ubicado en la capa previa de tratamiento, de modo que estará dentro de 1½ pulgada de la línea de rompimiento o término. Esto impedirá un vacío entre ambos esparcidos.

Juntas longitudinales

Las aplicaciones completas de asfaltos y agregado, eliminarán las juntas longitudinales, pero en la mayoría de los tratamientos, el tráfico debe ser mantenido en la mitad longitudinal del camino, por lo tanto, la junta es ineludible. Además, no debe hacerse una cubierta de asfalto de ancho completo, a menos que el distribuidor sea capaz de aplicar toda la presión, a toda la barra esparcidora y las provisiones puedan seguir inmediatamente, con una cubierta de agregado a todo ancho.

Para impedir al agregado de acumulaciones, en la junta longitudinal, la orilla del esparcido de agregado deberá coincidir con la orilla del grosor completo del asfalto aplicado. Esto permitirá un ancho que podrá ser superpuesto cuando se aplique asfalto en la vereda adyacente. Después, cuando el agregado sea esparcido para el ancho completo, en la próxima vereda, no habrá acumulaciones en la junta. El ancho de la franja variará, dependiendo de que la altura de la barra forme o no, abanicos dobles y triples y por los espacios entre los boquetes.

Si es posible, la junta longitudinal debería estar a lo largo de la línea central del pavimento que se está tratando. Debería usarse una guía establecida para asegurar que la junta longitudinal quede justamente en el centro del camino.

Distribución del agregado

Todo el agregado necesario para el esparcido planeado deberá estar a mano antes de empezar. Cuando se mueva el distribuidor hacia adelante para esparcir el asfalto, el esparcidor de agregado debe empezar inmediatamente detrás. Es esencial que el asfalto sea cubierto dentro de un minuto a lo sumo, ya que el aumento de viscosidad que se produce dentro de ese tiempo puede impedir una buena humedad y juntura del agregado. Es también importante que el agregado se esparza uniformemente y en la proporción apropiada. Es una aplicación simple, normalmente el agregado no se pegará al asfalto en más del grosor de una partícula, así es que resulta inútil aplicarlos en una proporción mayor que el grosor de una capa simple.

Un control de alto grado se logra con esparcidoras mecánicas, empujadas por tractor, o con esparcidoras automáticas. Una proporción uniforme de aplicación se obtendrá con un esparcidor correctamente ajustado, si se mantiene un taquímetro para asegurar una velocidad uniforme.

Otra ayuda para controlar la proporción de distribución, es cubriendo el largo con la carga de agregado de cada camión. El exceso de agregado, si se ha dejado en algunas áreas, debe ser removido de inmediato con palas cuadradas. En áreas donde la aplicación es insuficiente, debe añadirse agregado adicional, lo más rápido posible.

Aplanamiento

Esto asienta el agregado en el asfalto y promueve la juntura que es necesaria para resistir el paso del tráfico.

El Instituto del Asfalto recomienda que en todos los tratamientos de superficies, se use aplanadoras con ruedas neumáticas. Aunque ambos tipos dan buenos resultados, el primero da una presión uniforme, a toda el área, mientras que la rueda de acero hará presión sólo en los lugares más altos. Además, la presión de contacto, de la aplanadora de neumáticos, puede ser bajada para prevenir el tratamiento de las partículas suaves. En todo caso deberían usarse aplanadoras automáticas para cada esparcidor de agregado. El aplanamiento debería empezar inmediatamente después de la distribución del material cubridor, con una aplanadora neumática y continuar hasta que el agregado se asiente apropiadamente en el empaste.

Tan pronto como el agregado tenga un asentamiento, o se haya endurecido, el

aplanamiento debe ser interrumpido o la junta entre asfalto y el agregado podría romperse con la aplanadora. El aplanamiento debería empezarse en la línea de afuera del tratamiento, y proceder en dirección longitudinal, avanzando hacia el centro del trabajo. Cada viaje debe sobreponerse al viaje anterior, en más o menos mitad del ancho de las ruedas delanteras o del rodillo.

Barrido

El agregado distribuido en forma apropiada no requerirá redistribución, y las dragas deberían ser eliminadas. -Las dragas tienden a trasladar las partículas más pequeñas al fondo e impedir la adhesión de las partículas más grandes. También tienden a desalojar o desglosar el agregado adherido, dando vuelta la parte asfaltada hacia arriba, de modo que las ruedas del tráfico terminan por cogerlo

Remoción del exceso de agregado

A pesar de las precauciones, siempre habrán partículas sueltas de agregado en la superficie del camino, después de completada la operación de aplanamiento. Antes de que se cubra con asfalto la vereda adyacente, se debe barrer el agregado suelto a lo largo de la junta, y si es necesario, del resto de la vereda no cubierta.

El agregado que no adhiere crea un problema, ya que los neumáticos en vehículos rápidos, cogerán las partículas sueltas arrojándolas contra los vehículos siguientes, dañando a menudo faroles delanteros, parabrisas y los niquelados. Estas partículas deben ser removidas, por un barrido ligero con una barredora rotatoria durante el fresco de la mañana (temprano) cuando el asentamiento final del asfalto ya ha ocurrido.

Control de Tránsito

En el área de trabajo, el control del tránsito es un factor de gran importancia, si se quiere obtener un trabajo de alta calidad. Un tránsito de alta velocidad, sobre un tratamiento fresco, desplazará el agregado, produciendo una superficie negra, aceitosa y resbaladiza. El tránsito debe sencillamente desviado, en caso de no ser esto posible, permitirlo solamente en la vereda que está en construcción. Cuando el trabajo esté completado y el asfalto inicial se haya asentado, el tránsito debe ser controlado a una velocidad máxima de 35 Km./h hasta que el

asentado del asfalto haya sido definitivo.

El tiempo que demore el último asentamiento dependerá de las condiciones climatológicas. El tránsito dirigido a través de las áreas de trabajo se hará de modo que los operarios tengan la máxima seguridad y las menos interrupciones posibles en sus trabajos. El control del tránsito debe ser mantenido fuera del área de trabajo.

El mejor modo de controlar el tránsito, es con señales de advertencia, banderilleros, y un piloto de tractor, guiando los vehículos fuera de la zona de trabajo.

El control de tránsito debe extenderse al equipo de transporte. Los camiones del agregado, deberán ser puestos en ruta hacia el esparcido en la dirección contraria a la de los trabajos de tratamiento de superficie. Esto, les impedirá regresar por el lugar, fresco del tratamiento. Todos los camiones deberían, dar vuelta en un lugar designado, lejos del área de trabajo.

En el caso de una vía con anchos que no permitan un trabajo sectorizado dejando media vía libre para el tráfico, se puede proceder de tres maneras:

Habilitar plazoletas para permitir el paso y cruce de vehículos mayormente ligados a la obra, para lo cual se sectorizarán tramos de carretera entre dos plazoletas, en cada una de las cuales se colocará personal debidamente equipado con radios y señales de aviso, para el control y coordinación en tiempo real.

Implementar los trabajos nocturnos para aprovechar la poca presencia de vehículos.

Menos ideal pero más eficiente es cerrar la vía solo en los tramos críticos o de trabajos impostergables, previa coordinación con la municipalidad y aviso a la comunidad con una anticipación de por lo menos 4 días.

Controles

Durante la ejecución de la obra se deben efectuar los controles siguientes:

- Condiciones climáticas.

Es ideal un clima cálido, seco. No se debe trabajar si la temperatura ambiente es menor de 10 °C para emulsiones asfálticas y 15 °C para cementos asfálticos y cortados, o si la temperatura superficial es menor de 21 °C. No debe trabajarse

si hay tiempo neblinoso o posibilidades de lluvia.

- Condiciones de la superficie.

La superficie deberá estar limpia, libre de materias extrañas y seca, sin acumulaciones de bitumen correspondiente a la imprimación o liga.

- Equipos

Todas las partes de los equipos deben examinarse de modo de tener la certeza que están en buenas condiciones de trabajo. Se debe verificar que la barra regadora esté colocada a la altura correcta para el traslape adecuado y que todas las boquillas estén limpias y en el ángulo adecuado.

1. Granulometría y humedad de los agregados, según especificaciones.
2. Temperatura de aplicación del asfalto, según gráfico viscosidad.
3. Control de las cantidades de asfalto (ASTM D 2995-79) y agregados aplicadas según dosificación.
4. Muestreo de todas las partidas de asfalto llegadas a la obra para su análisis de calidad.

ESPECIFICACIONES ST-1

Revestimiento con Sello Asfáltico de Superficies Asfálticas Viejas

EQUIPO

El equipo utilizado por el contratista deberá incluir una escoba mecánica, un soplador con motor, o ambos; una aplanadora de cauchos autopropulsada, una aplanadora tandem de ruedas de acero (4 a 8 toneladas), o ambas. Un equipo mecánico o auto-propulsado que pueda ser ajustado para esparcir el agregado en las cantidades especificadas por unidad de superficie; un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos del Artículo D.02; y el equipo para calentar el material asfáltico.

Las aplanadoras de cauchos, deben tener un ancho total de compactación de no menos de 60 pulgadas (1,52 mt.), así como una presión de contacto mayor de 40 libras por pulgada cuadrada (2,5 Kg/cm² aproximadamente). La presión de contacto que se debe usar será indicada por el ingeniero.

Pueden usarse otros equipos, además de los indicados o en su lugar, siempre que se tenga la aprobación de ingeniero.

APLICACIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO.

(1) Con anterioridad a la concesión del contrato, el ingeniero determinara la cantidad del material asfáltico que se va aplicar, y después que sea conocida la procedencia de los materiales se harán los ajustes necesarios en dichas cantidades. La aplicación del material asfáltico se deberá efectuar con uniformidad, a la tasa indicada, con el distribuidor de presión. Si fuesen necesarios ajustes posteriores, en la tasa de aplicación, estos serán hechos por el ingeniero en el transcurso de la obra. El ligante asfáltico será aplicado a la temperatura especificada por el ingeniero. Cuando se necesite calentarlo, se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar incendios. El distribuidor deberá limpiarse completamente antes de utilizarlo, a menos que su último empleo haya sido con el mismo tipo de ligante asfáltico que el especificado para la obra.

La aplicación de los asfaltos líquidos (que no sean emulsiones) y del cemento asfáltico se deberá efectuar únicamente cuando la superficie este seca o ligeramente húmeda. A menos que el ingeniero lo permita, el ligante asfáltico será aplicado únicamente cuando la temperatura del pavimento no sea menor de 80°F (27°C aprox.)

(2) Antes de comenzar la aplicación asfáltica, se deberá colocar papel de construcción sobre la superficie, extendiéndolo desde la junta hacia atrás y en una distancia suficiente para que cuando la barra de riego comience a regar el asfalto, a la potencia exigida, ésta se halle en el lugar donde debe empezar el tratamiento. Después de que el asfalto se halla aplicado, el papel se sacara y se destruirá.

La barra de riego se cerrara instantáneamente en cada junta de construcción, de modo de obtener una línea recta la aplicación completa del material asfáltico hasta la junta. Si fuera necesario evitar el goteo, se deberá insertar una cajuela gotero, debajo de las boquillas, cuando la aplicación haya cesado.

Deberá usarse una manguera para el riego a mano para aplicar el ligante asfáltico en todos aquellos lugares en que el distribuidor no lo haya podido hacer.

APLICACIÓN DEL AGREGADO MINERAL.

(1) Antes de la concesión del contrato, el ingeniero determinará la tasa de aplicación del agregado que vaya a utilizarse, y después, cuando la procedencia de los materiales se conozca, se harán los ajustes que fueran necesarios. El agregado deberá ser bien esparcido por una niveladora mecánica o automática, seguidamente se aplicara el material asfáltico.

(2) Inmediatamente después de esparcido, el agregado mineral será compactado con una aplanadora de cauchos o de llantas de acero, o con ambas. La compactación se efectuara en el sentido longitudinal, comenzando en los bordes exteriores del tratamiento y avanzando hacia el centro. Cada viaje se solapara la huella anterior en una mitad del ancho de las ruedas delanteras o del rodillo delantero. La primera compactación del agregado, deberá ser terminada antes de que transcurra media hora después de que el agregado ha sido esparcido. La compactación continuara, hasta conseguir que la superficie quede completamente compactada y pareja.

(3) Cuando la capa de sello se aplica tratando media calzada cada vez, unas cuatro a seis pulgadas (10 a 15 cm.) del borde interno se deberán dejar sin cubrir con el agregado para permitir un solape del ligante asfáltico cuando vaya a ser tratada la otra mitad de la superficie.

Después de terminar el trabajo, se deberá sacar del pavimento todo el agregado que haya quedado suelto.

RECOMENDACIONES

Las especificaciones que preceden para capa de sello asfáltico sobre superficies viejas, se recomienda usarlas bajo condiciones corrientes. Ninguna especificación normal, sin embargo, podrá abarcar satisfactoriamente todas las variaciones posibles de las condiciones locales que puedan prevalecer en una obra dada.

Antes de adoptar estas especificaciones al pie de la letra, el ingeniero, deberá tomar en cuenta las indicaciones que se dan a continuación y, si fuera necesario, hará los cambios que se sugieren en ellas.

(1) **Bombeo.** El diseño de carreteras moderno exige que el bombeo no exceda de 1/4 de pulgada por pie (aproximadamente 2%). Muchas carreteras antiguas tienen un bombeo superior al indicado; durante el tratamiento o el retratamiento, se puede mejorar el bombeo, construyendo un tratamiento en forma de cuña, de espesor adecuado en el borde externo y borde afilado en el centro.

Tal construcción, si se adopta, se deberá efectuar con bastante antelación al sellado, de modo a dar tiempo a que se estabilice. El método del proceso es idéntico a la descrita en la Especificación B-6 del Instituto del Asfalto.

(2) **Preparación de la superficie existente.** La eliminación de las depresiones y protuberancias suele ser efectuada por las cuadrillas de conservación, y no suele incluirse en los contratos de sellado.

Tampoco la imprimación suele ser incluida en este tipo de contratos.

ANEXO 2: PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 01: Km 84+000 –Inicio del tramo. (Bermas de 0.50m)



Imagen 02: Km 84+300 –Tortuosidad

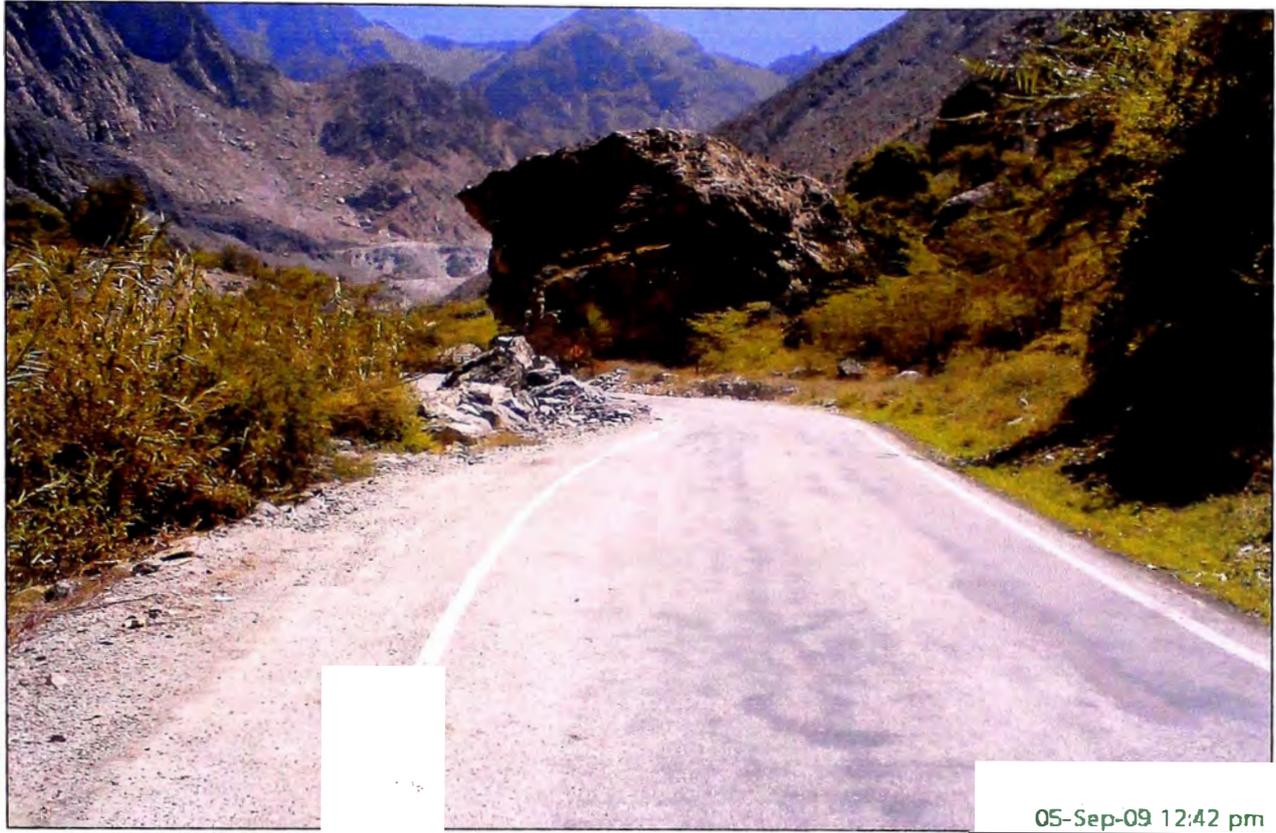


Imagen 03: Km 85+200 –Área exudada en un 20% del ancho de vía

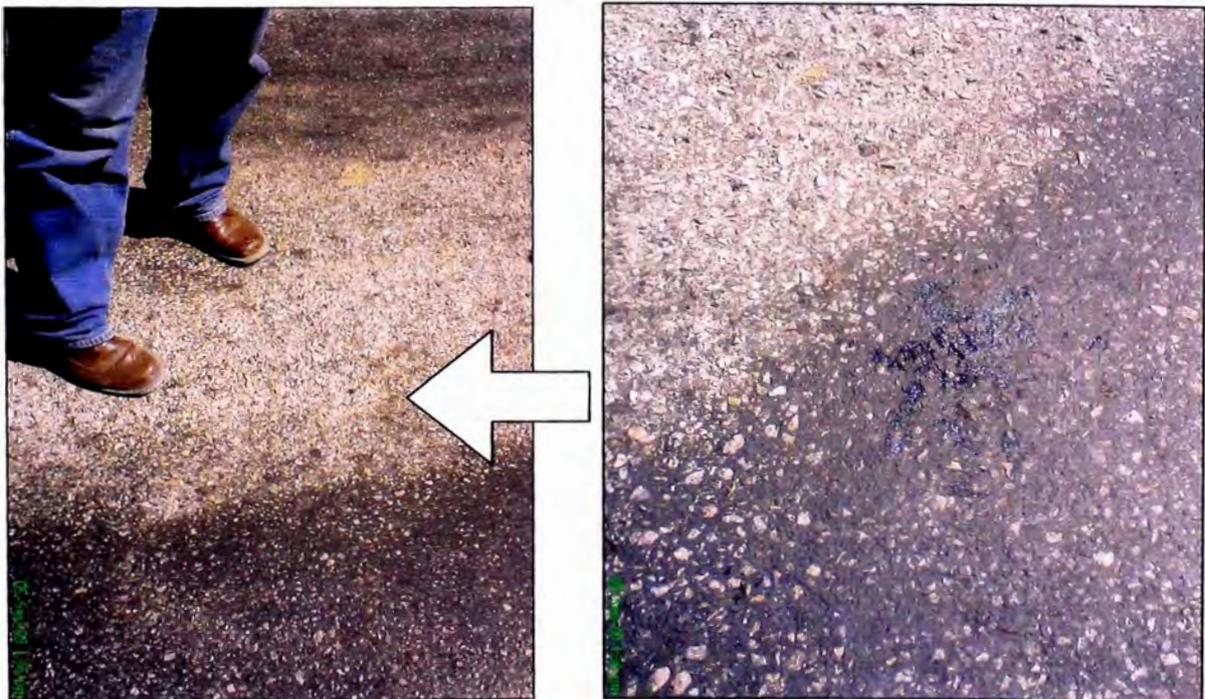


Imagen 04: Km 85+400 – La exudación del asfalto de manera generalizada a lo largo de toda la vía.



Imagen 05: El problema de exudación abarca hasta un promedio de 60% del ancho de la vía.

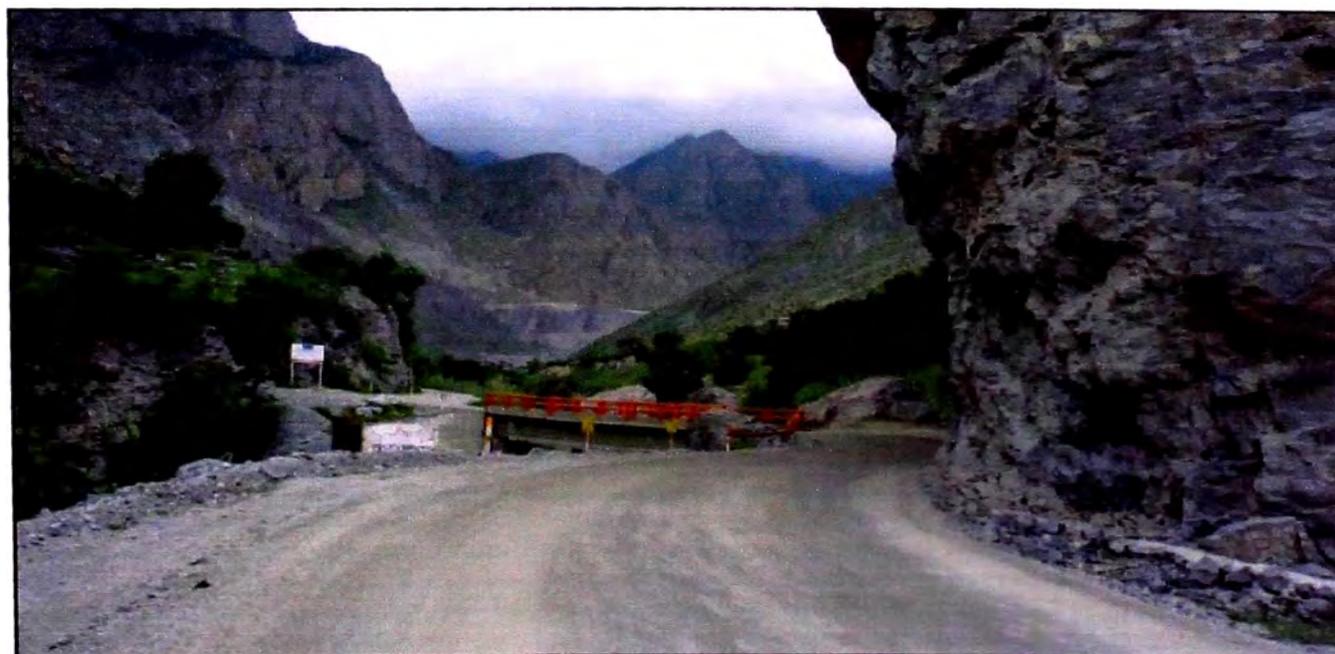


Imagen 06: Km 85+377 - Disposición Puente Matica



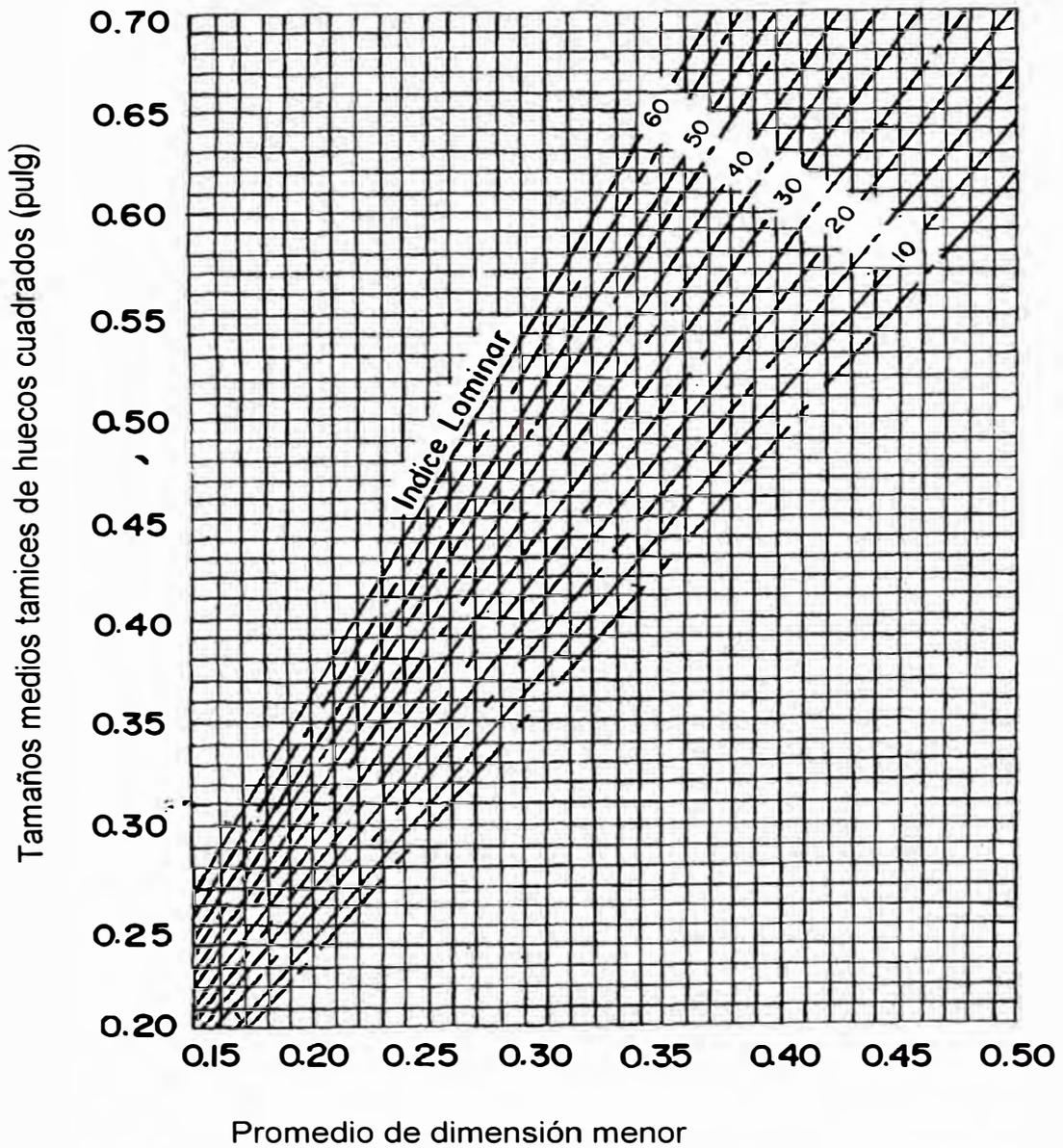
Imagen 07: Km 85+377 - Entrada al Puente Matica



Imagen 08: Km 87+300 - Recolección de calicata cuyos resultados de ensayos se adjuntan en el anexo 6.

ANEXO 3

Gráfica para determinar el promedio de la dimensión menor del agregado

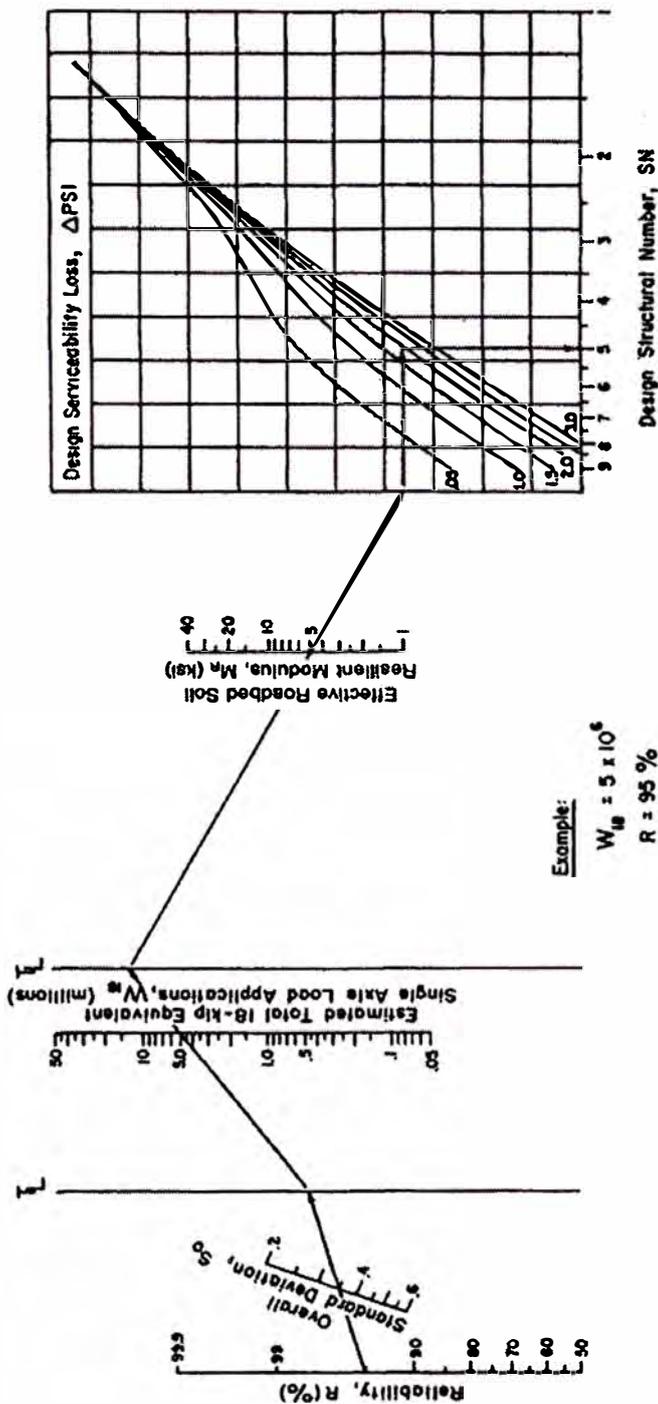


ANEXO 4

Nomograma AASHTO para el cálculo del SN

NOMOGRAFIA SOLUTAS:

$$\log_{10} W = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right] + 2.32 \log_{10} M_R - 8.07}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}}$$



Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

ANEXO 5:

Resultado de Ensayos de Laboratorio – Agregados de carretera



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-710

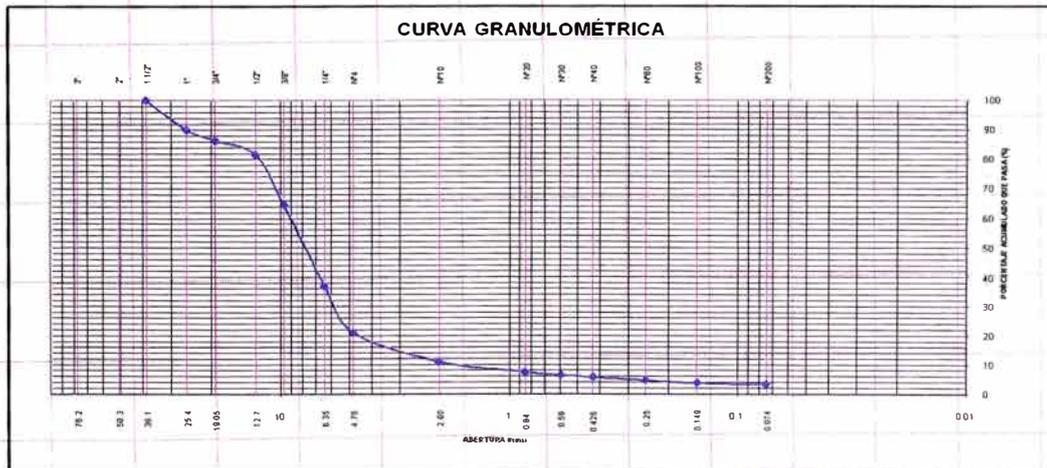
SOLICITANTE : GRUPO N° 6 (CURSO DE TITULACION) SECCION "A"
 PROYECTO : CARRETERA CAÑETE YAUYOS HUANCAYO
 UBICACIÓN : KM 84+000- KM 98+000
 FECHA : 18 de Setiembre del 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial	(% Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	10.1	10.1	89.9
3/4"	19.050	3.6	13.6	86.4
1/2"	12.700	4.8	18.4	81.6
3/8"	9.525	17.1	35.5	64.5
1/4"	6.350	27.6	63.2	36.8
N°4	4.760	15.7	78.9	21.1
N°10	2.000	10.1	89.0	11.0
N°20	0.840	3.4	92.4	7.6
N°30	0.590	1.0	93.5	6.5
N°40	0.426	0.7	94.2	5.8
N°60	0.250	1.1	95.2	4.8
N°100	0.149	0.9	96.2	3.8
N°200	0.074	0.4	96.6	3.4
- N°200		3.4		

% grava	: 78.9
% arena	: 17.7
% finos	: 3.4



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución : Tec. E. Navarro S.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
LABORATORIO N° 2
 REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
 JEFE DEL LABORATORIO
 Lab. de Mecanica de Suelos UNI

ANEXO 6

Resultado de Ensayos de Laboratorio – Calicata



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-683

SOLICITANTE : GRUPO 6 - CURSO DE TITULACIÓN SECCIÓN "A"
 PROYECTO : MONITOREO CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - PACARAN
 UBICACIÓN : PROGRESIVA 87+300 CARRETERA PACARÁN - YAUYOS
 FECHA : 11 de Setiembre 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Progresiva : 87+300

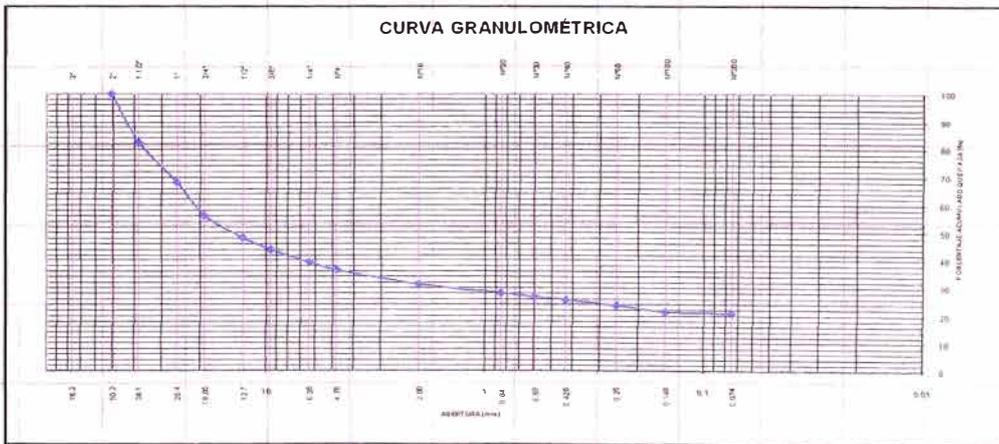
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	17.3	17.3	82.7
1"	25.400	14.6	31.9	68.1
3/4"	19.050	12.0	43.8	56.2
1/2"	12.700	7.8	51.7	48.3
3/8"	9.525	4.3	55.9	44.1
1/4"	6.350	4.8	60.7	39.3
N°4	4.760	2.7	63.4	36.6
N°10	2.000	5.2	68.6	31.4
N°20	0.840	3.1	71.7	28.3
N°30	0.590	1.3	73.1	26.9
N°40	0.426	1.0	74.1	25.9
N°60	0.250	2.1	76.2	23.8
N°100	0.149	2.2	78.4	21.6
N°200	0.074	0.6	79.0	21.0
- N°200		21.0		

% grava	: 63.38
% arena	: 15.62
% finos	: 21.00

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 30.52
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 22.28
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 8.24

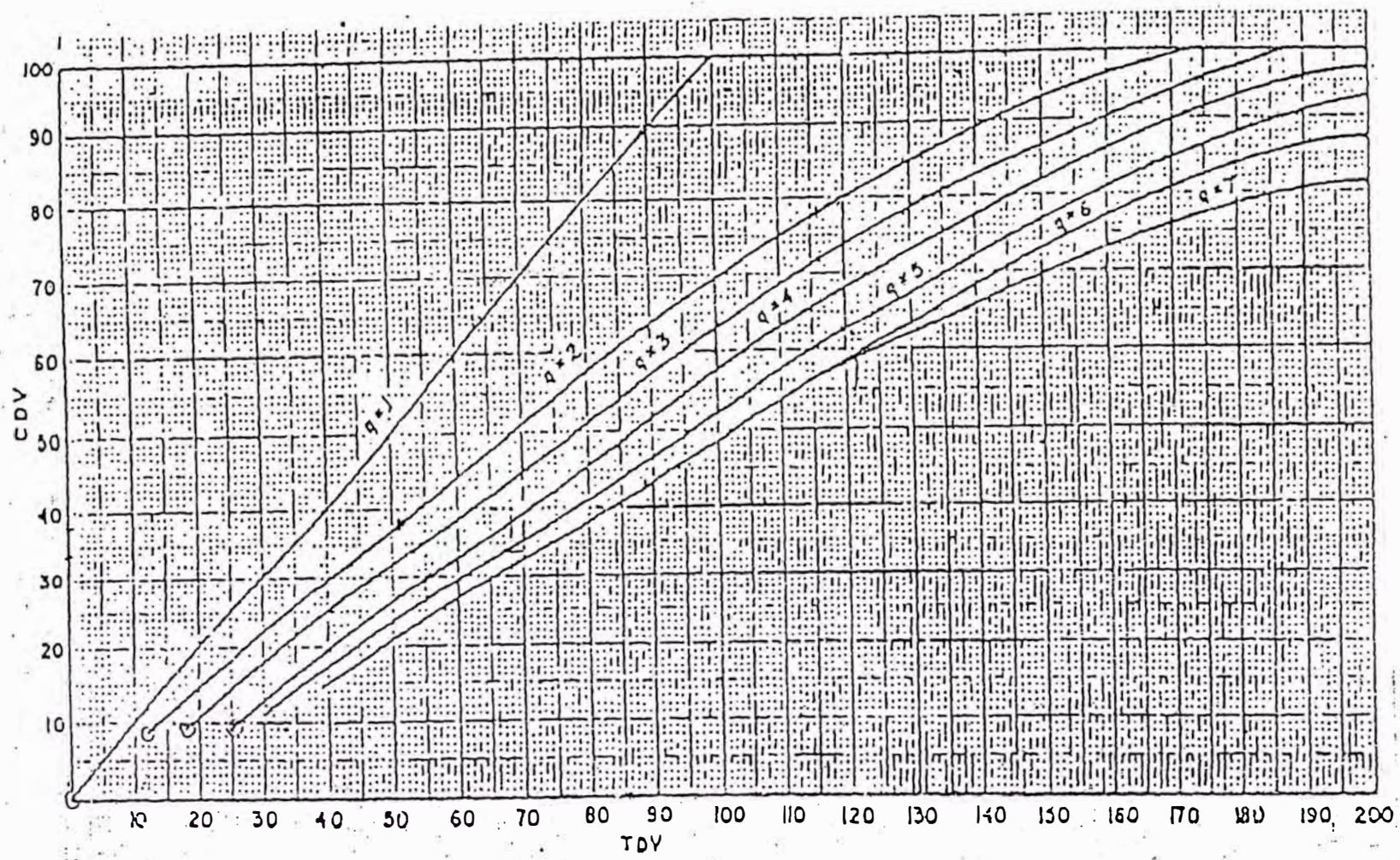
Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GC**
 Contenido de Humedad ASTM D2216 : **8.31**



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución : Tec. Jeny Montenegro



José Wilfredo Gutiérrez Lazares
 JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
 ING. JEFE DEL LABORATORIO
 Lab. de Mecánica de Suelos U.I.I.



Curvas de Deducción para superficie Asfáltica.

ANEXO 8

Curvas de valores de deducción para la exudación

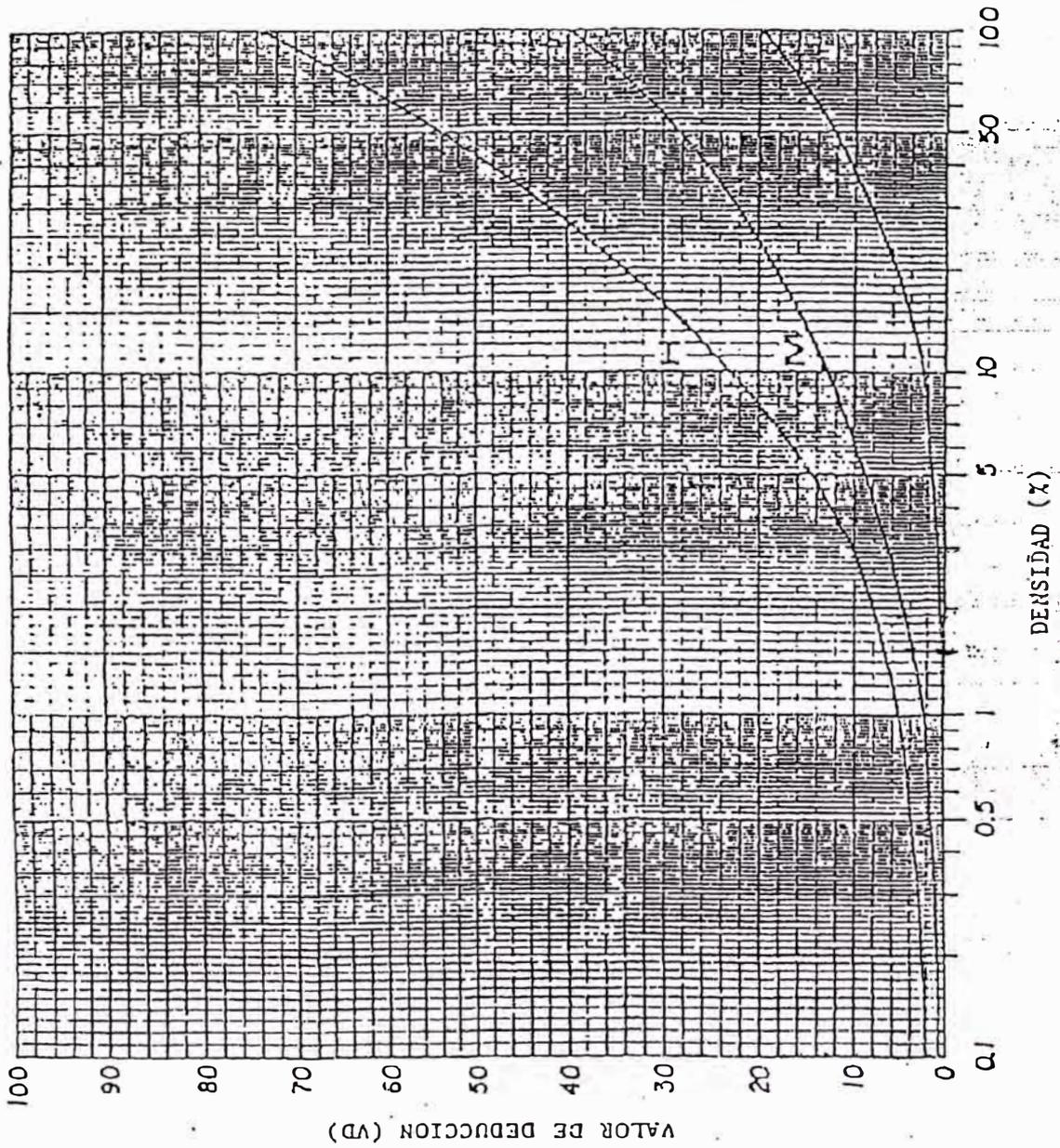
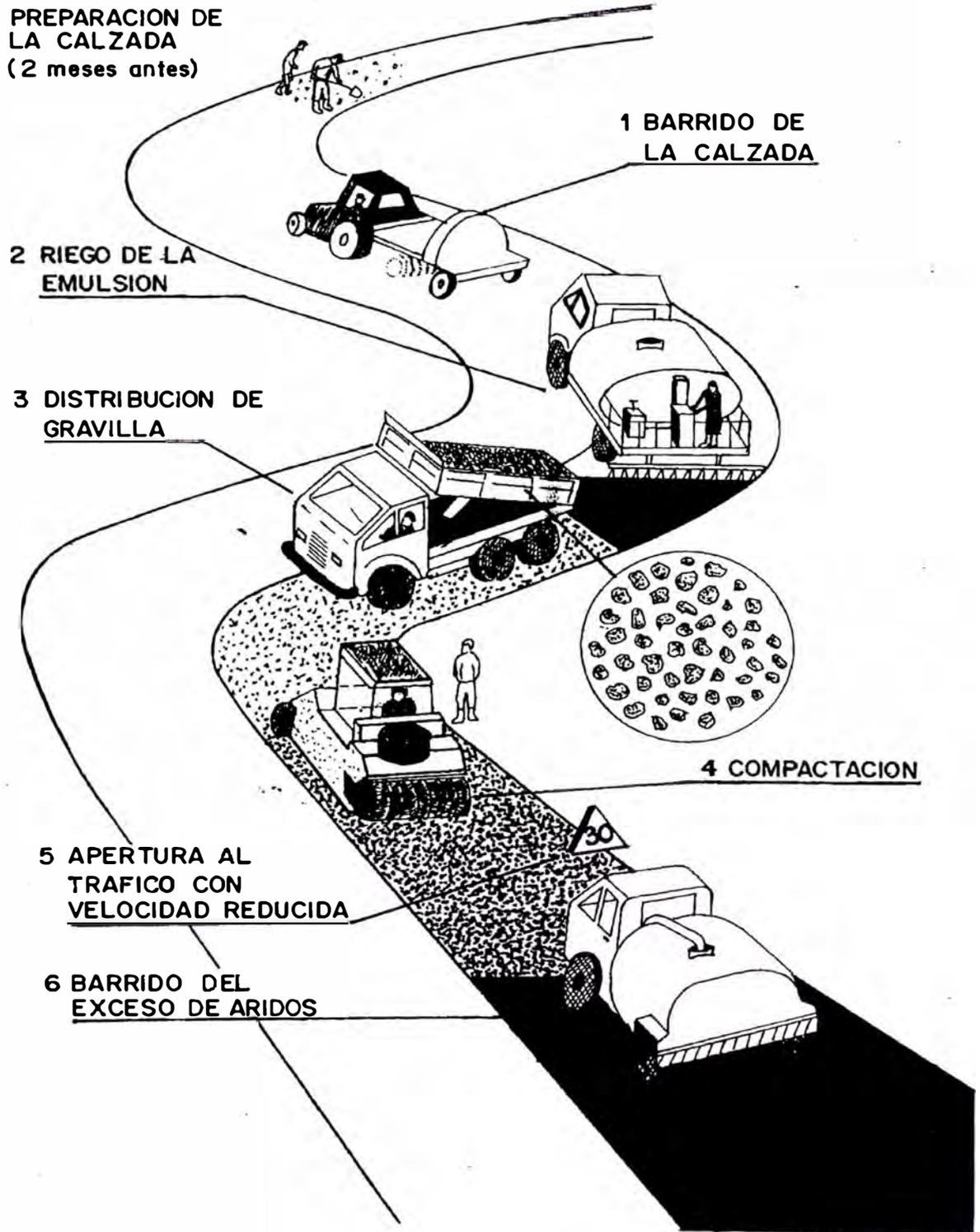


Figura A2... Exudación de Asfalto

ANEXO 9

Esquema de ejecución de un tratamiento simple



ANEXO 10: Cantidades de asfalto y agregado para tratamientos superficiales simples

Tabla 6.3 Cantidades de Asfalto y Agregado para Tratamientos Superficiales Simples^{1,2,3,4}

Tamaño Nominal del Agregado	Tamaño N°	Cantidad de Agregado kg/m ² (libras/yarda ²)	Cantidad de Asfalto Vm ² (galones/yarda ²)	Tipo y Grado de Asfalto*
19.0 a 9.5 mm (3/4 a 3/8 pulg.)	6	22-27 (40-50)	1.8-2.3 (0.40-0.50)	RS-2 (RR-2), CRS-2 (CRR-2)
12.5 a 4.75 mm (1/2 pulg. a N° 4)	7	14-16 (25-30)	1.4-2.0 (0.30-0.45)	RS-1 (RR-1), RS-2, CRS-1 (CRR-1), CRS-2
9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg. a N° 8)	8	11-14 (20-25)	0.9-1.6 (0.20-0.35)	RS-1 (RR-1), RS-2, CRS-1 (CRR-1), CRS-2
4.75 a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	9	8-11 (15-20)	0.7-0.9 (0.15-0.20)	RS-1 (RR-1), MS-1 (RM-1), CRS-1 (CRR-1), HFRS-2 (RR-2 a. f.)
Arena	AASHTO M-6	5-8 (10-15)	0.5-0.7 (0.10-0.15)	RS-1, MS-1, CRS-1, HFRS-2

*Incluyendo versiones modificadas con polímeros de estas emulsiones asfálticas

¹ Estas cantidades de asfalto cubren el rango promedio de condiciones que incluyen bases granulares imprimadas y viejas superficies de pavimentos. Las cantidades y tipos de materiales pueden variar según las condiciones locales y la experiencia.

² Los valores menores para el asfalto deberían aplicarse a agregados con granulometrías del lado "fino" de los límites especificados. Los valores mayores para el asfalto deberían aplicarse a agregados con granulometrías del lado "grueso" de los límites especificados.

³ Es importante ajustar la cantidad de asfalto a la condición de la superficie del camino, incrementándola si el camino es absorbente, está muy fisurado o es de textura gruesa, y disminuyéndola si hay asfalto exudado en la superficie del camino (Ver Tabla inferior)

⁴ Es importante ajustar la cantidad de asfalto a las condiciones e intensidad del tráfico. Un aumento en el tráfico significará una disminución en el contenido de asfalto.

Corrección debida a la condición de la superficie

Textura del Pavimento	Corrección**	
	Vm ²	(galones/yarda ²)
Negra, asfalto exudado		
Lisa, no porosa	-0.04 to -0.27	(-0.01 to -0.06)
Absorbente – ligeramente porosa, oxidada	0.00	(0.00)
– ligeramente disgregada, porosa, oxidada	0.14	(0.03)
– muy disgregada, porosa, oxidada	0.27	(0.06)
	0.40	(0.09)

** Esta corrección debe basarse en observaciones hechas en el lugar del trabajo

Diseño de Tratamientos Superficiales Simples. Tomada la decisión de emplear un tratamiento de superficie, el paso siguiente es hallar las proporciones correctas de la emulsión asfáltica y del agregado. El propósito es lograr una superficie de pavimento del espesor del agregado, con una cantidad de asfalto que, por un lado, sea suficiente para mantener el agregado en su lugar y, por otro, sea insuficiente para causar exudación (*bleeding*).

Cuando una capa de agregado monogranular (de un solo tamaño) es vertida por un distribuidor sobre una película de asfalto, las partículas se orientarán de manera aleatoria. Luego de la compactación por tránsito, las partículas se realinearán con un porcentaje de vacíos entre ellas de alrededor del 20%. Un diseño deseable se basa en el hecho de que entre un 60 y un 75% de los vacíos estén ocupados con emulsión asfáltica.

Hay varios procedimientos teóricos para determinar la cantidad de agregado. Estos habitualmente implican determinar el promedio de la menor dimensión, los vacíos y el peso de la unidad de volumen del agregado suelto. Usualmente, se emplean cálculos matemáticos conjuntamente con ensayos de laboratorio para determinar las cantidades necesarias de asfalto y de agregado. Antes que presentar un método complejo para realizar estas determinaciones, se presenta la Tabla 6.3 como una pauta general. Esta tabla ofrece un rango de proporciones de asfalto y de agregado en función del tamaño específico del agregado empleado. Las cantidades de asfalto sugeridas cubren el rango promedio de condiciones que incluye bases granulares imprimadas y superficies de viejos pavimentos. Estas cantidades y tipos de materiales pueden ser modificados de acuerdo con las condiciones locales y con la experiencia. La intensidad y las condiciones del tráfico deberían también ser consideradas en el diseño de un tratamiento superficial.

Para un diseño en particular, consulte con el Departamento de Transportes Local o con el productor de emulsión asfáltica.

ANEXO11: Cantidades de asfalto y agregado para tratamientos superficiales dobles y triples

Tabla 6.4 Cantidades de Asfalto y de Agregado para Tratamientos Superficiales Dobles

	Tamaño nominal del agregado	Tamaño Nº	Cantidad de agregado kg/m ² (lb/yarda ²)	Cantidad de asfalto Vm ² (gal/yarda ²)
12.5 mm (1/2") de espesor				
1ª aplicación*	9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg. a Nº 8)	8	14-19 (25-35)	0.9-1.4 (0.20-0.30)
2ª aplicación	4.75 a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	9	5-8 (10-15)	1.4-1.8 (0.30-0.40)
15.9 mm (5/8") de espesor				
1ª aplicación*	12.5 a 4.75 mm (1/2 pulg. a Nº 4)	7	16-22 (30-40)	1.4-1.8 (0.30-0.40)
2ª aplicación	4.75 a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	9	8-11 (15-20)	1.8-2.3 (0.40-0.50)
19.0 mm (3/4") de espesor				
1ª aplicación*	19.0 a 9.5 mm (3/4 a 3/8 pulg.)	6	22-27 (40-45)	1.6-2.3 (0.35-0.50)
2ª aplicación	9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg. a Nº 8)	8	11-14 (20-25)	2.3-2.7 (0.50-0.60)

*En el caso de una base granular no tratada, se emplea una imprimación de penetración en lugar de una emulsión (Ver Capítulo 8)

Tabla 6.5 Cantidades de Asfalto y de Agregado para Tratamientos Superficiales Triples

	Tamaño nominal del agregado	Tamaño Nº	Cantidad de agregado kg/m ² (lb/yarda ²)	Cantidad de asfalto Vm ² (gal/yarda ²)
12.5 mm (1/2") de espesor				
1ª aplicación*	9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg. a Nº 8)	8	14-19 (25-35)	0.9-1.4 (0.20-0.30)
2ª aplicación	4.75 a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	9	5-8 (10-15)	1.1-1.6 (0.25-0.35)
3ª aplicación	4.75 mm a 150 µm (Nº 4 a Nº 100)	10	5-8 (10-15)	0.9-1.4 (0.20-0.30)
15.9 mm (5/8") de espesor				
1ª aplicación*	12.5 a 4.75 mm (1/2 pulg. a Nº 4)	7	16-22 (30-40)	0.9-1.4 (0.20-0.30)
2ª aplicación	9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg. a Nº 8)	8	8-11 (15-20)	1.4-1.8 (0.30-0.40)
3ª aplicación	4.75 a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	9	5-8 (10-15)	0.9-1.4 (0.20-0.30)
19.0 mm (3/4") de espesor				
1ª aplicación*	19.0 a 9.5 mm (3/4 a 3/8 pulg.)	6	19-25 (35-45)	1.1-1.6 (0.25-0.35)
2ª aplicación	9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg. a Nº 8)	8	11-14 (20-30)	1.4-1.8 (0.30-0.40)
3ª aplicación	4.75 a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	9	5-8 (10-15)	1.1-1.6 (0.25-0.35)

*En el caso de una base granular no tratada, se emplea una imprimación de penetración en lugar de una emulsión (Ver Capítulo 8)

ANEXO 12: CUADROS ANEXOS

Cuadro 1

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA POBLACIÓN TOTAL POR DEPARTAMENTOS
VARIACIÓN PORCENTUAL

OBS	LA LIBERTAD	LAMBAYEQUE	LMA	LORETO	MADRE DE DIOS	MOQUEGUA	PASCO	PIURA	PUNO	SAN MARTIN	TACNA	TUMBES	UCAYALI
2002	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2003	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2004	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2005	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2006	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2007	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2008	1.2%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2009	1.2%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2010	1.2%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2011	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2012	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2013	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2014	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2015	1.5%	1.8%	1.7%	2.1%	2.8%	1.2%	0.2%	1.1%	1.1%	3.1%	2.6%	2.4%	3.1%
2016	0.9%	1.1%	1.1%	1.5%	2.1%	0.9%	-0.1%	0.5%	0.5%	2.5%	1.6%	1.8%	2.5%
2017	0.9%	1.1%	1.1%	1.5%	2.1%	0.9%	-0.1%	0.5%	0.5%	2.5%	1.6%	1.8%	2.5%
2018	0.9%	1.1%	1.1%	1.5%	2.1%	0.9%	-0.1%	0.5%	0.5%	2.5%	1.6%	1.8%	2.5%
2019	0.9%	1.1%	1.1%	1.5%	2.1%	0.9%	-0.1%	0.5%	0.5%	2.5%	1.6%	1.8%	2.5%
2020	0.9%	1.1%	1.0%	1.5%	2.1%	0.9%	-0.1%	0.5%	0.5%	2.5%	1.6%	1.8%	2.5%

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas.

Cuadro 2

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA POBLACIÓN TOTAL POR DEPARTAMENTOS
VARIACIÓN PORCENTUAL

OBS	TOTAL	AMAZONAS	ANCASH	APURIMAC	AREQUIPA	AYACUCHO	CAJAMARCA	CUZCO	HUANCAVELICA	HUANUCO	ICA	JUNIN
2002	1.5%	1.7%	0.9%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2003	1.5%	1.7%	0.9%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2004	1.5%	1.7%	0.9%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2005	1.5%	1.7%	0.9%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2006	1.5%	1.7%	0.9%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2007	1.5%	1.7%	0.9%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2008	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2009	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2010	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2011	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2012	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2013	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2014	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2015	1.6%	1.7%	0.2%	1.0%	1.6%	0.3%	1.1%	1.1%	0.2%	1.8%	1.4%	1.1%
2016	0.9%	1.1%	0.2%	0.4%	1.0%	-0.2%	0.5%	0.5%	0.2%	1.2%	0.8%	0.5%
2017	0.9%	1.1%	0.2%	0.4%	1.0%	-0.2%	0.5%	0.5%	0.2%	1.2%	0.8%	0.5%
2018	0.9%	1.1%	0.2%	0.4%	1.0%	-0.2%	0.5%	0.5%	0.2%	1.2%	0.8%	0.5%
2019	0.9%	1.1%	0.2%	0.4%	1.0%	-0.2%	0.5%	0.5%	0.2%	1.1%	0.8%	0.5%
2020	0.9%	1.1%	0.2%	0.4%	1.0%	-0.2%	0.5%	0.5%	0.2%	1.1%	0.8%	0.5%

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas

Cuadro 3**PBI DE JUNIN**
(Variación Porcentual)

AÑOS	PBI JUNIN	AGROPEC	COMERCIO	CONSTRUC	MANUFACT	MINERIA	OTROS	PESCA	SERV.GUBER.
2002	4.5%	3.5%	3.6%	7.0%	7.0%	2.0%	2.5%	3.2%	2.2%
2003	5.4%	4.4%	5.3%	8.1%	7.1%	2.0%	5.1%	4.3%	2.0%
2004	5.3%	4.4%	5.0%	9.6%	7.0%	1.3%	4.4%	3.7%	1.8%
2005	3.8%	2.1%	2.9%	4.7%	4.4%	4.9%	5.1%	4.5%	2.7%
2006	3.9%	2.3%	2.9%	4.6%	4.3%	5.0%	5.4%	4.3%	2.7%
2007	3.9%	2.5%	2.9%	4.6%	4.3%	4.4%	5.4%	4.2%	2.6%
2008	3.8%	2.7%	3.0%	4.6%	4.2%	4.0%	5.2%	4.1%	2.5%
2009	3.8%	2.8%	3.0%	4.6%	4.2%	2.9%	4.9%	4.1%	2.5%
2010	3.7%	3.0%	3.0%	4.6%	4.1%	2.2%	4.5%	4.1%	2.4%
2011	3.4%	3.3%	3.6%	4.2%	3.7%	1.5%	3.6%	3.7%	2.0%
2012	3.8%	2.9%	2.5%	5.0%	4.5%	0.8%	4.3%	4.4%	2.8%
2013	3.5%	3.3%	3.1%	4.6%	4.0%	0.4%	3.9%	4.0%	2.3%
2014	3.5%	3.3%	3.1%	4.5%	4.0%	0.4%	3.5%	4.0%	2.2%
2015	3.5%	3.4%	3.1%	4.5%	4.0%	0.4%	3.7%	4.1%	2.2%
2016	3.5%	3.4%	3.1%	4.5%	4.0%	0.4%	3.7%	4.1%	2.2%
2017	3.6%	3.5%	3.1%	4.5%	4.0%	0.4%	3.7%	4.1%	2.1%
2018	3.6%	3.6%	3.2%	4.5%	4.0%	0.4%	3.7%	4.2%	2.1%
2019	3.5%	3.6%	3.2%	4.5%	4.0%	0.4%	3.5%	4.2%	2.1%
2020	3.7%	3.7%	3.2%	4.5%	4.0%	0.4%	3.5%	4.2%	2.1%

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas

Cuadro 4**PBI DE LIMA**
(Variación Porcentual)

AÑOS	PBI LIMA	AGROPEC	COMERCIO	CONSTRUC	MANUFACT	MINERIA	OTROS	PESCA	SERV.GUBER.
2002	4.1%	4.5%	4.2%	6.2%	6.0%	5.7%	1.7%	0.6%	1.5%
2003	5.3%	5.3%	5.7%	7.2%	6.2%	4.7%	4.0%	2.2%	1.3%
2004	5.2%	5.3%	5.4%	8.7%	6.1%	5.3%	3.4%	2.1%	1.2%
2005	3.6%	2.9%	3.2%	3.5%	3.7%	3.1%	4.2%	3.2%	2.1%
2006	3.7%	3.0%	3.2%	3.5%	3.7%	3.1%	4.4%	3.3%	2.1%
2007	3.7%	3.1%	3.2%	3.5%	3.7%	3.3%	4.5%	3.4%	2.0%
2008	3.7%	3.2%	3.2%	3.9%	3.7%	3.6%	4.3%	3.5%	2.0%
2009	3.6%	3.3%	3.3%	3.9%	3.7%	3.3%	4.1%	3.6%	2.0%
2010	3.6%	3.4%	3.3%	3.9%	3.7%	3.5%	3.8%	3.7%	2.0%
2011	3.6%	3.3%	3.6%	4.2%	3.7%	4.0%	3.6%	3.7%	2.0%
2012	3.4%	3.8%	3.0%	3.6%	3.8%	3.5%	3.3%	3.8%	2.1%
2013	3.5%	3.6%	3.4%	4.0%	3.8%	3.9%	3.2%	3.9%	2.0%
2014	3.5%	3.7%	3.4%	4.1%	3.8%	4.3%	3.2%	3.9%	2.0%
2015	3.5%	3.7%	3.4%	4.1%	3.8%	4.5%	3.2%	4.0%	2.0%
2016	3.5%	3.8%	3.4%	4.1%	3.9%	4.5%	3.2%	4.0%	2.0%
2017	3.6%	3.8%	3.4%	4.1%	3.9%	4.5%	3.3%	4.1%	2.0%
2018	3.6%	3.9%	3.5%	4.2%	3.9%	4.3%	3.3%	4.2%	2.0%
2019	3.7%	3.9%	3.5%	4.2%	3.9%	4.2%	3.4%	4.2%	2.0%
2020	3.7%	4.0%	3.5%	4.2%	4.0%	4.1%	3.5%	4.3%	2.0%

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas

Cuadro5: Tipos de falla para el cálculo del PCI

Falla N°	Descripción	Unid.
1	Grieta Piel de Cocodrilo	m ²
2	Exudación del asfalto	m ²
3	Grietas de contracción (Bloque)	m ²
4	Elevaciones – hundimiento	m
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada – hombrillo	m
10	Grietas longitudinales y transversales.	m
11	Baches y zanjas reparadas	m ²
12	Agregados pulidos	m ²
13	Huecos	nro.
14	Cruce de rieles	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Deformación por empuje	m ²
17	Grietas de deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y desintegración	m ²

Fuente: Apuntes de clase del curso de Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transportes – Ing. Wilfredo Gutiérrez Lázares

Cuadro 5-a: Clasificación de la condición del pavimento según PCI

PCI	DESCRIPCIÓN	CATEGORIA
0 – 10	El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera "FALLADO" y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial y/o bacheo de un alto porcentaje de su área.	FALLADO
11 – 25		MUY MALO
26 – 40		MALO
41 – 55	Punto en el que el pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede clasificarse como regular o aceptable. Su tasa de deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto "optimo" de rehabilitación.	REGULAR
56 – 70	Punto en el que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo buena pero su deterioro comienza a aumentar.	BUENA
71 – 85	Punto en el que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas y por tanto deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.	MUY BUENO
85-100	Pavimento en perfecto estado.	EXCELENTE

Fuente: Apuntes de clase del curso de Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transportes – Ing. Wilfredo Gutiérrez Lázares

Cuadro 6: Record de accidentes

Km / Poblado	Día	Mes	Año	Tipo de Vehículo Involucrado			Modalidad	Heridos	Muertos
				Veh.1	Veh.2	Veh.3			
Ronani	12	Enero	2007	3			Choque	Daños Materiales	
Pte. Pacarán	25	Marzo	2007	Moto Lineal			5 (Caída Pasajero)		1
Pte. Pacarán	21	Mayo	2007	3			Choque	Daños Materiales	
Nvo Jacaya	6	Septiembre	2007	2	Bicicleta		Choque	1	
Jacayita	25	Septiembre	2007	Motokar	Bicicleta		Choque		
Pte. Pacarán	4	Octubre	2007	Bus			Despiste	10	
Entrada Pacarán	18	Diciembre	2007	Moto Lineal			Atropello	1	
Sacado	1	Febrero	2008	2			Atropello	1	
Calachota	7	Mayo	2008	Bus			Caída a abismo	17	29
Huantán Km144	15	Agosto	2009	Camioneta Minivan			Caída a abismo		9

Fuente: Comisaría Pacarán

Cuadro 7: Bombeo de Calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5	2,5 - 3,0
Afirmado	3,0 - 3,5	3,0 - 4,0

Fuente: tabla 304.03 de las Normas DG – 1999 del MTC

ANEXO COSTOS UNITARIOS

OBTENCIÓN DE AGREGADO PARA TSM

TRANSPORTE AGREGADOS A OBRA				
Rendimiento		170.000 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0047
470104	PEON	HH	1.00	0.0471
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
481104	VOLQUETE DE 10 M3	HM	1.00	0.0471
490408	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	0.20	0.0094

EXTRACCION Y APILAMIENTO				
Rendimiento		360.000 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0044
470104	PEON	HH	2.00	0.0444
470123	CONTROLADOR OFICIAL	HH	0.20	0.0044
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1.00	0.0222

ZARANDEO DE AGREGADOS				
Rendimiento		150.000 M2/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0533
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0533
470104	PEON	HH	3.00	0.1600
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1.00	0.0533
490810	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	HM	1.00	0.0533
491507	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	HM	1.00	0.0533

CARGUIO DE MATERIAL ZARANDEADO				
Rendimiento		840.000 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Mano de Obra			
470104	PEON	HH	1.00	0.0095
470123	CONTROLADOR OFICIAL	HH	0.50	0.0048
	Equipos			
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1.00	0.0095

CHANCADO DE AGREGADOS PARA TSM				
Rendimiento		153.660 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Mano de Obra			
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0052
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.1041
470104	PEON	HH	1.00	0.0521
	Equipos			
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
490408	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	HM	1.00	0.0521
490804	CHANCAD.PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 T/	HM	1.00	0.0521
491505	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	HM	1.00	0.0521

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL SUPERFICIE DE RODADURA

MANTENIMIENTO RUTINARIO

TRATAMIENTO DE FISURAS				
Rendimiento		300.000 M/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Mano de Obra			
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0267
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.0533
470104	PEON	HH	6.00	0.1600
	Materiales			
301541	SELLADOR ELASTOMERICO	KG		0.3500
	Equipos			
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
482166	RUTEADORA DE ASFALTO	HM	1.00	0.0267
482167	MARMITA	HM	1.00	0.0267
490207	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1.00	0.0267

ESTUDIO DE RUGOSIDAD				
Rendimiento		64.000 KM/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Mano de Obra			
470035	TECNICO	HH	1.00	0.1250
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1250
	Materiales			
376237	CHALECO DE SEGURIDAD	UND		0.0700
482168	RUGOSIMETRO	HM		48.0000
	Equipos			
491205	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON.	HM	1.00	0.1250

ESTUDIO DE DEFLEXION				
Rendimiento		5.000 KM/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470035	TECNICO	HH	1.00	1.6000
470103	OFICIAL	HH	5.00	8.0000
470104	PEON	HH	4.00	6.4000
Materiales				
290601	MATERIALES VARIOS	%EQ		5.0000
376237	CHALECO DE SEGURIDAD	UND		0.0300
376238	CONO DE SEGURIDAD	UND		0.0300
376239	SEÑALES	UND		0.0200
Equipos				
482169	DEFLECTOMETRO - VIGA BENKELMAN	HM		48.0000
491205	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON.	HM	1.00	1.6000
491701	VOLQUETE 6 M3	HM	1.00	1.6000

LIMPIEZA GENERAL				
Rendimiento		30.000 KM/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.0267
470104	PEON	HH	2.00	0.5333
Materiales				
290601	MATERIALES VARIOS	%EQ		5.0000
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
491200	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON.	HM	1.00	0.2667

MONITOREO ESTADO DE LA VÍA				
Rendimiento		10.000 KM/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8000
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000

BACHEO SUPERFICIAL EN CALZADAS				
Rendimiento		1.000 M2/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	8.0000
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000
470104	PEON	HH	6.00	48.0000
Materiales				
130006	ASFALTO RC-250	GLN		0.2740
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
490191	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM	1.00	8.0000
490325	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	1.00	8.0000
490346	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	HM	1.00	8.0000
490367	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 DE 80 HP	HM	1.00	8.0000
490530	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	HM	1.00	8.0000
491304	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM	1.00	8.0000
Insumos Partida				
920101	AGREGADO P/TRAT. SUPERFICIAL MONOCAPA	M3		0.0106

REMOCIÓN DE DERRUMBES MENORES A 15M3				
Rendimiento		15.000 M3/DÍA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.5333
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5333
470104	PEON	HH	6.00	3.2000
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
Insumos Partida				
910201	ACONDICIONAMIENTO A BOTADEROS	M3		1.0000

MANTENIMIENTO PERIÓDICO

COLOCACIÓN DE SELLOS ASFÁLTICOS (inc. riego de liga)				
Rendimiento		3,000.000 M2/DÍA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0027
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.0080
470104	PEON	HH	6.00	0.0160
Materiales				
040000	ARENA FINA	M3		0.0050
200103	CEMENTO ASFALTICO	M2		0.5500
Equipos				
481104	VOLQUETE DE 10 M3	HM	1.00	0.0027
490207	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1.00	0.0027
490325	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	1.00	0.0027
490530	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	HM	1.00	0.0027
493103	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS.	HM	1.00	0.0027

COLOCACIÓN DE SLURRY SEAL (inc. riego de liga)				
Rendimiento		3,800.000 M2/DÍA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0021
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.0042
470104	PEON	HH	8.00	0.0168
Materiales				
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0180
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0050
308680	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA LENTA	GLN		0.7000
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
481294	CAMION CISTERNA 3000 GL	HM	1.00	0.0021
490325	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	1.00	0.0021
490361	TRACTOR DE TIRO MF 265 DE 63 HP	HM	1.00	0.0021
490491	CARGADOR FRONTAL	HM	1.00	0.0021
493105	CAMION ESPARCIDOR MACROPAVER	HM	1.00	0.0021

COLOCACIÓN DE RECAPEADOS ASFÁLTICOS (inc. riego de liga)				
Rendimiento		240.000 M3/DÍA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0333
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.1000
470104	PEON	HH	8.00	0.2667
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
490207	COMPRESORA NEUMÁTICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1.00	0.0333
490325	RODILLO NEUMÁTICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	1.00	0.0333
491136	RODILLO TANDEM 8 A 10 TN.	HM	1.00	0.0333
492504	PAVIMENTADORA DE 69 HP	HM	1.00	0.0333
493103	CAMIÓN IMPRIMADOR DE 1800 GLS.	HM	1.00	0.0333
Insumos Partida				
930101	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INC. TRANSP.	M3		1.0000

MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INC. TRANSPORTE				
Rendimiento		480.000 M3/DÍA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.0167
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	2.00	0.0333
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0167
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.0333
470104	PEON	HH	6.00	0.1000
Materiales				
530002	PETROLEO DIESEL # 2	GLN		3.5000
560513	TANQUE DE ALMACENAMIENTO PEN 8000 GLN	UND		3.0000
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10.0000
490412	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YD3.	HM	1.00	0.0167
490504	CALENTADOR DE ACEITE 5 HP 468 P3	HM	2.00	0.0333
490532	PLANTA ASFALTO CIBER 120-150 Ton/h (INC. GE 400KW)	HM	1.25	0.0208
Insumos Partida				
920104	AGREGADO P/MEZCLA ASFÁLTICA	M3		1.5000

AGREGADO P/MEZCLA ASFÁLTICA				
Rendimiento		M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Insumos Partida			
920102	TRANSPORTE AGREGADOS A OBRA	M3		1.1000
920103	EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO	M3		1.1000
920201	ZARANDEO DE AGREGADOS	M2		1.1000
920301	CARGUIO DE MATERIAL ZARANDEADO	M3		1.1000
920402	CHANCADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA	M3		1.1000

ACONDICIONAMIENTO A BOTADEROS				
Rendimiento		162.000 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Mano de Obra			
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0049
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0494
470104	PEON	HH	2.00	0.0988
	Equipos			
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
491701	VOLQUETE 6 M3	HM	1.00	0.0494

REMOCIÓN DE DERRUMBES MAYORES A 15M3 Y MENORES A 200M3				
Rendimiento		310.000 M3/DÍA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
	Mano de Obra			
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.5333
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5333
470104	PEON	HH	6.00	3.2000
	Equipos			
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000
	Insumos Partida			
910201	ACONDICIONAMIENTO A BOTADEROS	M3		1.0000

REMOCION DE DERRUMBES MAYORES A 15M3 Y MENORES A 200M3				
Rendimiento		310.000 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad
Mano de Obra				
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.0129
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0258
470104	PEON	HH	6.00	0.1548
Equipos				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000
490207	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1.00	0.0258
490412	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 YD3.	HM	1.00	0.0258
490436	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	HM	1.00	0.0258
490603	MARTILLO NEUMATICO DE 24 Kg.	HM	1.00	0.0258
490903	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1.00	0.0258
Insumos Partida				
910201	ACONDICIONAMIENTO A BOTADEROS	M3		2.0000

ANEXO 13: CONSIDERACIONES DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN AASHTO 1993

AASHTO proporciona fórmulas simplificadas para convertir la carga de aporte de cada eje del vehículo considerado en ejes equivalentes estándar y afectados finalmente por factores que consideran el sentido y el número de carriles que tendrá la vía (W18):

Cuadro A20.1: Factores de equivalencia de carga

F.E.C.	TIPO DE EJE
$fp \times \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	Eje de rueda simple
$fp \times \left(\frac{P}{8.2}\right)^4$	Eje de rueda doble
$fp \times \left(\frac{P}{15.1}\right)^4$	Eje tándem
$fp \times \left(\frac{P}{22.9}\right)^4$	Eje tridem

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito

El método en general utiliza las fórmulas siguientes:

$$fp = 0.000631 \times P_{cont}^{1.73427}$$

$$P_{cont} = 0.90 \times P_{inf}$$

$$G = \frac{(1+j)^T - 1}{j}$$

$$EAL = 365 \times \sum_{i=1}^n (G_i \times IMD_i \times F.E.C._i)$$

$$W18 = D_D \times D_L \times EAL$$

Donde:

F.E.C. = Factor de equivalencia de carga o factor destructivo.

P= Sumatoria parcial de carga por eje considerado.

fp = Factor presión de llantas.

P_{cont} = Presión de contacto entre los neumáticos y la superficie de rodadura (psi).

P_{inf} = Presión de inflado de los neumáticos (psi).

G = Factor de proyección del tráfico en el periodo de diseño. Depende del tipo de vehículo.

T = Periodo de diseño.

j = Tasa de crecimiento del tráfico (PBI o tasa de crecimiento poblacional).

EAL = Número de repeticiones de ejes equivalentes de carga.

IMD = Índice medio diario anual de tráfico.

n = Número de tipos de vehículo.

W_{18} = Valor de EAL afectado por coeficientes que representan el sentido y el número de carriles que tendrá la vía.

D_D = Factor de distribución direccional. Depende del número de sentidos del tráfico en la vía. Por lo general es 0.5 (dos sentidos).

D_L = Factor carril, que depende del siguiente cuadro:

Cuadro A20.2: Factores carril D_L

Número de líneas en cada dirección	% para ejes de 8.20Ton en cada dirección
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

Cuadro A20.3: Valores de Confiabilidad y Z_r

TIPO DE TRÁFICO	RANGO DE TRAFICO (W_{18}) x 10^3	R (%)	Z_r
T1	50 – 150	60	-0.253
T2	150 – 300	70	-0.524
T3	300 – 600	75	-0.674
T4	600 – 1000	80	-0.841

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito

La serviciabilidad final de un pavimento (P_f) depende del tránsito y de la serviciabilidad inicial (P_o). El MDCBVT sugiere un diferencial de serviciabilidad de Δ PSI de 1.5

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_f$$

En la revisión de la Guía AASHTO 2002 se ha introducido una nueva correlación para el Módulo Resiliente (Aún no publicada oficialmente) y que actualmente es utilizada por el MTC:

$$M_R \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Cada capa del pavimento (sub-base, base y superficie de rodadura) es representada estructuralmente con un coeficiente "a" que permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN). El MDCBVT considera los valores que se presenta en el cuadro A20.4:

Cuadro A20.4: Coeficientes de aporte estructural del pavimento

Capa del pavimento	Coef. aporte
<u>Capa 1 – Superficie de rodadura (a1)</u>	
Carpeta concreto asfáltico tipo superior – alta estabilidad	0.170/cm
Mezcla asfáltica en frío, con asfalto emulsionado	0.100/cm
Tratamientos superficiales	----
<u>Capa 2 – Bases (a2)</u>	
Base granular, CBR 80% compactada al 100% de la MDS	0.052/cm
Base granular, CBR 100% compactada al 100% de la MDS	0.056/cm
Base granular tratada con asfalto	0.135/cm
Base granular tratada con cemento	0.120/cm
Base granular tratada con cal	0.060-0.120/cm
<u>Capa 3 – Sub-bases (a3)</u>	
Sub-base granular, CBR 25% compactada al 100% de la MDS	0.039/cm
Sub-base granular, CBR 30% compactada al 100% de la MDS	0.043/cm
Sub-base granular, CBR 40% compactada al 100% de la MDS	0.047/cm
Sub-base granular, CBR 60% compactada al 100% de la MDS	0.050/cm

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito

Se debe considerar la participación los efectos de ciertos niveles de drenaje en la predicción del comportamiento de los pavimentos. El MDCBVT considera los valores que se presentan en los cuadros A20.5 y A20.6:

Cuadro A20.5: Niveles de Drenaje de la Estructura de Pavimento

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	No drena

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito

Cuadro A20.6: Coeficientes de drenaje de las capas granulares

Calidad de Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito

Cálculo del Número estructural

AASHTO proporciona una expresión analítica para calcular el SN requerido que, dada su complejidad, para efectos prácticos es reemplazada por el nomograma del Anexo 11. La fórmula del SN requerido sería:

$$\text{Log } W_{18} = Z_R \times S_o + 9.36 \text{Log}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \text{Log}(M_R) - 8.07$$

El SN ofrecido por las capas de la estructura conformada se calcula según la siguiente fórmula:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Siendo:

- a_i = Coeficiente estructural de la capa "i"
 D_i = Espesor de la capa "i"
 m_i = Coeficiente de drenaje de la capa gradual "i"

Espesores Mínimos

Debido a que generalmente es impráctica y antieconómica la colocación de capas de pavimento muy delgadas, AASHTO recomienda los siguientes espesores mínimos.

Cuadro A20.7: Espesores mínimos

W18 x10 ³	Concreto Asfáltico (pulg)	Base Granular (pulg)
< 50	1.0 o TSB	4
50 - 150	2.0	4
150 - 500	2.5	4
500 - 2000	3.0	6
2000 – 7000	3.5	6
> 7000	4.0	6

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

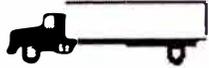
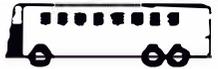
Además, el MDCBVT sugiere algunos valores para la superficie de rodadura:.

Cuadro A20.8: Tipos de superficie de rodadura y espesores mínimos deseables

W18 x 10 ³	Superficie de rodadura deseable
50 – 150	Tratamiento superficial bicapa (TSB)
150 – 300	Carpeta asfáltica en frío, con asfalto emulsionado. Espesor mínimo 5 cm. (o dos capas de 2.5 cm)
300 – 600	Carpeta asfáltica en caliente. Espesor mínimo 6 cm.
600 – 1000	Carpeta asfáltica en caliente. Espesor mínimo 7.5 cm.

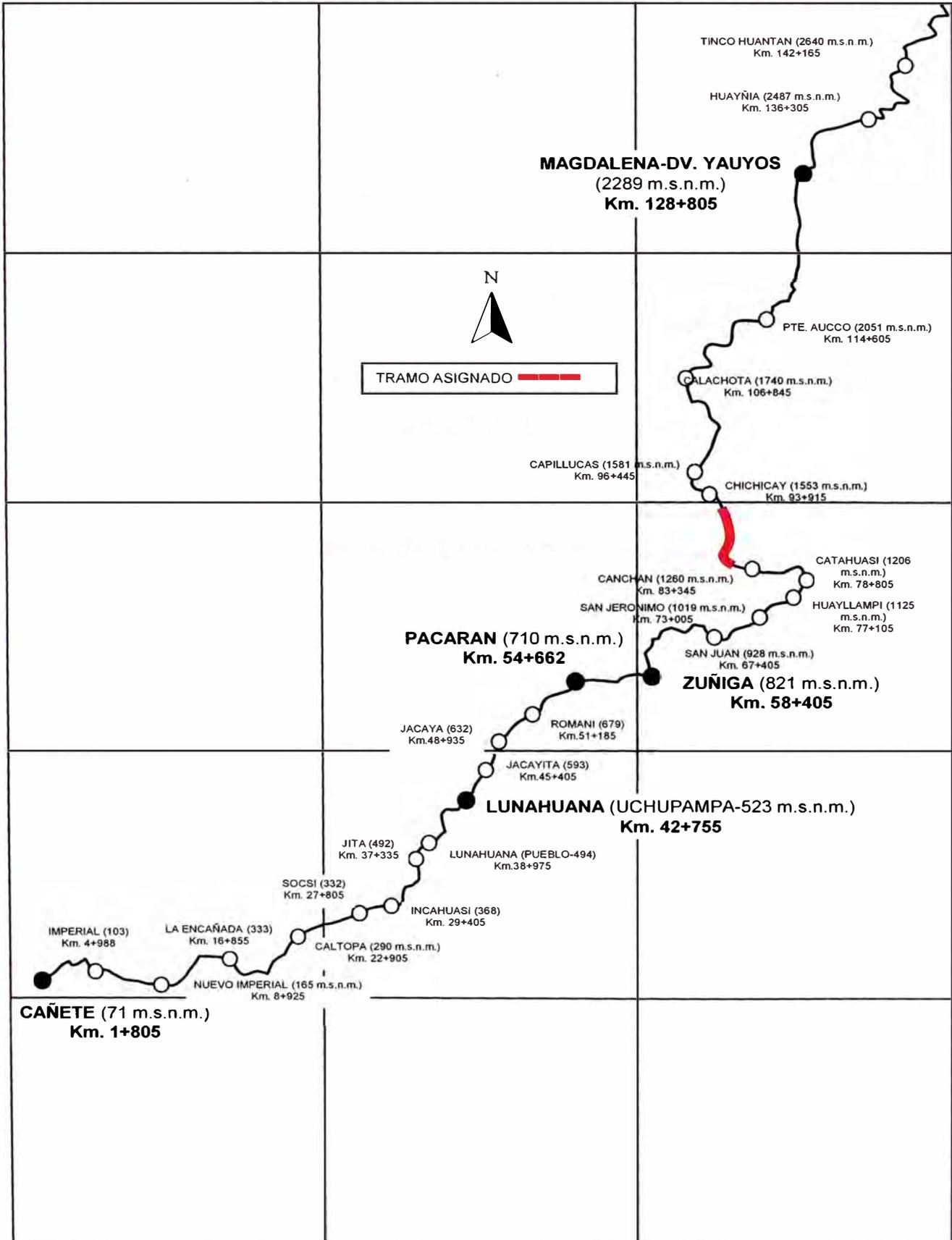
Fuente: MDCBVT

ANEXO 14: Factores de equivalencia de carga legal por eje y vehículo

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA LEGAL POR EJE Y VEHICULO								
SIMBOLO	DIAGRAMA	DESCRIPCION	EJE DELANTERO	EJE POSTERIOR				TOTAL
				1er EJE	2º EJE	3er EJE	4º EJE	
C2		Carga (tn)	7	11				18
		F.EE.	1.265	3.238				4.504
C3		Carga (tn)	7	18				25
		F.EE.	1.265	2.019				3.285
2S1		Carga (tn)	7	11	11			29
		F.EE.	1.265	3.238	3.238			7.742
2S2		Carga (tn)	7	11	18			36
		F.EE.	1.265	3.238	2.019			6.523
2S3		Carga (tn)	7	11	25			43
		F.EE.	1.265	3.238	1.420			5.924
B2		Carga (tn)	7	11				18
		F.EE.	1.265	3.238				4.504
B3		Carga (tn)	7	18				25
		F.EE.	1.265	2.019				3.285

Fuente: Manual para Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito - ICG

ANEXO 15 : UBICACIÓN DE CENTROS POBLADOS



ANEXO 16

Resultado de Ensayos de Laboratorio realizados por CGC

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

LAZOS VERTICALES EN LOS PUESTOS CONTROLADOS Y PAVIMENTOS

OPERA: CONSERVACION MALE DE LA CARRETERA CANETE - LIMA/MILWA - PACARI - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUMAGA DE YAUTOS - ROYOUS
 TRAMO: KM 73+700 - 83+500
 MATERIAL: A METROS DE TERRENO EXISTENTE CALZADAS
 PROGRAMAS: INDOCA

REALIZADO: EMM
 REVISADO: EMM
 FECHA: 20/07/2011
 FORMATO: T-001

PERLA ESTRATIFICADA FACULCACION	0.1																
	0.2																
	0.3																
	0.4																
	0.5	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	GC-GM	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-2-4(0)	SC-SM A-1-b(0)	GC-GM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)	SC-SM A-1-b(0)
	0.6																
	0.7																
	0.8																
	0.9																
	1.0																
	1.5																
	1.9																
	2.0																
	C/ R/ L																
	PROGRESIVA	73+700	74+600	75+700	76+700	77+800	78+800	79+000	80+700	81+900	82+700	83+600	84+600	85+600	86+700	87+000	88+500

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 OBRAS Y COM. VIAL CARRETERA CANETE - LIMA/MILWA - PACARI - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUMAGA DE YAUTOS - ROYOUS
 ING. LUIS ILLINO ROZAS DE LA HERRERA
 INGENIERO EN VIAL

TERRENO EXISTENTE	ESPESOR	M-01															
	LIMITE LICUACION	25	21	24	23	21	23	24	24	21	25	26	24	24	21	22	
	INDICE PLASTICO (%)	57	62	48	46	52	48	61	61	43	55	64	43	51	45	45	
	INDICE NATURAL (%)	21	21	21	33	33	21	21	21	34	34	21	40	30	34	30	
	NOQUE PASA LA MALLA #200	19.20	15.00	17.00	15.40	17.00	17.00	15.00	15.20	15.20	16.00	19.20	15.00	17.00	15.00	17.00	
	CLASIFICACION SCS	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	SC-SM	GC-GM	SC-SM	GC-GM	SC-SM	SC-SM						
	CLASIFICACION ASTM	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	
	CONTRACCION (% ELONG)																
	MAC (CARGA UNIFORME)			2100		2100									2100		
	MAC (CARGA PUNTO)			75		90									60		
	CER 100%			43.3		42.7									43.0		
	CER 85%			21.4		19.4									21.2		

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

REALIZADO: D.H.M.
 REVISADO: I.M.H.
 FECHA: 11/06/2013
 FORMATO: 1-001

OTRA: COSEVA DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAMUNA - PACASIM - CIEMPACA Y DISTRIBUCION DEL TRAFICO EN LA ZONA DE TUNUPUN - BOGOTAS
 TRAMO: Km 21+200 - 21+600
 MATERIAL: MUESTRA DE TIERRA/ESTRUC. CEMENT.
 PROYECTO: INGENIA

PROFUNDIDAD (m)	C-33	C-34	C-35	C-36	C-37	C-38	C-39	C-40	C-41	C-42	C-43	C-44	C-45	C-46	C-47	C-48
0.1	SC A-5 (2)	SC A-6 (2)	SC-SM A-2 (0)	CC-GM A-1-b (0)	GM A-1-b (0)	CC-GM A-1-b (0)	SC-SM A-1-b (0)	CC-GM A-1-b (0)	SC-SM A-1-b (0)							
0.2																
0.3																
0.4																
0.5																
0.6																
0.7																
0.8																
0.9																
1.0																
1.1																
1.2																
1.3																
1.4																
1.5																
1.6																
1.7																
1.8																
1.9																
2.0																
2.1																
2.2																
2.3																
2.4																
2.5																
2.6																
2.7																
2.8																
2.9																
3.0																
3.1																
3.2																
3.3																
3.4																
3.5																
3.6																
3.7																
3.8																
3.9																
4.0																
4.1																
4.2																
4.3																
4.4																
4.5																
4.6																
4.7																
4.8																
4.9																
5.0																

DESIDIO	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	M-15	M-16
LIMITE LUNAMUNA	33	31	25	21	21	23	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
EXCELSOR PUERTO	12	11.5	6.1	5.4	5.2	5.3	4.9	5.1	5.0	4.9	5.4	6	5.2	5.1	5.1	5
EXCELSOR PASAJE	20	20	3.0	3.0	3.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.5	3.7
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16.00	22.50	16.00	10.50	10.50	16.00	20.50	17.50	18.50	17.50	17.50
EXCELSOR PASAJE	50	50	13.50	10.50	17.50	16										

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTIÓN
 DE CARRETERAS

M.T.C

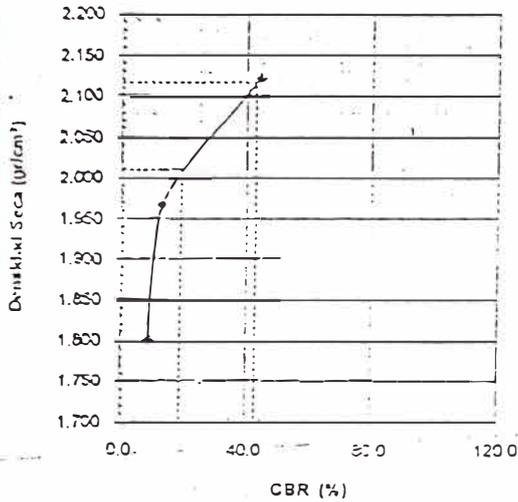
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NCRMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACION VAL DE LA CARRETERA CASATELLANA - PACARAN - CHUPACA Y
 REALIZADO: O.N.M.
 REHABILITACION DEL TRAMO ZURIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H.
 MATERIAL: MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE FECHA: 19.06.2008
 PROGRESIVA: 81+600.0 CALICATA L.IZQ N° REGISTRO: G-312

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-25 PROGRESIVA : KM 81+600
 MUESTRA: M-01 CLASF. (SUCS) : SC-SM
 PROF. (m): 0.00 - 1.50 CLASF. (AASHTO) : A-1-b(2)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.117
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.4
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.012

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.17	42.9
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.17	19.2

RESULTADOS:

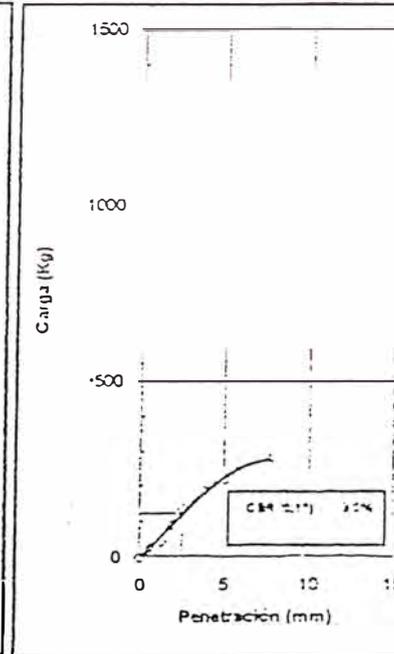
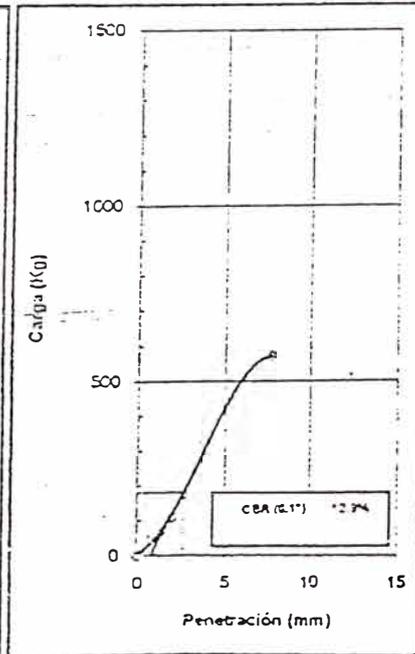
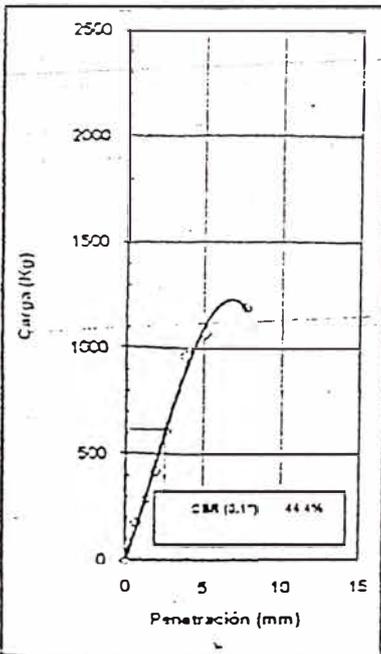
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 42.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 19.2 (%)

OBSERVACIONES:

EC = 64 GOLPES

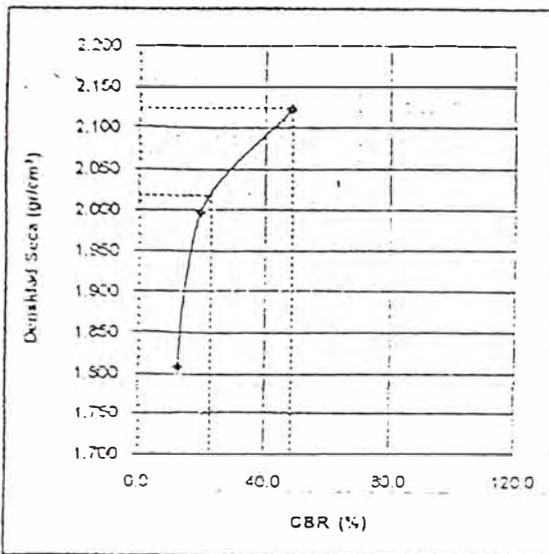
EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1683)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
C.B.R.A:	CONSERVACION Y VAL DE LA CARRETERA CASATE - LUNASAMA - PACARAN - CHUPACAY	REALIZADO:	G.H.M
	REHABILITACION DEL TRAMO ZURUGA DV. YAUYO - RONCHAS	REVISADO:	E.M.H
MATERIAL:	MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE	FECHA:	19.05.2009
PROGRESIVA:	85+600	CALICATA L. DER	N° REGISTRO: G-014
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA:	C-29	PROGRESIVA	: 85+600
MUESTRA:	M-01	CLASF. (SUCS)	: SC - SM
PROF. (m):	0.00 - 1.00	CLASF. (AASHTO)	: A-1-b (0)

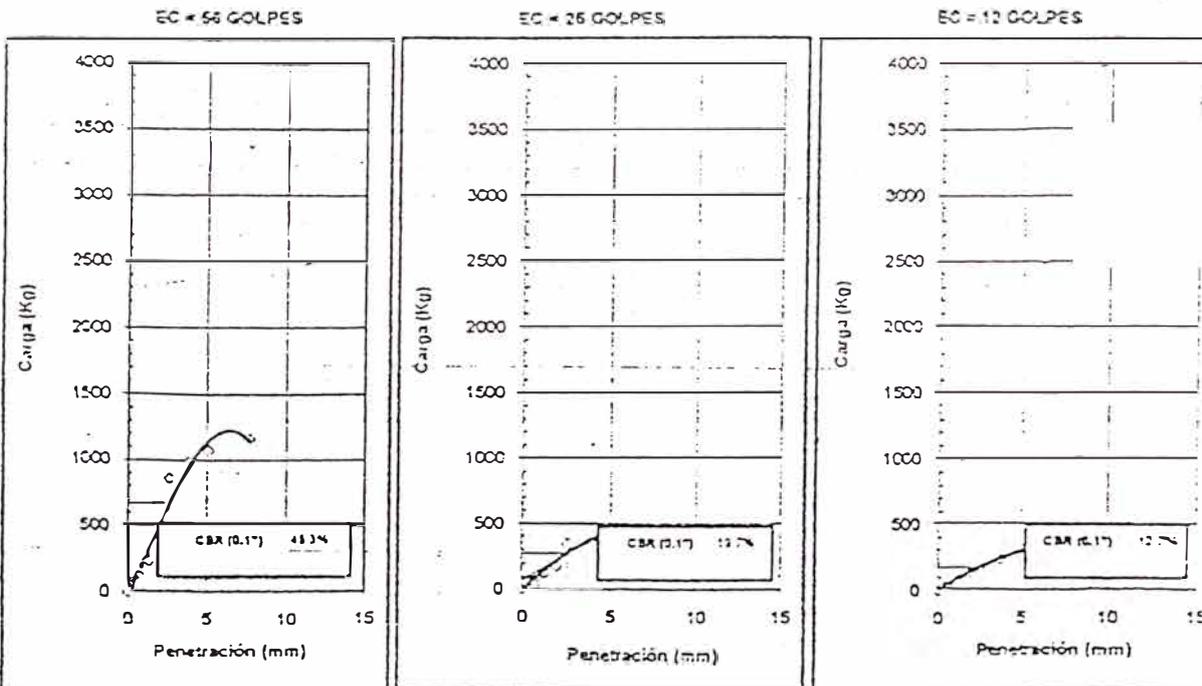


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.125
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.019

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.17	48.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.17	23.2

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. * 48.6 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. * 23.2 (%)

OBSERVACIONES:



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
 PROVIAS NACIONAL

CONSEJO GESTION
 DE CARPETERAS

M.T.C

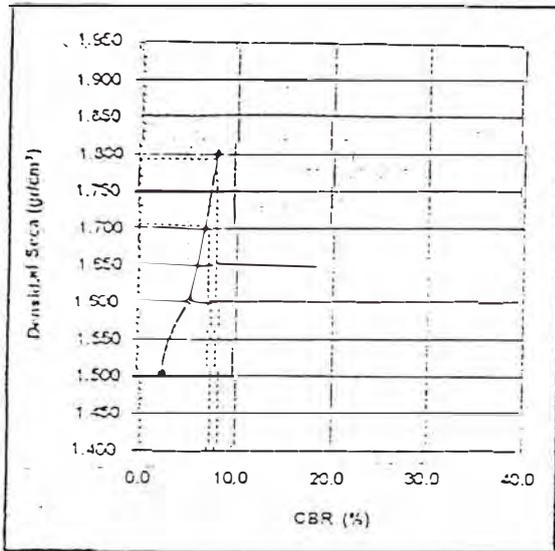
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1283)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAJETE - LUMMIANA - FACARAN - CHUPACA Y
 REALIZADO: G.H.M.
 REHABILITACION DEL TRAMO ZURIGA DIV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H.
 MATERIAL: MUESTRA DEL TERRENO EXISTENTE FECHA: 22.06.2008
 PROGRESIVA: S9+600.0 CALICATA L IZQ N° REGISTRO: G-016

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: C-33 PROGRESIVA : KM 89+600
 MUESTRA: M-01 CLASF. (SUCS) : SC
 PROF. (m): 0.00 - 1.00 CLASF. (AASHTO) : A-6(2)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.794
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.3
 96% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.704

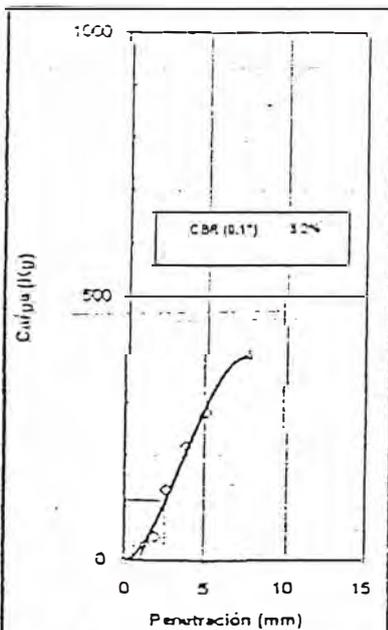
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	8.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.4

RESULTADOS:

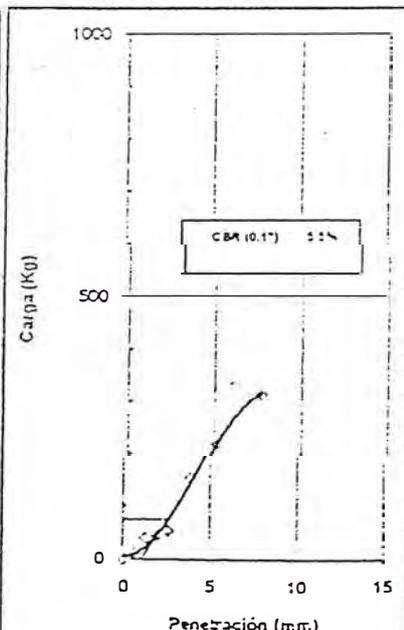
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.2 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.4 (%)

OBSERVACIONES:

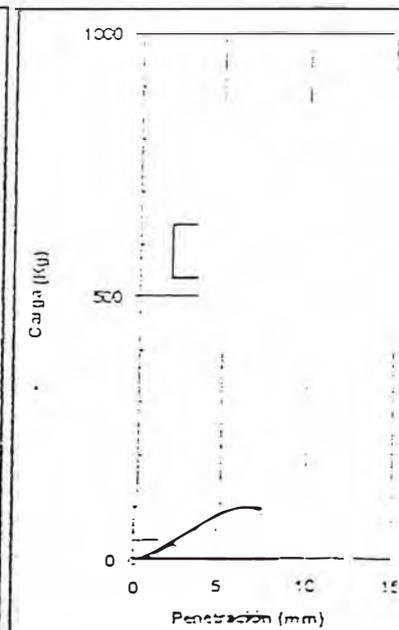
EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ANEXO 17

GUÍA PARA USOS DEL ASFALTO

ANEXO 18

CORRECCIÓN TEMPERATURA - VOLUMEN PARA EMULSIONES

Tabla B-1 Correcciones Temperatura – Volumen para Emulsiones Asfálticas

°C	°F	M*	°C	°F	M*	°C	°F	M*
10.0	50	1.00250	35.0	95	0.99125	60.0	140	0.98000
10.6	51	1.00225	35.6	96	0.99100	60.6	141	0.97975
11.1	52	1.00200	36.1	97	0.99075	61.1	142	0.97950
11.7	53	1.00175	36.7	98	0.99050	61.7	143	0.97925
12.2	54	1.00150	37.2	99	0.99025	62.2	144	0.97900
12.8	55	1.00125	37.8	100	0.99000	62.8	145	0.97875
13.3	56	1.00100	38.3	101	0.98975	63.3	146	0.97850
13.9	57	1.00075	38.9	102	0.98950	63.9	147	0.97825
14.4	58	1.00050	39.4	103	0.98925	64.4	148	0.97800
15.0	59	1.00025	40.0	104	0.98900	65.0	149	0.97775
15.6	60	1.00000	40.6	105	0.98875	65.6	150	0.97750
16.1	61	0.99975	41.1	106	0.98850	66.1	151	0.97725
16.7	62	0.99950	41.7	107	0.98825	66.7	152	0.97700
17.2	63	0.99925	42.2	108	0.98800	67.2	153	0.97675
17.8	64	0.99900	42.8	109	0.98775	67.8	154	0.97650
18.3	65	0.99875	43.3	110	0.98750	68.3	155	0.97625
18.9	66	0.99850	43.9	111	0.98725	68.9	156	0.97600
19.4	67	0.99825	44.4	112	0.98700	69.4	157	0.97575
20.0	68	0.99800	45.0	113	0.98675	70.0	158	0.97550
20.6	69	0.99775	45.6	114	0.98650	70.6	159	0.97525
21.1	70	0.99750	46.1	115	0.98625	71.1	160	0.97500
21.7	71	0.99725	46.7	116	0.98600	71.7	161	0.97475
22.2	72	0.99700	47.2	117	0.98575	72.2	162	0.97450
22.8	73	0.99675	47.8	118	0.98550	72.8	163	0.97425
23.3	74	0.99650	48.3	119	0.98525	73.3	164	0.97400
23.9	75	0.99625	48.9	120	0.98500	73.9	165	0.97375
24.4	76	0.99600	49.4	121	0.98475	74.4	166	0.97350
25.0	77	0.99575	50.0	122	0.98450	75.0	167	0.97325
25.6	78	0.99550	50.6	123	0.98425	75.6	168	0.97300
26.1	79	0.99525	51.1	124	0.98400	76.1	169	0.97275
26.7	80	0.99500	51.7	125	0.98375	76.7	170	0.97250
27.2	81	0.99475	52.2	126	0.98350	77.2	171	0.97225
27.8	82	0.99450	52.8	127	0.98325	77.8	172	0.97200
28.3	83	0.99425	53.3	128	0.98300	78.3	173	0.97175
28.9	84	0.99400	53.9	129	0.98275	78.9	174	0.97150
29.4	85	0.99375	54.4	130	0.98250	79.4	175	0.97125
30.0	86	0.99350	55.0	131	0.98225	80.0	176	0.97100
30.6	87	0.99325	55.6	132	0.98200	80.6	177	0.97075
31.1	88	0.99300	56.1	133	0.98175	81.1	178	0.97050
31.7	89	0.99275	56.7	134	0.98150	81.7	179	0.97025
32.2	90	0.99250	57.2	135	0.98125	82.2	180	0.97000
32.8	91	0.99225	57.8	136	0.98100	82.8	181	0.96975
33.3	92	0.99200	58.3	137	0.98075	83.3	182	0.96950
33.9	93	0.99175	58.9	138	0.98050	83.9	186	0.96925
34.4	94	0.99150	59.4	139	0.98025	84.4	184	0.96900
						85.0	185	0.96875

t = temperatura media en grados Celsius

M = factor de corrección del volumen (tomando como base la temperatura de 15.6°C [60°])

* El factor de corrección M para ° es una buena aproximación