

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



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO CON
ENSAYO VIGA BENKELMAN
MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA
CAÑETE-HUANCAYO Km. 106+000 AL Km. 108+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CHRISTIAN PAUL MUÑOZ CHACALTANA

Lima- Perú

2010

DEDICATORIA

A mis Padres, Walter y Reyna, por confiar en mí y ser los forjadores de este logro en mi vida.

A mis dos grandes amores, Camila y Micaela, porque ellas son y serán la fuerza y motivo para seguir adelante.

A mis hermanos Walter, Paola y Sandra, por su confianza y apoyo brindado en todo momento.

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I.- PERFIL DEL PROYECTO	
1.1 ASPECTOS GENERALES	9
1.1.1 Nombre del Proyecto	9
1.1.2 Participación de Entidades involucradas y beneficiarios	9
1.1.3 Marco de Referencia.....	9
1.2 IDENTIFICACIÓN	11
1.2.1 Diagnóstico de la situación actual.....	11
1.2.2 Descripción del problema y sus causas	12
1.2.3 Objetivo del Proyecto.....	14
1.2.4 Alternativas de solución	15
1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN	16
1.3.1 Horizonte del Proyecto.....	16
1.3.2 Análisis de la demanda.....	16
1.3.3 Análisis de la oferta	40
1.3.4 Costos	43
1.3.5 Beneficios.....	49
1.3.6 Sostenibilidad	50
CAPITULO II.- ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN	
2.1 MARCO TEÓRICO	52
2.1.1 Evaluación Estructural	52
2.1.2 Deflectometría Método Empírico Conreval	52

2.1.3 Medición de deflexiones con viga Benkelman.....	54
2.1.4 Corrección de deflexiones	56
2.1.5 Obtención del radio de curvatura	57
2.1.6 Análisis estadístico de las deflexiones	59
2.1.7 Juicio de la capacidad estructural del pavimento	61
2.1.8 Espesor de refuerzo	67
2.2 APLICACIÓN AL TRAMO KM. 106+000 AL KM. 108+000.....	68
2.2.1 Recopilación de datos de campo	68
2.2.2 Procesamiento de datos	69
2.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	72
2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	73
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA.....	77
ANEXOS	78

RESUMEN

En la visita de campo a la carretera Cañete - Yauyos - Chupaca, se pudo apreciar visualmente las condiciones actuales del pavimento, como son el grado de fisuración y profundidad de ahuellamiento en la superficie del pavimento, y las condiciones de drenaje y tráfico a lo largo de la carretera en estudio. Estas características físicas en general influyen en el comportamiento estructural del pavimento, haciendo que se debilite y disminuya su vida útil proyectada.

El presente Informe de Suficiencia presenta la evaluación de la capacidad estructural del pavimento, en el tramo comprendido entre el Km. 106+000 y el Km. 108+000, de la carretera Cañete - Yauyos - Chupaca, mediante la aplicación del deflectómetro denominado Viga Benkelman, siendo éste un instrumento portátil, que permite medir las deformaciones elásticas que sufre un pavimento flexible bajo la acción de una carga rodante estándar, de una manera sencilla, práctica y económica.

El procesamiento de datos de medición de deflexiones y el análisis de los resultados se realizaron siguiendo los criterios propuestos por el método empírico del estudio CONREVIAl, con esta metodología se determinan los valores de la deflexión característica, la deflexión admisible y el radio de curvatura, con los cuales es posible obtener un juicio sobre la capacidad estructural del pavimento, para finalmente establecer la necesidad y tipo de rehabilitación que pueda requerir dicho pavimento, para soportar las cargas solicitantes de tránsito.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01: Situación Actual de los Tramos - Enero 2010.....	11
Cuadro N° 1.02: Ubicación de las Estaciones de Control	18
Cuadro N° 1.03: Factor de Corrección Mayo Año 2006	21
Cuadro N° 1.04: Volumen Diario Clasificado Estación (E1)	22
Cuadro N° 1.05: Volumen Diario Clasificado Estación (E2)	22
Cuadro N° 1.06: Volumen Diario Clasificado Estación (E3)	23
Cuadro N° 1.07: Volumen Diario Clasificado Estación (E4)	23
Cuadro N° 1.08: Volumen Diario Clasificado Estación (E5)	24
Cuadro N° 1.09: Volumen Diario Clasificado Estación (E6)	24
Cuadro N° 1.10: Tasas de Crecimiento 2008-2020.....	31
Cuadro N° 1.11: Distribución de Tramos y Datos para Proyección de Tráfico ...	33
Cuadro N° 1.12: Proyecciones de Tráfico Tramo Cañete-Lunahuaná-Pacarán .	34
Cuadro N° 1.13: Proyecciones de Tráfico Tramo Pacarán-Zuniga-Catahuasi ...	35
Cuadro N° 1.14: Proyecciones de Tráfico Tramo Catahuasi - Alis	36
Cuadro N° 1.15: Proyecciones de Tráfico Tramo Alis - Km. 227+000.....	37
Cuadro N° 1.16: Proyecciones de Tráfico Tramo Km. 227+000-Ronchas.....	38
Cuadro N° 1.17: Proyecciones de Tráfico Ronchas-Chupaca.....	39
Cuadro N° 1.18: Características de los Tramos a evaluar	40
Cuadro N° 1.19: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 1	44
Cuadro N° 1.20: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 2	44
Cuadro N° 1.21: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 3	45
Cuadro N° 1.22: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 4	46
Cuadro N° 1.23: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 5	47
Cuadro N° 1.24: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 6	47
Cuadro N° 1.25: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 7	48

Cuadro N° 1.26: Costo Mensual de Mantenimiento con Slurry Seal-Tramo 8	48
Cuadro N° 1.27: Costos Operativos Vehiculares	49
Cuadro N° 1.28: Resumen de Costos de Conservación Rutinaria	50
Cuadro N° 2.01: Corrección de Medidas por Estacionalidad	57
Cuadro N° 2.02: Valores de Coeficiente de Variación	60
Cuadro N° 2.03: Análisis Combinado de los Resultados de Evaluación.....	65
Cuadro N° 2.04: Valores Recomendados para R.....	68
Cuadro N° 2.05: Resumen de Valores de Deflexiones.....	72
Cuadro N° 2.06: Resumen de Valores de Radios de Curvatura.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01: Ubicación de Estaciones de Control Región Lima.....	19
Figura N° 1.02: Ubicación de Estaciones de Control Región Junín.....	19
Figura N° 1.03: Curvas de Variación del IMD - Estación Lunahuaná	25
Figura N° 1.04: Composición Vehicular del IMD - Estación Lunahuaná.....	25
Figura N° 1.05: Curvas de Variación del IMD - Estación Pacarán.....	26
Figura N° 1.06: Composición Vehicular del IMD - Estación Pacarán	26
Figura N° 1.07: Curvas de Variación del IMD - Estación Zuniga.....	27
Figura N° 1.08: Composición Vehicular del IMD - Estación Zuniga.....	27
Figura N° 1.09: Curvas de Variación del IMD - Estación Yauyos	28
Figura N° 1.10: Composición Vehicular del IMD - Estación Yauyos.....	28
Figura N° 1.11: Curvas de Variación del IMD - Estación Ronchas.....	29
Figura N° 1.12: Composición Vehicular del IMD - Estación Ronchas.....	29
Figura N° 1.13: Curvas de Variación del IMD - Estación Huarisca.....	30
Figura N° 1.14: Composición Vehicular del IMD - Estación Huarisca.....	30
Figura N° 1.15: Análisis de Sostenibilidad - Diagrama 1	51
Figura N° 1.16: Análisis de Sostenibilidad - Diagrama 2.....	51
Figura N° 2.01: Tipos de Deflexiones.....	53
Figura N° 2.02: Esquema y Principio de Operación de la Viga Benkelman	55
Figura N° 2.03: Esquema Conceptual del Radio de Curvatura	58
Figura N° 2.04: Relación Cuantitativa entre la Deformada y la Calidad del Pavimento	66
Figura N° 2.05: Formato de Hoja para Recopilación de Datos de Campo.....	68
Figura N° 2.06: Formato de Hoja para Procesamiento de Datos.....	69

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

CONREVIAL	:	Consortio de Rehabilitación Vial
AASHO	:	American Association of State Highways Officials
WASHO	:	Western Association of State Highways Officials
AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials
MTC	:	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
CGC	:	Consortio Gestión de Carreteras
FWD	:	Falling Weight Deflectometer
CBR	:	California Bearing Ratio
M.D.S.	:	Máxima Densidad Seca
S.U.C.S.	:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
D_c	:	Deflexión característica
D_a	:	Deflexión admisible
D_p	:	Deflexión promedio
R_c	:	Radio de Curvatura
R_{cp}	:	Radio de Curvatura promedio
N₁₈	:	Numero de ejes equivalente a 8.2 ton
IMD	:	Índice Medio Diario

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente Informe de Suficiencia tiene por objetivo principal, evaluar la condición de la capacidad estructural del pavimento, mediante la medición de deflexiones usando el deflectómetro conocido como Viga Benkelman.

El procedimiento realizado para alcanzar dicho objetivo consistió en la recopilación de las mediciones de deflexiones obtenidas en campo, empleando la metodología del deflectómetro conocido como Viga Benkelman; posteriormente se procesó estos datos en gabinete, empleando el método empírico según el estudio CONREVIAl (Consortio de Rehabilitación Vial); y finalmente se analizó los resultados, para establecer la capacidad estructural actual del pavimento.

El presente informe, expone la metodología para realizar la evaluación estructural de un pavimento, con la finalidad de determinar la condición actual del mismo, y poder establecer el tipo de rehabilitación o mantenimiento que pueda requerir, al finalizar su vida útil remanente o residual. Para lo cual este informe se ha dividido en dos capítulos.

El capítulo I describe el Perfil del Proyecto "Cambio de Estándar de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo", el cual fue desarrollado en la primera parte del Curso de Titulación. En este capítulo se presenta los distintos alcances del estudio, para obtener un análisis comparativo de las alternativas propuestas, consideradas en la evaluación técnica - económica.

En el capítulo II se explica todos los conceptos relacionados a la evaluación estructural con la Viga Benkelman mediante el método empírico, como son la deflexión característica, deflexión admisible, radio de curvatura, etc, basados en el estudio CONREVIAl. Así mismo se describe todo lo referente a la recopilación y procesamiento de datos de las medidas de deflexiones. Finalmente se realiza el análisis para el tramo en estudio, mediante los gráficos de deflectograma, comparación entre las deflexiones (D_c y D_a), y criterio del Radio de Curvatura.

CAPÍTULO I

PERFIL DEL PROYECTO

1.1 ASPECTOS GENERALES

1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Estudio del Proyecto de Cambio de Estándar de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo.

1.1.2 PARTICIPACIÓN DE ENTIDADES INVOLUCRADAS Y BENEFICIARIOS.

La principal entidad involucrada es Provías Nacional a través del Proyecto Perú, el cual es un programa de Infraestructura Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la Red Vial Nacional 022.

Los beneficiarios serían los usuarios de la vía y los pobladores de las localidades de Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, San Juan, San Gerónimo, Catahuasi, Chichicay, Capillucas, Calachota, Magdalena, Yauyos, Tincco Huantan, LLapay, Alis, Tomas, Tinco de Yauricocha, Abra Chaucha, Abra Negrobueno, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Roncha y Chupaca.

1.1.3 MARCO DE REFERENCIA

En el año 2003, la Oficina de Planificación y Planeamiento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprueba el perfil elaborado por el Ing. Floriano Palacios León, autorizando así la Elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto: Ruta 22 (3N), Tramo: Lunahuaná - Yauyos – Chupaca, basándose este estudio en su mayor parte, en el estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental para la Ampliación, Construcción y Conservación de la carretera Lunahuaná - Huancayo del consorcio AYESA - ALPHA CONSULT.

Con fecha 15.04.2005 se suscribe con el Ing. Sergio Eduardo Avilés Córdova, el Contrato de Locación de Servicios N° 077-2005-MTC/20, para que brinde a la Gerencia de Estudios y Proyectos, los servicios especializados en la Realización del Estudio de Factibilidad del Proyecto de Inversión Pública: Ruta 22 (3N), Tramo: Lunahuaná - Yauyos - Chupaca, este estudio es aprobado mediante Resolución Directoral N° 919-2006-MTC/20.

En Julio del 2007, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones convoca al concurso público N° 0031-2007-MTC/20, para la elaboración del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Lunahuaná - Dv. Yauyos - Chupaca, Tramo: Ronchas - Chupaca, L=16.30Km., concurso cuya Buena Pro es otorgada a HOB Consultores S.A. El 06.03.2008, HOB Consultores S.A. suscribe con PROVÍAS NACIONAL, el Contrato de Servicios de Consultoría N° 049-2008-MTC/20, para la Elaboración del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Lunahuaná - Dv. Yauyos - Chupaca, Tramo: Ronchas - Chupaca, L=16.30Km.

El consorcio Gestión de Carreteras (en adelante el CONTRATISTA-CONSERVADOR) está formado por las empresas Ingenieros Civiles y Contratista Generales S.A - Corporacion Mayo S.A.C. - Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L., según contrato de Consorcio, del 27 de Noviembre del 2007, con firmas legalizadas ante el notario Alfredo Paino Scarpatti, con RUC N° 0034-2007-MTC/20, "Servicio de Conservación vial por niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca – y Rehabilitación del Tramo Zuñiga – Dv. Yauyos - Ronchas", por un monto total de su propuesta a precios unitarios ascendente a S/. 131 589 139.71 (Ciento Treinta y un Millones Quinientos Ochenta y Nueve Mil Ciento Treinta y Nueve y 71/100 Nuevos Soles), incluido impuestos, según las partidas, unidades y precios ofertados por el postor.

En fecha 22 de Agosto del 2008 se suscribió el Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – Provías Nacional y la Universidad Nacional de Ingeniería, para el acompañamiento y monitoreo de los trabajos de servicio de Conservación Vial por niveles de servicio establecidos en el contrato N° 288-2007-MTC, que

Provias Nacional suscribió para el Corredor Vial N°13 Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca.

1.2 IDENTIFICACIÓN

1.2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

De acuerdo a los trabajos de monitoreo, que viene realizando la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, se da a conocer los avances realizados por el contratista hasta Enero del 2010, en el tramo de la carretera Cañete - Yauyos - Huancayo, por el siguiente cuadro:

CUADRO N° 1.01: SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TRAMOS - ENERO 2010

TRAMO INICIAL	km inicio	TRAMO FINAL	km fin	LONGITUD DEL SUB-TRAMO	TIPO DE PLATAFORMA	N°TRAMOS	KM x TRAMOS
CAÑETE	1+805	LUNAHUANA	42+755	40+950	CARPETA ASFALTICA	1	40+950
LUNAHUANA	42+755	PACARAN	54+662	11+907	TSB (3/4 Y 3/8)	2	11+907
PACARAN	54+662	ZUÑIGA	58+405	3+743	SLURRY SEAL	3	24+143
ZUÑIGA	58+405	SAN JUAN	67+405	9+000			
SAN JUAN	67+405	SAN JERONIMO	73+005	5+600			
SAN JERONIMO	73+005	CATAHUASI	78+805	5+800			
CATAHUASI	78+805	CHICHICAY	93+915	15+110	MONOCAPI	4	86+100
CHICHICAY	93+915	CAPILLUCAS	96+445	2+530			
CAPILLUCAS	96+445	CALACHOTA	106+845	10+400			
CALACHOTA	106+845	PUENTE AUCCO	114+605	7+760			
PUENTE AUCCO	114+605	DV. YAUYOS MAGDALENA	128+805	14+200			
DV. YAUYOS MAGDALENA	128+805	TINCO HUANTAN	142+165	13+360			
TINCO HUANTAN	142+165	LLAPAY	156+105	13+940			
LLAPAY	156+105	ALIS	164+905	8+800			
ALIS	164+905	TOMAS	172+895	7+990	SLURRY SEAL	5	62+095
TOMAS	172+895	TINCO YAURICOCHA	183+485	10+590			
TINCO YAURICOCHA	183+485	ABRA CHAUCHA	195+315	11+830			
ABRA CHAUCHA	195+315	ABRA NEGROBUENO	213+125	17+810			
ABRA NEGROBUENO	213+125	S/N	227+000	13+875	SLURRY SEAL	6	26+000
S/N	227+000	SAN JOSE DE QUERO	231+105	4+105			
SAN JOSE DE QUERO	231+105	CHAQUICOCHA	241+405	10+300			
CHAQUICOCHA	241+405	COLLPA	248+005	6+600			
COLLPA	248+005	S/N	253+000	4+995	SLURRY SEAL	7	3+990
S/N	253+000	RONCHA	256+990	3+990			
RONCHA	256+990	CHUPACA	273+531	16+541	CARPETA ASFALTICA	8	16+541
TOTAL				271+726			271+726

Fuente: Monitoreo realizado por la FIC-UNI y MTC (Avance del contratista)

1.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

Problema Central

Deficiente nivel de transitabilidad de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo que perjudica el traslado de carga y pasajeros, lo que origina altos costos de operación de transportes, tiempos de viaje excesivos, perjudicando las actividades económicas y productivas de la zona.

Causas Indirectas

- Carencia de obras que protejan la vía (inestabilidad de taludes).
- Fenómenos meteorológicos.
- Falta de diseño geométrico en toda la vía.
- Geografía agreste a lo largo de toda la vía.
- Señalización vial confusa (doble señalización en un mismo tramo).

Causas Directa

- Deterioro de la superficie de rodadura.
- Incremento de accidentes de tránsito.

Efectos Indirectos

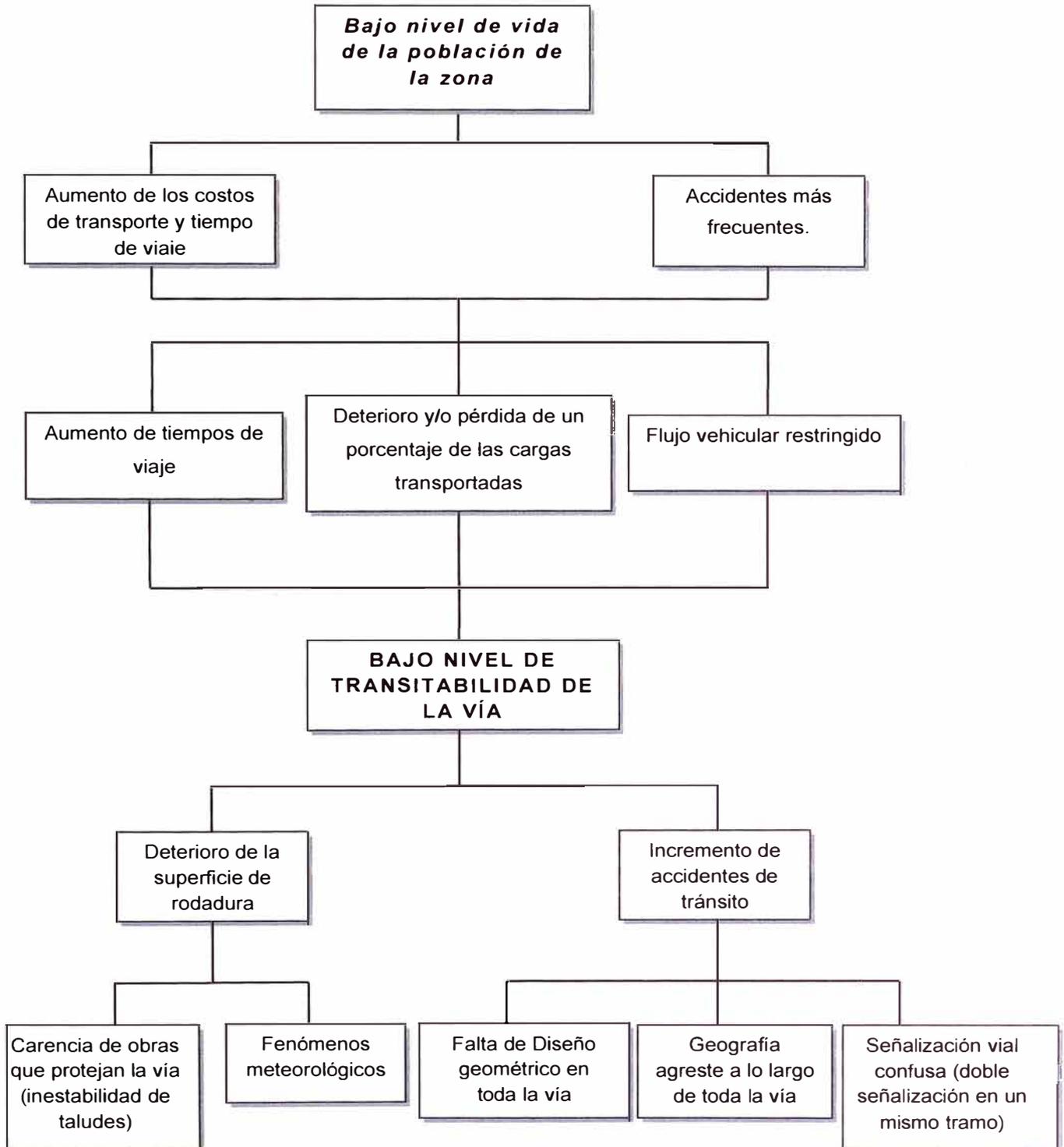
- Aumento de tiempos de viaje.
- Deterioro y/o pérdida de un porcentaje de las cargas transportadas.
- Flujo vehicular restringido.

Efectos Directos:

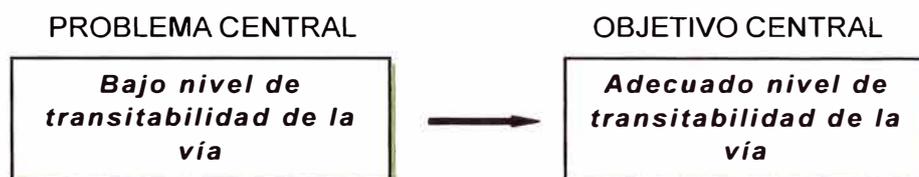
- Aumento de los costos de transporte y tiempo de viaje.
- Accidentes más frecuentes.

Todos estos efectos contribuyen a un efecto final expresado como: "Bajo nivel de vida de los pobladores de la zona".

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



1.2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO



Objetivo Central

El objetivo general del proyecto es alcanzar un adecuado nivel de transitabilidad de la vía en estudio, mediante la ejecución permanente de actividades de conservación rutinaria y periódica.

Medios de Primer Nivel:

- Mantener en buen estado la superficie de rodadura.
- Garantizar la seguridad vial.

Medios Fundamentales:

- Tratamiento superficial de la capa de rodadura.
- Limpieza de obras de arte.
- Eliminación de desmonte y remoción de derrumbes.
- Reposición de elementos de seguridad vial.

Fines Directos:

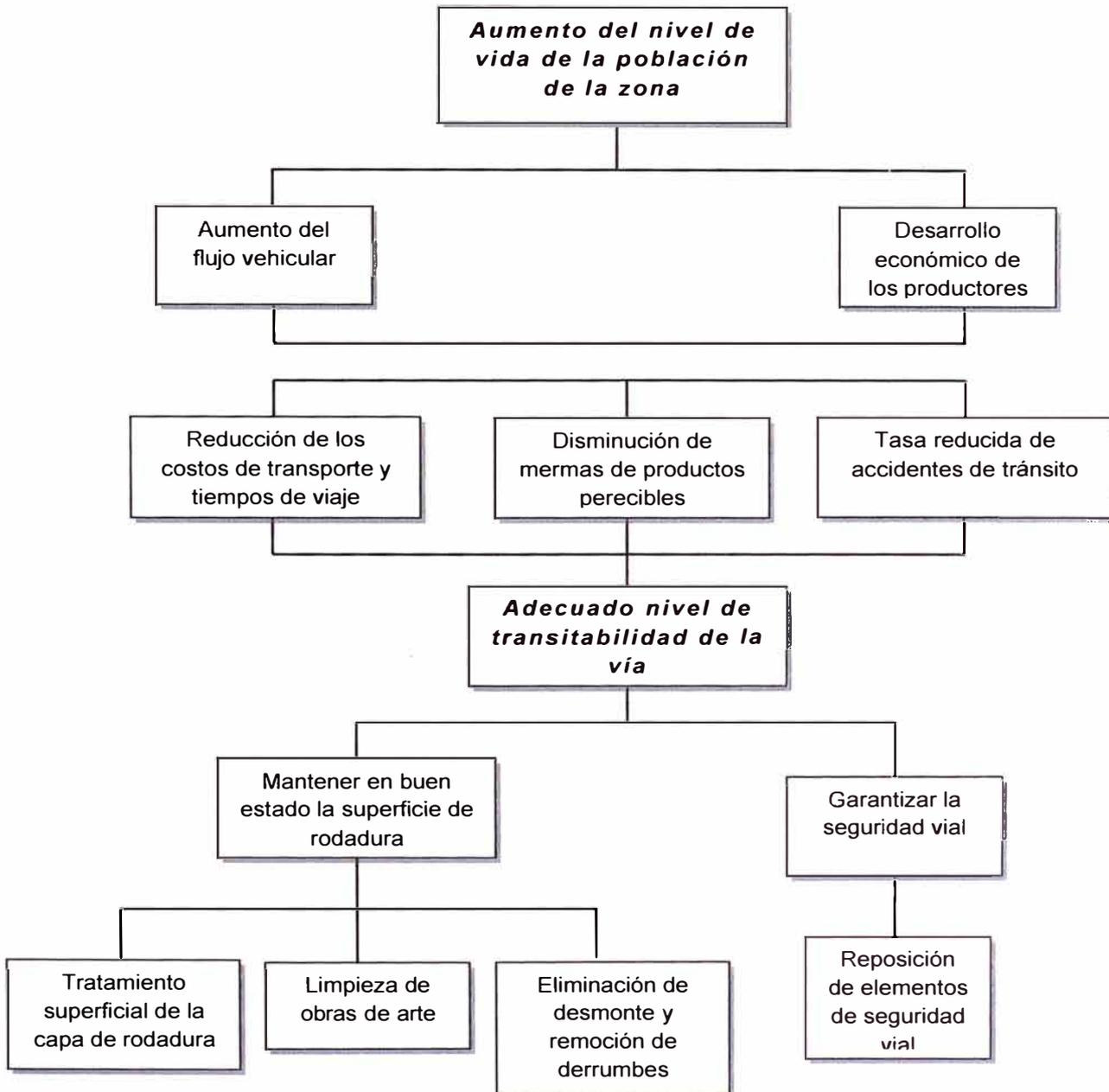
- Reducción de los costos de transportes y tiempo de viaje.
- Disminución de mermas de productos perecibles.
- Tasa reducida de accidentes de tránsito.

Fines Indirectos:

- Aumento del flujo vehicular.
- Desarrollo económico de los productores.

Todos estos fines conllevan a un fin último expresado como: "Aumentar el nivel de vida de la población de la zona".

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



1.2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Se tienen las siguientes alternativas de mantenimiento para la carretera Cañete - Yauyos - Huancayo.

Alternativa de Mantenimiento N° 1

Mantener el trazo de la vía, mejorando su superficie con tratamiento superficial utilizando mortero asfáltico (Slurry Seal); y actividades de mantenimiento rutinario.

Alternativa de Mantenimiento N° 2

Mantener el trazo de la vía, mejorando su superficie con tratamiento superficial utilizando un sello bituminoso (Otta Seal); y actividades de mantenimiento rutinario.

Alternativa de Mantenimiento N° 3

Mantener el trazo de la vía, mejorando su superficie con tratamiento superficial utilizando un micropavimento; y actividades de mantenimiento rutinario.

1.3 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

1.3.1 HORIZONTE DEL PROYECTO

El proyecto se calculó para un horizonte de 3 años en el cual la carretera en estudio debe mantenerse en óptimas condiciones, así se evaluó alternativas de cambio de estándar y la rentabilidad del proyecto para los próximos tres años.

1.3.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Introducción:

Para estimar la demanda actual, se consideró el comportamiento y características del flujo vehicular, así como sus principales determinantes.

Este análisis comprendió la demanda de transporte que atenderá el proyecto, que servirá de base para estimar los beneficios por ahorro en costos de operación vehicular y beneficios por ahorro en tiempo.

Para el presente estudio, el análisis de la demanda consideró la medición del tráfico de la mencionada vía, el cual ha sido realizado para efecto de conocer el volumen diario de vehículos que transitan por la vía.

Demanda Actual:

Los resultados del estudio del tráfico actual se reflejan en términos del Índice Medio Diario (IMD) y que se han identificado por el nivel de tráfico existente en la vía. A la fecha se han realizado los correspondientes conteos de tráfico, tanto en forma diaria, con conteos horarios, así como conteos en intervalos de quince minutos para los periodos de máxima demanda.

El Estudio de Tráfico actual, está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular) y nivel de servicio de los diferentes tramos homogéneos en que se seccionó la Carretera "Cañete - Dv. Yauyos - Chupaca - RN 22", para la evaluación de su funcionalidad en el tiempo.

Alcances:

El estudio de tráfico para evaluar la demanda actual se realizó considerando lo siguiente:

Conteos de tráfico en ubicaciones tomando como base la ramificación definida para las diferentes actividades de mantenimiento propuestas.

Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, durante 7 días continuos.

Con los correspondientes factores de corrección (horario, diario, estacional), se obtuvo el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de tráfico que corresponda al tramo o subtramo, por tipo de vehículo y total.

Estudio Volumétrico:

El estudio volumétrico comprende la determinación de las características actuales y futuras del tráfico, estas características varían a lo largo de la carretera, existiendo tramos de características más o menos iguales llamados tramos homogéneos, como principales zonas generadoras y atractoras de viajes. No sería posible, ni necesario, determinar el volumen ni la composición del tráfico en cada uno de los tramos en los que existan pequeñas variaciones, por lo mismo solamente se determinó los indicadores para los tramos en los que las variaciones en la composición y volumen sean significativas.

Estaciones de Control:

La programación de estaciones de control vehicular, se efectuó de acuerdo a los antecedentes entregados por el consorcio gestión de carreteras 2, considerando las actividades de mantenimiento requeridas y según los tramos más o menos homogéneos en volumen y composición vehicular, en que se subdivide el eje vial en estudio, los cuales se indican en el cuadro siguiente:

El cuadro N° 1.02 y las figuras N° 1.01 y 1.02, muestran la ubicación de las Estaciones de Control vehicular.

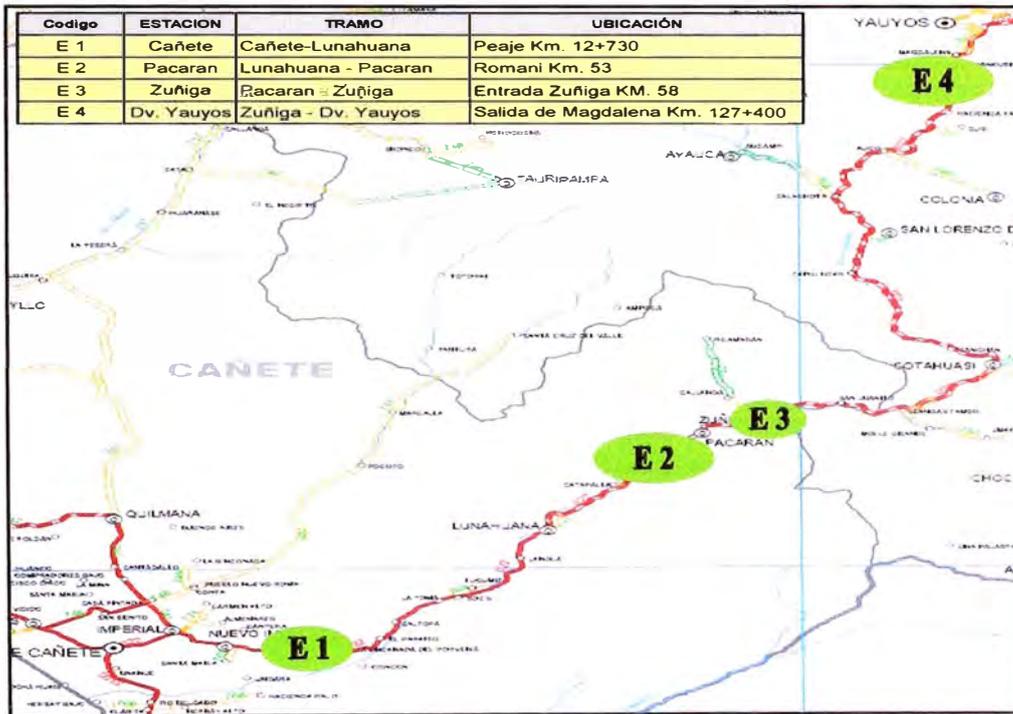
CUADRO N° 1.02: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
1.- Volumen y clasificación vehicular			
E 1	Cañete (Imperial)-Lunahuana	Lunahuana	Conteo Continuo
E 3	Lunahuana-Pacaran-Zuñiga	Pacaran	Conteo Continuo
E 3	Zuñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	Zuñiga	Conteo Continuo
E4	San Jose de Quero-Ronchas	Yauyos	Conteo Continuo
E5	Ronchas-Chupaca	Ronchas	Conteo Continuo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cronograma de trabajo de campo, se iniciaron los conteos vehiculares el día 21 de abril al 25 de mayo, según cuadro adjunto. Cabe hacer mención que para el trabajo de campo, se asignó personal con amplia experiencia en conteos vehiculares y en conocimiento del área en estudio; los formatos de campo utilizados, son los aplicados para estas actividades por la OPP-MTC. A continuación incluimos el gráfico de ubicación de la estación de control.

FIGURA N° 1.01: UBICACIÓN DE ESTACIONES DE CONTROL REGIÓN LIMA



Fuente: Estudio de Tráfico - ICCGSA

FIGURA N° 1.02: UBICACIÓN DE ESTACIONES DE CONTROL REGIÓN JUNIN



Fuente: Estudio de Tráfico – ICCGSA

Metodología para Hallar el Promedio Diario Anual (IMD)

La metodología para hallar el Índice Medio Diario anual (IMD), corresponde a la siguiente fórmula:

$$\text{IMD} = \text{IMD}_s * \text{FC}_m$$

$$\text{IMD}_s = [(\sum V_l + V_s + V_d) / 7] \text{ (Estaciones de 7 días)}$$

Donde:

- IMD_s = Volumen clasificado promedio de la semana.
- V_l = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)
- V_{nl} = Volumen clasificado días no laborables (día sábado (V_s), domingo (V_d)).
- FC_m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

Obtención de los Factores de Corrección Mensual

El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicas, las épocas de cosechas, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc.; que se producen durante el año.

Para el cálculo del factor de corrección mensual (FC_m), se obtuvo de la información proporcionada por Provías Nacional - Gerencia de Operaciones Zonales del año 2006, de las Unidades de Peaje de Lunahuaná ubicada en el tramo vial Cañete - Lunahuana y Huacrapuquio, ubicada en la carretera Huancayo-Imperial; dichas Unidades de Peaje son representativas de las variaciones mensuales del volumen-vehicular en la carretera en estudio.

$$\text{FC}_m = \frac{\text{IMD anual}}{\text{IMD del mes del Estudio de la Unidad Peaje}}$$

Donde:

- FC_m = Factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo.
- IMD = Volumen Promedio Diario Anual clasificado de la U. Peaje.
- $\text{IMD mes del Estudio}$ = Volumen Promedio Diario, del mes en U. Peaje.

El cuadro N° 1.03 presenta el factor de corrección mensual (FC_m), hallado asumiendo el mismo factor de corrección para ambos sentidos.

CUADRO N° 1.03: FACTOR DE CORRECCIÓN MAYO AÑO 2006

PUNTO DE CONTROL	UNIDAD DE PEAJE ASUMIDA	CÓDIGO	MES	F.C. VEH. LIGEROS	F.C. VEH. PESADOS
Cañete-Dv. Yauyos	Lunahuana	E1-E2-E3	Mayo	0.99655	0.81409
Dv. Yauyos-Ronchas	Huacrapuquio	E4 y E5	Mayo	1.04545	0.96032

Fuente: Gerencia de Operaciones Zonales - Provias Nacional

El resultado alcanzado en el cuadro anterior, establece los factores de corrección, por cada gran tipo de vehículo, tomando como base para los factores de corrección mensual, la información de las unidades de peaje de Lunahuaná y Huacrapuquio.

Resultados de los Conteos Vehiculares

Los resultados obtenidos, indican que el mayor volumen vehicular, se da en el tramo Imperial - Lunahuaná, con 1,010 veh/día; sigue el "Chupaca - Ronchas", con 454 veh/día, "Lunahuaná - Pacarán" y Pacarán - Zúñiga con casi similar tráfico de 417 y 418 veh/día, respectivamente" y "San José de Quero - Ronchas", con 317 veh/día y por último el tráfico de larga distancia entre Zúñiga - San José de Quero con 53 veh/día. Cabe hacer mención al tráfico temporal que se presenta en el Tramo "San Juan - Capilluca", debido a la construcción de la Hidroeléctrica del Platanal, con un volumen vehicular entre 569 y 461 veh/día.

El transporte de carga de vehículos acoplados, en el tramo "Chupaca - Ronchas - Dv. Yauyos", corresponde esencialmente al servicio de las minas de su área de influencia física, hacia las provincias de Concepción, Huancayo y Lima.

Los cuadros siguientes contienen el resumen del volumen clasificado diario de las Estaciones de control vehicular comprendidas E1 a E 7.

CUADRO N°1.04: VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E1)

TRAMO IMPERIAL - LUNAHUANÁ

Tipo de Vehículo	Imperial-Lunahuaná	Lunahuaná-Imperial	Ambos	%
Auto	177	124	301	30%
Camioneta	203	203	406	40%
C.R.	104	105	209	21%
Micro	6	5	11	1%
Ómnibus 2	6	5	11	1%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	23	22	45	4%
Camión 3 Ejes	4	4	8	1%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	10	9	19	2%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	533	477	1010	100%
% sentido	53%	47%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGSA

CUADRO N° 1.05: VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E2)

TRAMO LUNAHUANÁ-PACARÁN

Tipo de Vehículo	Lunahuaná-Pacarán	Pacarán-Lunahuaná	Ambos	%
Auto	12	9	21	5%
Camioneta	93	96	189	45%
C.R.	62	58	120	29%
Micro	5	7	12	3%
Ómnibus 2	5	5	10	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	22	22	44	11%
Camión 3 Ejes	3	2	5	1%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	9	7	16	4%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	211	206	417	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGSA

**CUADRO N° 1.06: VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E3)
TRAMO PACARÁN-ZUÑIGA**

Tipo de Vehículo	Pacarán-Zúñiga	Zúñiga-Pacarán	Ambos	%
Auto	35	41	76	18%
Camioneta	73	74	147	35%
C.R.	52	53	105	25%
Micro	9	8	17	4%
Ómnibus 2	4	4	8	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	18	18	36	9%
Camión 3 Ejes	4	4	8	2%
Camión 4 Ejes	1	1	2	0%
Semitraylers	9	10	19	5%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	205	213	418	100%
% sentido	49%	51%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGGSA

**CUADRO N° 1.07: VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E4)
ZUÑIGA-DV. YAUYOS - SAN JOSÉ DE QUERO (TRÁFICO NORMAL DE
LARGA DISTANCIA)**

Tipo de Vehículo	Zúñiga-Dv. Yauyos-San José de Quero	San José de Quero-Dv, Yauyos-Zúñiga	Ambos	%
Auto	0	1	1	2%
Camioneta	10	10	20	38%
C.R.	2	2	4	8%
Micro	0	0	0	0%
Ómnibus 2	4	4	8	15%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	4	5	9	17%
Camión 3 Ejes	7	4	11	21%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	0	0	0	0%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	27	26	53	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGGSA

CUADRO N° 1.08: VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E5)

TRAMO SAN JOSÉ DE QUERO-RONCHAS

Tipo de Vehículo	San José de Quero-Roncha	Roncha-San José de Quero	Ambos	%
Auto	5	4	9	3%
Camioneta	106	102	208	60%
C.R.	19	18	37	11%
Micro	3	2	5	1%
Ómnibus 2	4	4	8	2%
Ómnibus +2				
Camión 2 Ejes	19	18	37	11%
Camión 3 Ejes	3	4	7	2%
Camión 4 Ejes				
Semitraylers	25	11	36	10%
Traylers				
TOTAL	184	163	347	100%
% sentido	53%	47%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGGSA

CUADRO N° 1.09: VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E6)

TRAMO RONCHAS-CHUPACA

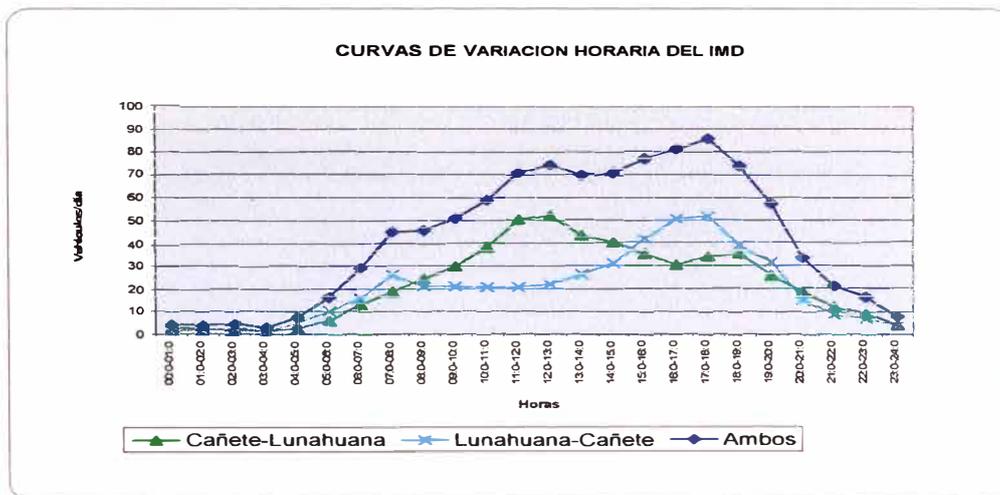
Tipo de Vehículo	Chupaca-Ronchas	Ronchas-Chupaca	Ambos	%
Auto	8	9	17	4%
Camioneta	164	155	319	70%
C.R.	18	15	33	7%
Micro	3	2	5	1%
Ómnibus 2	6	3	9	2%
Ómnibus +2				
Camión 2 Ejes	20	16	36	8%
Camión 3 Ejes	3	2	5	1%
Camión 4 Ejes				
Semitraylers	9	21	30	7%
Traylers				
TOTAL	231	223	454	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGGSA

Los gráficos y tablas incluidas a continuación, contienen la curva de variación horaria por sentido de circulación y el porcentaje de participación de cada gran grupo de vehículos en el IMD_a, para cada punto de control vehicular y el resumen del volumen diario clasificado, por sentido de circulación, por cada Estación de Control.

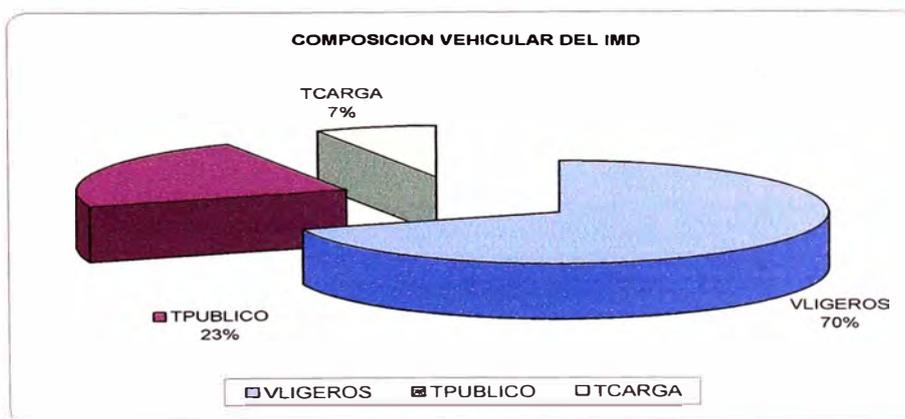
FIGURA N° 1.03: CURVAS DE VARIACIÓN DEL IMD-ESTACIÓN LUNAHUANÁ

ESTACION LUNAHUANA - E1



Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

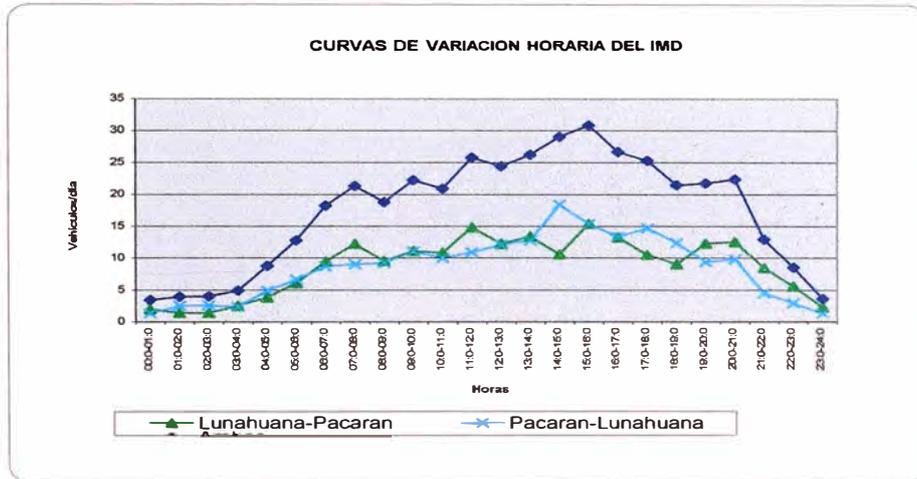
FIGURA N° 1.04: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD-ESTACIÓN LUNAHUANÁ



Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

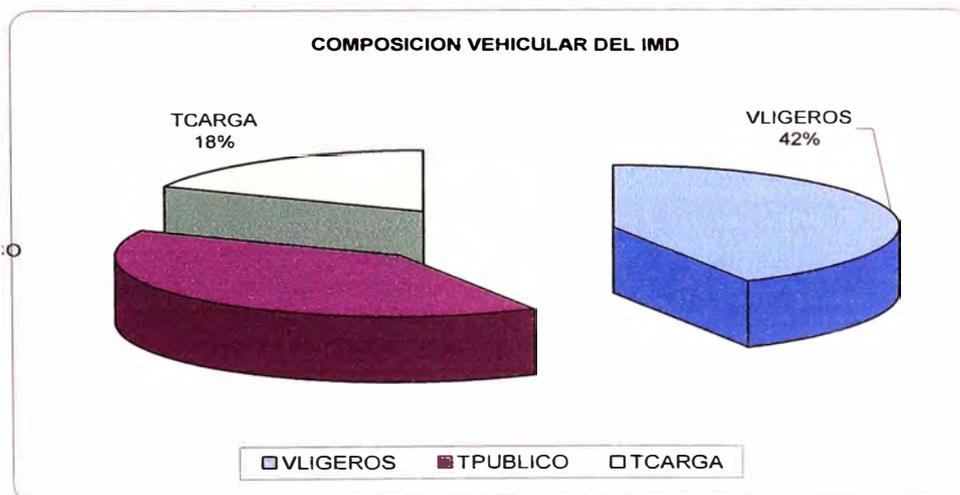
FIGURA N° 1.05: CURVAS DE VARIACIÓN DEL IMD-ESTACIÓN PACARÁN

ESTACION PACARAN - E2



Fuente: Aforo vehicular (abril 2008)

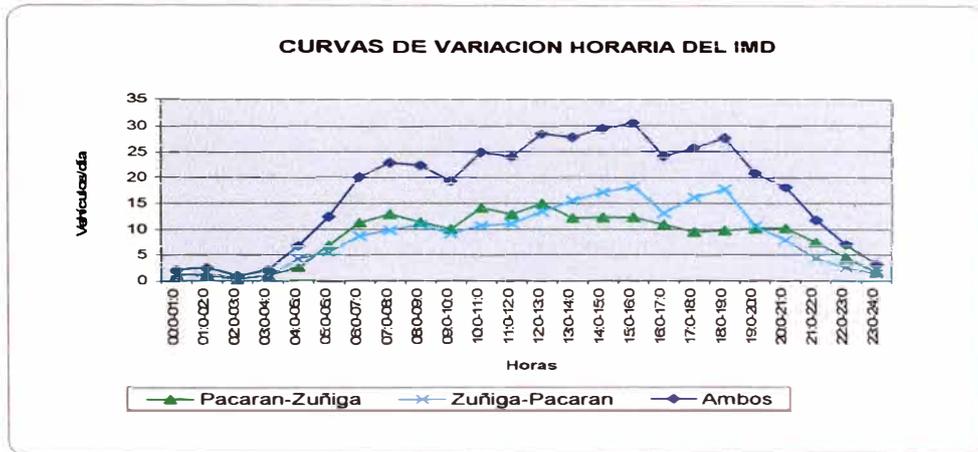
FIGURA N° 1.06: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD-ESTACIÓN PACARÁN



Fuente: Aforo vehicular (abril 2008)

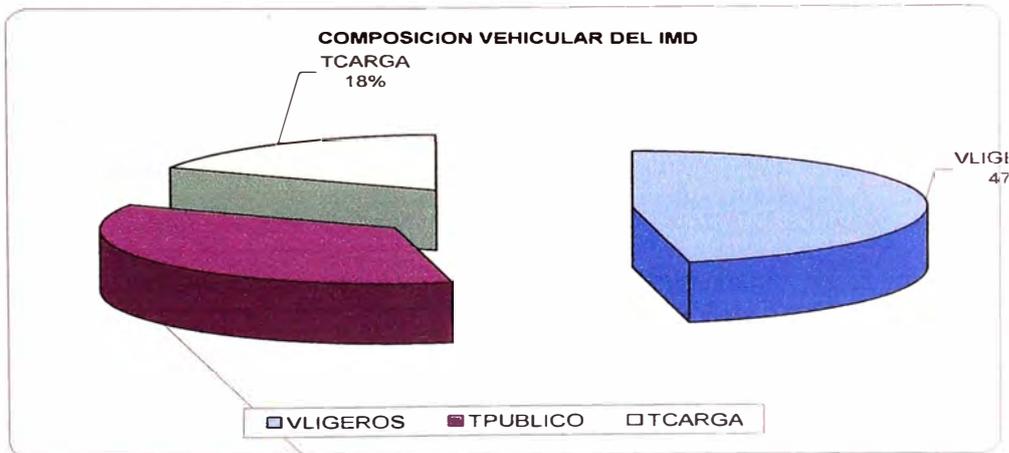
FIGURA N° 1.07: CURVAS DE VARIACIÓN DEL IMD-ESTACIÓN ZÚNIGA

ESTACION ZÚNIGA - E3



Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

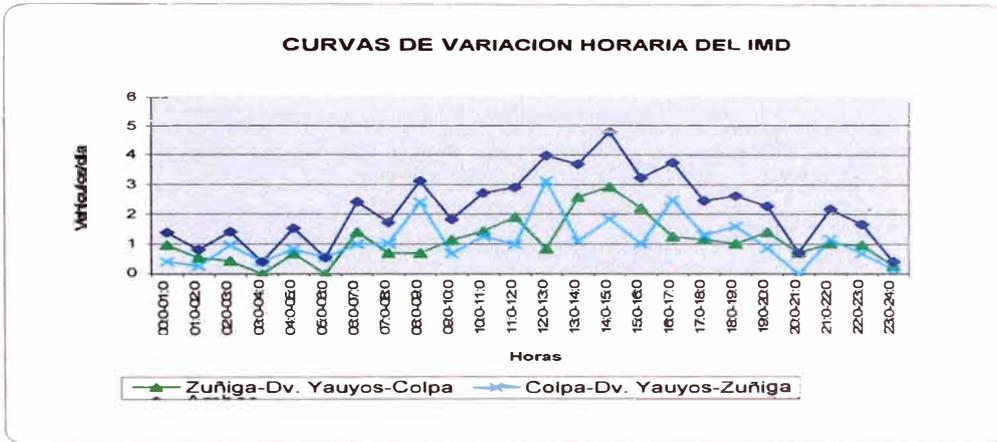
FIGURA N° 1.08: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD-ESTACIÓN ZÚNIGA



Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

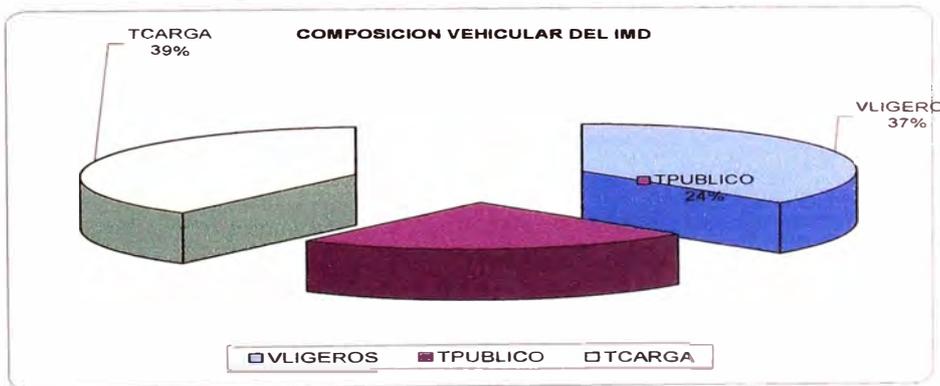
FIGURA N° 1.09: CURVAS DE VARIACIÓN DEL IMD-ESTACIÓN YAUYOS

ESTACION YAUYOS E4



Fuente: Aforo vehicular (mayo2008)

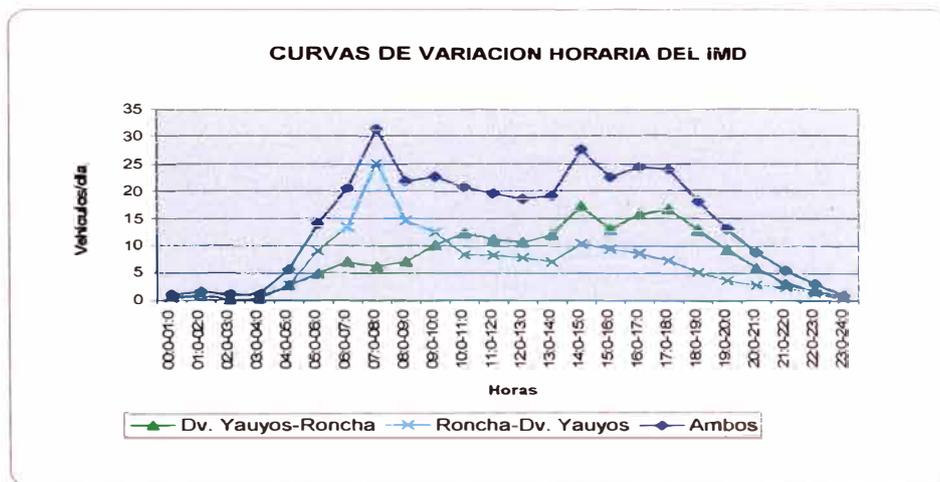
FIGURA N° 1.10: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD-ESTACIÓN YAUYOS



Fuente: Aforo vehicular (mayo2008)

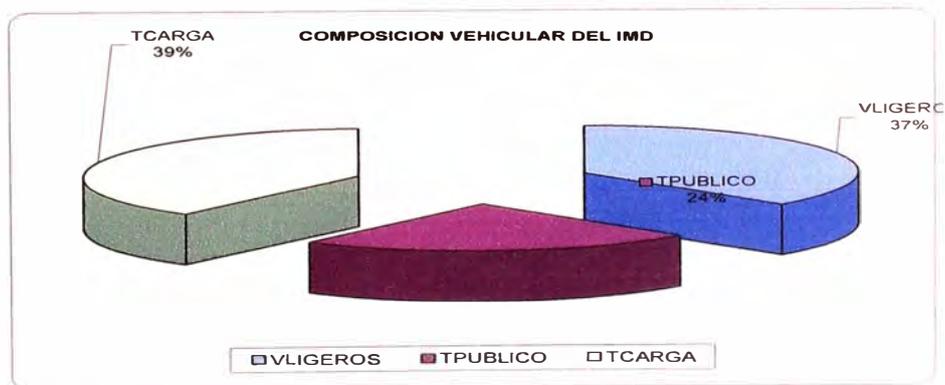
FIGURA N° 1.11: CURVAS DE VARIACIÓN DEL IMD-ESTACIÓN RONCHAS

ESTACION RONCHAS E5



Fuente: Aforo vehicular (mayo 2008)

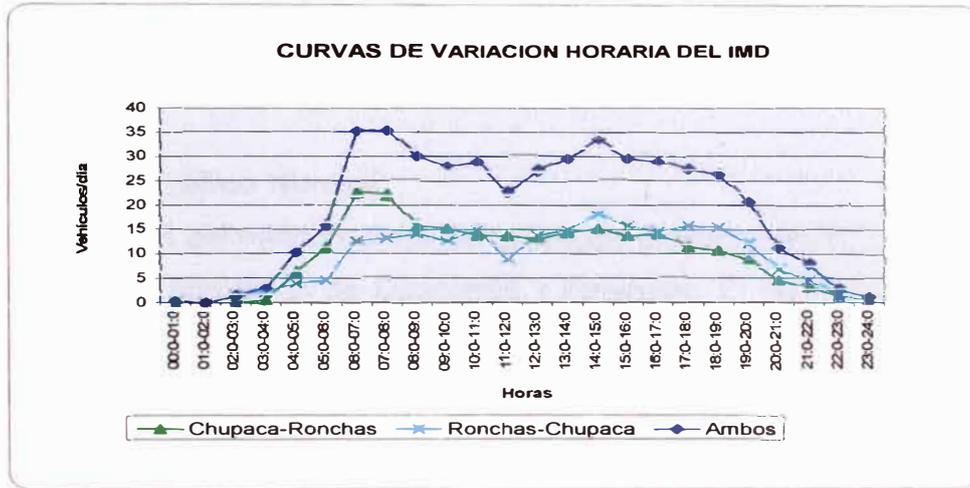
FIGURA N° 1.12: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD-ESTACIÓN RONCHAS



Fuente: Aforo vehicular (mayo2008)

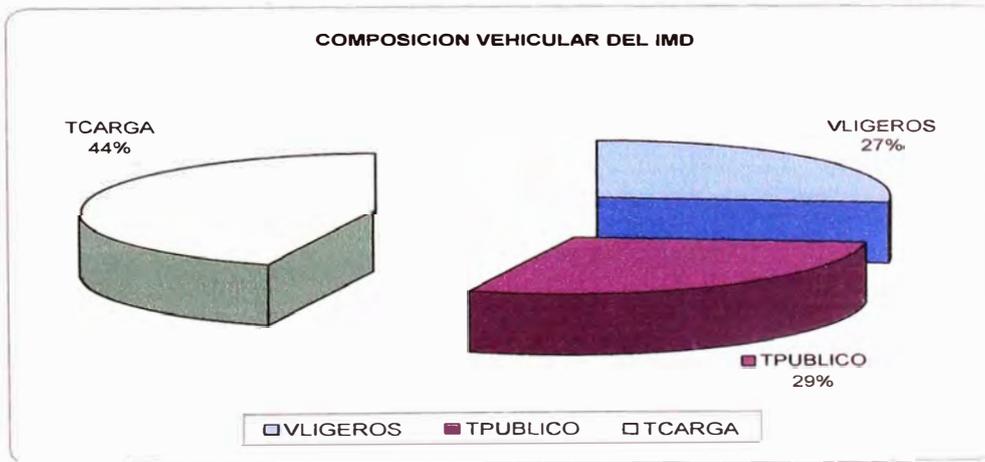
FIGURA N° 1.13: CURVAS DE VARIACIÓN DEL IMD-ESTACIÓN HUARISCA

ESTACION HUARISCA - E6



Fuente: Aforo vehicular mayo 2008

FIGURA N° 1.14: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD-ESTACIÓN HUARISCA



Fuente: Aforo vehicular mayo 2008

Demanda Proyectada:

Alcances:

La tasa de crecimiento asumida para la proyección del tráfico (periodo 2008-2013), se ha diferenciado para vehículos livianos y de transporte de pasajeros respecto de los vehículos pesados o de carga. Para el caso de la proyección se

ha considerado una tasa de crecimiento promedio de 1.50% por ciento anual para vehículos de pasajeros, estimada de las proyecciones del área de influencia en la situación sin proyecto y para el crecimiento de Camiones, Semitrailers y Trailers un tasa del 3.6%. (Fuente Plan de transporte Intermodal).

El tráfico proyectado para el horizonte de análisis se obtuvo aplicando las tasas correspondientes al IMD anual por tipo de vehículo del año base (2008).

Proyección del Tráfico Normal

Para la proyección del tráfico normal se utilizó los indicadores macro-económicos que estableció el Ministerio de Economía y Finanzas. El proyecto se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín, las mismas que cuentan con las tasas de crecimiento poblacional de 1.7% y 1.1% respectivamente, promediando ambas se obtiene 1.4%, que servirá para la proyección del tráfico ligero hasta el 2020.

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, promediando ambas se obtiene 3.8 % porcentaje que servirá para la proyección del tráfico pesado.

CUADRO N° 1.10: TASAS DE CRECIMIENTO 2008-2020

PERIODO	TRANSPORTE DE PASAJEROS	TRANSPORTE DE CARGA
2006 -2025	1.40 %	3,80%

Fuente: Elaboración Propia

La proyección del tráfico normal tanto de carga como de pasajeros, para el horizonte de análisis, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento correspondientes al IMD por tipo de vehículo del año base (2008).

Proyección del Tráfico Generado

El tráfico generado está relacionado a la ejecución del proyecto, es decir al mejoramiento de la carretera en estudio. Para el cálculo del tráfico generado, se consideró los siguientes criterios y supuestos:

Se consideró como tráfico generado un 15% y 10% respectivamente (para vehículos ligeros y vehículos de carga) con respecto al tráfico normal,

porcentajes que se asumen tomando en cuenta el promedio de los resultados de evaluación expuesta efectuada en carreteras donde se ejecutaron proyectos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de asfaltado.

Proyección del Tráfico Total

El tráfico total viene dado por la suma del tráfico normal y el tráfico generado, a continuación se muestran los cuadros con los valores del tráfico total, que han sido obtenidos de la suma de los valores obtenidos de los cuadros de tráfico Normal y tráfico generado.

CUADRO N°1.11: DISTRIBUCIÓN DE TRAMOS Y DATOS PARA PROYECCIÓN DE TRÁFICO

TRAMO	PAVIMENTO	KM INICIO	KM FINAL	LONGITUD (Km)	TASA DE CRECIMIENTO %		REGION	OBSERVACIONES
					PASAJEROS	CARGA		
Tramo I Cañete - Lunahuana	Carpeta Asfáltica	1+805.00	42+755.00	40.95	1.7	9.8	Costa	Tasa Poblacional Lima (PASAJEROS) & PBI Nacional (CARGA)
Tramo II Lunahuana - Pacaran	Tratamiento Superficial Bicapa	42+755.00	54+662.00	11.907	1.7	9.8	Costa	Tasa Poblacional Lima (PASAJEROS) & PBI Nacional (CARGA)
Tramo III Pacaran - Catahuasi	Slurry Seal	54+662.00	78+805.00	24.143	1.4	3.7	Sierra	Tasa Poblacional Lima y Junin (PASAJEROS) & PBI Lima (CARGA)
Tramo IV Catahuasi - Alis	Tratamiento Superficial Monocapa	78+805.00	164+905.00	86.1	1.4	3.7	Sierra	Tasa Poblacional Lima y Junin (PASAJEROS) & PBI Lima (CARGA)
Tramo V Alis – Km. 227+000	Slurry Seal	164+905.00	227+000.00	62.095	1.4	3.8	Sierra	Tasa Poblacional Lima y Junin (PASAJEROS) & PBI Lima y Junin (CARGA)
Tramo VI Km. 227+000 – Km. 253+000	Slurry Seal	227+000.00	253+000.00	26	1.4	3.8	Sierra	Tasa Poblacional Lima y Junin (PASAJEROS) & PBI Lima y Junin (CARGA)
Tramo VII Km. 253+000 - Roncha	Slurry Seal	253+000.00	256+990.00	3.99	1.4	3.8	Sierra	Tasa Poblacional Lima y Junin (PASAJEROS) & PBI Lima y Junin (CARGA)
Tramo VIII Roncha - Chupaca	Carpeta Asfáltica	256+990.00	273+531.00	16.541	1.1	3.8	Sierra	Tasa Poblacional Junin (PASAJEROS) & PBI Junin (CARGA)

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 1.12: PROYECCIONES DE TRÁFICO TRAMO CAÑETE – LUNAHUANÁ - PACARÁN

PROYECCIONES DE TRAFICO

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUÑIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: Cañete - Lunahuana - Pacarán Tramo I y II
Estación: E -1 vs E-2

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Tasa	T. Total		Tasa	Tráfico Total																			
Auto	1.017			1.017	373	379	385	392	399	405	412	419	426	434	441	448	456	464	472	480	488	496	505	513
Pick up	1.017			1.017	179	183	186	189	192	195	199	202	205	209	212	216	220	223	227	231	235	239	243	247
Panel	1.017			1.017	323	329	334	340	346	351	357	363	370	376	382	389	395	402	409	416	423	430	438	445
Camioneta Rural	1.017			1.017	259	263	268	272	277	281	286	291	296	301	306	311	317	322	328	333	339	345	350	356
Microbus	1.017			1.017	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18	19
Bus 2E	1.017			1.017	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18	19
Bus 3E	1.017			1.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E L	1.098			1.098	27	30	33	36	39	43	47	52	57	63	69	76	83	91	100	110	121	133	146	160
Camión 2E P	1.098			1.098	37	41	45	49	54	59	65	71	78	86	94	104	114	125	137	151	165	182	199	219
Camión 3E	1.098			1.098	11	13	14	15	17	18	20	22	24	26	29	32	35	38	42	46	51	56	61	67
Camión 4E	1.098			1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	1.098			1.098	3	3	3	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17
2S3	1.098			1.098	7	8	9	9	10	11	12	14	15	17	18	20	22	24	26	29	32	35	38	42
3S2	1.098			1.098	3	3	3	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17
3S3	1.098			1.098	14	16	17	19	21	23	25	27	30	33	36	40	44	48	53	58	64	70	77	84
2T3	1.098			1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.098			1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		1264	1293	1324	1357	1391	1427	1464	1504	1545	1589	1635	1684	1736	1791	1850	1912	1978	2049	2125	2205

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 1.13: PROYECCIONES DE TRÁFICO TRAMO PACARÁN – ZÚNIGA - CATAHUASI

PROYECCIONES DE TRAFICO

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUÑIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: Pacarán - Zuñiga - Catahuasi Tramo III
Estación: E -3

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Tasa	T. Total		Tasa	Tráfico Total																			
Auto	1.014			1.014	94	95	96	98	99	100	102	103	105	106	108	109	111	112	114	115	117	118	120	122
Pick up	1.014			1.014	118	120	122	123	125	127	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154
Panel	1.014			1.014	63	64	65	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	80	81	82
Camioneta Rural	1.014			1.014	129	131	133	135	137	139	140	142	144	146	149	151	153	155	157	159	161	164	166	168
Microbus	1.014			1.014	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27
Bus 2E	1.014			1.014	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13
Bus 3E	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E L	1.037			1.037	46	48	50	51	53	55	57	60	62	64	66	69	71	74	77	80	83	86	89	92
Camión 2E P	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	1.037			1.037	10	11	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	18	18	19	20	20
Camión 4E	1.037			1.037	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
2S2	1.037			1.037	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
2S3	1.037			1.037	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10
3S2	1.037			1.037	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
3S3	1.037			1.037	15	16	17	17	18	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2T3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		518	527	536	546	556	566	576	586	597	608	619	631	642	654	667	679	692	705	718	732

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 1.14: PROYECCIONES DE TRÁFICO TRAMO CATAHUASI - ALIS

PROYECCIONES DE TRAFICO

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUÑIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: Catahuasi - Alis Tramo IV
Estación: E -4

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Tasa	T. Total		Tasa	Tráfico Total																			
Auto	1.014			1.014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Pick up	1.014			1.014	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28	28	29
Panel	1.014			1.014	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camioneta Rural	1.014			1.014	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Microbus	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	1.014			1.014	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13
Bus 3E	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2EL	1.037			1.037	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13
Camión 2EP	1.037			1.037	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10
Camión 3E	1.037			1.037	14	15	15	16	16	17	18	18	19	20	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28
Camión 4E	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S2	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		66	68	69	71	73	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	97	99	102	104

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 1.15: PROYECCIONES DE TRÁFICO TRAMO ALIS - Km. 227+000

PROYECCIONES DE TRAFICO

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUÑIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: Alis - Km 227 +000 Tramo V
Estación: E - 4

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
TIPO	Tasa	T. Total		Tasa	Tráfico Total																			
Auto	1.014			1.014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Pick up	1.014			1.014	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28	28	29
Panel	1.014			1.014	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camioneta Rural	1.014			1.014	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Microbus	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	1.014			1.014	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13
Bus 3E	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2EL	1.038			1.038	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
Camión 2EP	1.038			1.038	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10
Camión 3E	1.038			1.038	14	15	15	16	16	17	18	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Camión 4E	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S2	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		66	68	69	71	73	75	76	78	80	82	84	86	88	90	93	95	97	100	102	105

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 1.16: PROYECCIONES DE TRÁFICO TRAMO Km. 227+000 - RONCHAS

PROYECCIONES DE TRAFICO

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUÑIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: 227 + 000 - 253+000 / 253 + 000 - Ronchas Tramo VI - VII
Estación: E - 5

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Tasa	T. Total		Tasa	Tráfico Total																			
Auto	1.014			1.014	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14
Pick up	1.014			1.014	38	39	39	40	40	41	41	42	43	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50
Panel	1.014			1.014	218	221	224	227	230	234	237	240	244	247	250	254	257	261	265	268	272	276	280	284
Camioneta Rural	1.014			1.014	46	46	47	47	48	49	50	50	51	52	52	53	54	55	55	56	57	58	58	59
Microbus	1.014			1.014	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
Bus 2E	1.014			1.014	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13
Bus 3E	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E L	1.038			1.038	48	49	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72	74	77	80	83	86	90	93	97
Camión 2E P	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	1.038			1.038	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	18	18
Camión 4E	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	1.038			1.038	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
2S3	1.038			1.038	10	11	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	17	17	18	19	19	20	21
3S2	1.038			1.038	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
3S3	1.038			1.038	33	35	36	37	39	40	42	43	45	47	49	50	52	54	56	58	61	63	65	68
2T3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		431	440	449	458	467	476	486	496	506	516	527	538	549	561	573	585	597	610	623	637

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 1.17: PROYECCIONES DE TRÁFICO RONCHAS - CHUPACA

PROYECCIONES DE TRAFICO

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUÑIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: Dv. Roncha - Chupaca Tramo VIII
Estación: E - 6 Dv. Ahuac

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Tasa	T. Total		Tasa	Tráfico Total																			
Auto	1.011			1.011	21	21	21	22	22	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25	26
Pick up	1.011			1.011	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	36	36	36	37	37	38	38	38	39	39
Panel	1.011			1.011	359	363	367	371	375	379	383	387	392	396	400	405	409	414	418	423	427	432	437	442
Camioneta Rural	1.011			1.011	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50
Microbus	1.011			1.011	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8
Bus 2E	1.011			1.011	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	14
Bus 3E	1.011			1.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E L	1.038			1.038	46	48	50	52	54	56	58	60	62	65	67	70	72	75	78	81	84	87	91	94
Camión 2E P	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	1.038			1.038	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
Camión 4E	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	1.038			1.038	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
3S2	1.038			1.038	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
3S3	1.038			1.038	30	31	32	33	34	36	37	38	40	41	43	45	46	48	50	52	54	56	58	60
2T3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.038			1.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		560	569	578	587	596	605	615	625	635	645	656	666	677	689	700	712	724	737	750	763

Fuente: Elaboración propia

1.3.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA

La oferta vial existente se detalla a continuación (información recabada del inventario vial):

Carretera a nivel de tratamiento superficial en buen estado Cañete hasta Lunahuaná con carpeta asfáltica, tratamiento superficial bicapa de Lunahuaná a Pacarán, Slurry Seal desde Pacarán a Catahuasi y de Alis al Km. 227, Tratamiento superficial Monocapa desde Catahuasi hasta Alis y trocha de regular a mal estado en el resto de la carretera del Km. 227 al Km. 253 y de Ronchas hasta Chupaca.

El cuadro N° 1.18 se elaboró con la información recopilada de los informes del Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el proyecto especial de Infraestructura de Transporte Nacional - Provias Nacional y la Universidad Nacional de Ingeniería - UNI (Plano Clave Abril 2010)

CUADRO N° 1.18: CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS A EVALUAR

TRAMO	PAVIMENTO	KM INICIO	KM FINAL	LONGITUD (Km)
Tramo I Cañete - Lunahuaná	Carpeta Asfáltica	1+805.00	42+755.00	40.950
Tramo II Lunahuaná - Pacarán	Tratamiento Superficial Bicapa	42+755.00	54+662.00	11.907
Tramo III Pacarán - Catahuasi	Slurry Seal	54+662.00	78+805.00	24.143
Tramo IV Catahuasi - Alis	Tratamiento Superficial Monocapa	78+805.00	164+905.00	86.100
Tramo V Alis - Km. 227+000	Slurry Seal	164+905.00	227+000.00	62.095
Tramo VI Km. 227+000 - Km. 253+000	Slurry Seal	227+000.00	253+000.00	26.000
Tramo VII Km. 253+000 - Ronchas	Slurry Seal	253+000.00	256+990.00	3.990
Tramo VIII Ronchas - Chupaca	Carpeta Asfáltica	256+990.00	273+531.00	16.541
TOTAL				271.726

Fuente: Elaboración propia.

Características:

- ✓ De acuerdo a la orografía de la zona, se podría decir que desde el Km. 104+500 Km de Lunahuaná hasta Yauyos, la topografía es ondulada y a media ladera, que va serpenteando el curso del río Cañete con algunos zonas críticas y accidentadas por el declive del terreno de 70° y algunos taludes en contra pendiente, recorriendo la carretera a medio túnel estable. Así mismo no se ha detectado erosiones ni afectaciones ocasionados por el río Cañete.
- ✓ En este tramo es necesario precisar, los subtramos alternos propuestos, así tenemos de Lunahuaná a Zúñiga de 22+260 Km, donde la topografía es plana semi ondulada y con sección de plataforma bastante amplia entre 6 0 m a 8 0 m, de Lunahuaná hasta Uchupampa se encuentra asfaltada en una longitud de 4.120 Km y 18.140 con afirmado en regular estado sin cunetas laterales y 58 obras de drenaje transversal, un promedio de 02 alcantarillas por kilómetro.
- ✓ De Zúñiga a Magdalena con una longitud de 74.230 Km., la topografía es más ondulada y accidentada; con plataforma de la vía más angosta entre 3.50 a 4.50 m, el río Cañete se cruza dos veces en San Jerónimo y Canchan, las quebradas adyacentes como Tambo y Catahuasi a través de Puente Bailey. Existen canteras, botaderos y fuentes de agua próximos a la vía. Se ha contabilizado 81 obras de drenaje transversal, un promedio de una alcantarilla por kilómetro
- ✓ La carretera se desvía de Magdalena (Km 96+490, cota 2,253 m.s.n.m), a la izquierda a Yauyos, y recorre una longitud de 8.010 Km. en desarrollo con 4 curvas de volteo, cuya pendiente es fuerte entre 10% a 15% y ancho de plataforma de 4.50 m con plazoletas de paso cada 500 m, la plaza de Armas se ubica a la altura de 2,873 m s n m. en el Km. 104+500, este pequeño tramo recibe el flujo vehicular de Huancayo, Chupaca, Cañete y Lima.
- ✓ El segundo tramo que abarca de Magdalena a Chupaca con una longitud de 147.770 Km. se desarrolla entre las altitudes de 2,253 m.s.n.m. (Magdalena), 4,755 m.s.n.m (Cumbre) y 3,312 m.s.n.m (Chupaca); desde Magdalena hasta el desvío a Laraos Km. 29+320 (centro Minero), la plataforma de la carretera se encuentra en regular estado con algunas secciones críticas a medio túnel por el estrechamiento de la cuenca y basamentos rocosos de fuerte declive.

- ✓ Desde Llapay Km. 30+010 hasta Tinco de Yauricocha Km. 58+250, la carretera atraviesa zonas con medio túnel y 03 túneles de 40 a 50 m. con mayor número de cruces de quebradas con pontones de madera y concreto, la sección de la plataforma promedio es de 4.0 m, y se encuentra a nivel de subrasante con encharcamientos de aguas superficiales, con tramos aislados de afirmado en regular estado y con 29 obras de drenaje transversal.
- ✓ El tramo de Tinco de Yauricocha hacia adelante a pesar de desarrollarse sobre altitudes mayores a 4,000 m.s.n.m., se encuentra mejores condiciones en cuanto a la geometría de trazo, sección de plataforma amplia, estable y afirmado en buenas condiciones hasta Chaucha Km. 77+670 Km (4,595 m.s.n. m.), luego se prosigue por Capillayoc (Km. 84+280), Negro Bueno (Km. 87 000), San José de Quero (Km. 106+990) hasta Chaquicocha (Km. 115+150, cota 3,910 m.s.n.m.), manteniendo las mismas características geométricas pero la plataforma se encuentra con baches, ahuellamientos, con afirmado desgastado y erosionado. Se tiene 63 obras de drenaje en servicio.
- ✓ Desde Chaquicocha, zona ganadera, la carretera tiene mejores condiciones de transitabilidad por el mayor flujo vehicular; se cruza el puente sobre el río Cunas Km. 120+200 y la vía se desarrolla por su margen derecha, pasando las localidades de Ronchas, Km. 131+450, Huansca, Km. 139 800, desvío a Ahuac, Km. 142+700. Se observa a ambos lados de la vía grandes extensiones de cultivos de la zona (maíz, zanahoria, papa y otros) hasta la entrada a la plaza de Armas de Chupaca en el Km. 147+770 y cota 3,312 m.s.n.m, se encuentra funcionando 23 obras de drenaje transversal.
- ✓ En casi todo el tramo se observa el inadecuado drenaje longitudinal, cuneta en tierra casi colmatada. La cuneta es artesanal de 0.60m de ancho, usada principalmente para desaguar el escurrimiento superficial del área tributaria de la vía, al no proponerse ningún tipo de revestimiento esta genera erosión e infiltración a la capas del pavimento.
- ✓ Inadecuado drenaje transversal, alcantarillas artesanales en tramo del Km. 106 al Km. 108, con alcantarillas con tubo de PVC. En el tramo del Km. 150 al Km. 165 se observa que el contratista ha colocado alcantarillas de TMC 48" pero que el recubrimiento sobre dicha estructura es de 0.20 m. por lo que el bulbo de presiones de la carga vehicular va a generar el pandeo de la

estructura, así mismo se observa que el contratista no ha colocado ningún tipo de impermeabilizante a la TMC, por lo que si las aguas de las quebradas tienen un $\text{pH} < 7$ (ácida) generará el desgaste prematuro de tal estructura.

- ✓ Presencia de filtraciones proveniente de los terrenos de cultivo y falta de un sistema de subdrenaje, especialmente por tener cortes altos en zonas no estables, origina ingreso de agua subterránea a la plataforma.
- ✓ Sectores críticos donde el ancho de la vía es menor, debido a la presencia de taludes inestables (desmoronamiento de taludes), riberas de río erosionada, y por topografía accidentada, pendiente longitudinal variable entre 0.2% a 9%.
- ✓ Los anchos de la calzada existente varían entre 2.6 m y 8.5 m.

1.3.4 COSTOS

Para la evaluación de Costos se realizó la evaluación por tramos, utilizando el Cuadro N° 1.18 (Características de los tramos a evaluar del Proyecto), el cual detalla la distribución en tramos de toda la carretera en estudio.

Se presentan los siguientes presupuestos de mantenimiento con la alternativa de sello Slurry Seal, para los 8 tramos de la carretera; de forma similar se realizó los presupuestos para las alternativas con sello Otta Seal y Macro Seal. De esta manera se obtuvo los costos totales, los cuales se muestran en el cuadro N° 1.28.

CUADRO N° 1.19: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 1

TRAMO 1 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Cañete - Lunahuana				KM INICIO:	0+000.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre carpeta asfáltica				KM FINAL:	42+755.00
INCIDENCIA:	100%				LONGITUD:	42.76
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GB	1.00	6,413.00	6,413.00	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	2,000.00	9.26	18,520.00	
3	ROCE	M2	40,750.00	0.28	11,410.00	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	150.00	75.52	11,328.45	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	8,150.00	8.07	65,770.50	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	8,150.00	5.65	46,047.50	
7	PARCHADO	M3	20.00	91.88	1,837.60	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	10.00	28.03	280.30	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	6,600.00	7.98	52,635.00	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	150.00	6.51	976.50	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	162.00	41.82	6,774.84	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	40,750.00	1.47	59,902.50	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	11.00	112.00	1,232.00	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	400.00	5.16	2,063.60	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	184.00	1.75	322.00	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	40.00	1.75	70.00	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	3,336.00	2.17	7,239.12	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	2.00	504.00	1,008.00	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	2.00	265.08	530.16	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	2.00	408.80	817.60	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	2.00	39.41	78.82	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	2.00	164.81	329.62	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	9,660.00	10.10	97,566.00	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					393,153.11	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					32,762.76	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					69,551.45	

CUADRO N° 1.20: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 2

TRAMO 2 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Lunahuana - Pacaran				KM INICIO:	42+755.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre TSB				KM FINAL:	52+857.00
INCIDENCIA:	100%				LONGITUD:	10.10
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	1.00	1,515.30	1,515.30	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	613.00	9.26	5,676.38	
3	ROCE	M2	12,490.00	0.28	3,497.20	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	46.00	75.52	3,474.06	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	2,498.00	8.07	20,158.86	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	2,498.00	5.65	14,113.70	
7	PARCHADO	M3	7.00	91.88	643.16	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	4.00	28.03	112.12	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	2,023.00	7.98	16,133.43	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	46.00	6.51	299.46	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	49.00	41.82	2,049.18	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	12,490.00	1.47	18,360.30	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	1.00	112.00	112.00	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	50.00	5.16	257.95	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	12.00	1.75	21.00	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	12.00	1.75	21.00	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	500.00	2.17	1,085.00	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	1.00	504.00	504.00	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	1.00	265.08	265.08	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	1.00	408.80	408.80	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	1.00	39.41	39.41	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	1.00	164.81	164.81	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	2,963.00	10.10	29,926.30	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					118,838.49	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					9,903.21	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					20,679.13	

CUADRO N° 1.21: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 3

TRAMO 3 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Pacaran - Zuñiga				KM INICIO:	52+857.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre solución básica				KM FINAL:	56+600.00
INCIDENCIA:	100%				LONGITUD:	3.74
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	1.00	561.45	561.45	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	200.00	9.26	1,852.00	
3	ROCE	M2	4,150.00	0.28	1,162.00	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	20.00	75.52	1,510.46	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	800.00	8.07	6,456.00	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	800.00	5.65	4,520.00	
7	PARCHADO	M3	2.00	91.88	183.76	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	0.50	28.03	14.02	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	330.00	7.98	2,631.75	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	15.00	6.51	97.65	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	17.00	41.82	710.94	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	4,150.00	1.47	6,100.50	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	1.00	112.00	112.00	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	10.00	5.16	51.59	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	8.00	1.75	14.00	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	4.00	1.75	7.00	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	50.00	2.17	108.50	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	1.00	504.00	504.00	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	1.00	265.08	265.08	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	1.00	408.80	408.80	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	1.00	39.41	39.41	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	1.00	164.81	164.81	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	984.00	10.10	9,938.40	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S./)					37,414.12	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S./)					3,117.84	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S./)					6,850.72	

TRAMO:	Tramo Zuñiga - Yauyos				KM INICIO:	56+600.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre solución básica				KM FINAL:	78+805.00
INCIDENCIA:	32%				LONGITUD:	22.21
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.32	3,330.75	1,050.56	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	1,103.94	9.26	10,222.50	
3	ROCE	M2	22,898.91	0.28	6,411.69	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	11.35	75.52	857.55	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	6,869.67	8.07	55,438.25	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	6,869.67	5.65	38,813.65	
7	PARCHADO	M3	23.03	91.88	2,115.54	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	3.15	28.03	88.41	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	13,720.42	7.98	109,420.34	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	315.41	6.51	2,053.33	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	10.72	41.82	448.48	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	22,898.91	1.47	33,661.39	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	2.21	112.00	247.28	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	6.31	5.16	32.54	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	45.42	1.75	79.48	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	23.03	1.75	40.29	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	1,261.65	2.17	2,737.78	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	0.95	504.00	476.90	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	0.95	265.08	250.83	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	0.95	408.80	386.82	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	0.95	39.41	37.29	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	1.26	164.81	207.93	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	5,362.00	10.10	54,156.23	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S./)					319,235.08	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S./)					26,602.92	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S./)					47,618.45	

CUADRO N° 1.22: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 4

TRAMO 4 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Zuñiga - Yauyos				KM INICIO:	78+805.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre monocapa				KM FINAL:	127+000.00
INCIDENCIA:	68%				LONGITUD:	48.20
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.68	7,229.25	4,949.06	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	2,396.06	9.26	22,187.50	
3	ROCE	M2	49,701.09	0.28	13,916.31	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	24.65	75.52	1,861.28	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	14,910.33	8.07	120,326.35	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	14,910.33	5.65	84,243.35	
7	PARCHADO	M3	49.97	91.88	4,591.70	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	6.85	28.03	191.89	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	29,779.58	7.98	237,492.16	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	684.59	6.51	4,456.67	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	23.28	41.82	973.40	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	49,701.09	1.47	73,060.61	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	4.79	112.00	536.72	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	13.69	5.16	70.64	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	98.58	1.75	172.52	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	49.97	1.75	87.46	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	2,738.35	2.17	5,942.22	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	2.05	504.00	1,035.10	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	2.05	265.08	544.41	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	2.05	408.80	839.58	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	2.05	39.41	80.94	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	2.74	164.81	451.31	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	11,638.00	10.10	117,543.77	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					695,554.92	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					57,962.91	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					103,353.80	

TRAMO:	Tramo Yauyos - Ronchas				KM INICIO:	127+000.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre monocapa				KM FINAL:	164+905.00
INCIDENCIA:	30%				LONGITUD:	37.91
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.30	5,685.75	1,682.98	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	1,924.00	9.26	17,816.24	
3	ROCE	M2	39,998.48	0.28	11,199.57	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	20.13	75.52	1,520.13	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	11,999.54	8.07	96,836.32	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	11,999.54	5.65	67,797.42	
7	PARCHADO	M3	40.55	91.88	3,725.92	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	5.62	28.03	157.64	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	23,976.00	7.98	191,208.60	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	532.80	6.51	3,468.53	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	18.94	41.82	792.24	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	39,998.48	1.47	58,797.77	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	6.81	112.00	762.50	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	11.25	5.16	58.03	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	79.92	1.75	139.86	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	39.96	1.75	69.93	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	2,220.00	2.17	4,817.40	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	2.96	504.00	1,491.84	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	2.96	265.08	784.64	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	2.96	408.80	1,210.05	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	2.96	39.41	116.65	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	2.96	164.81	487.84	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	9,472.00	10.10	95,667.20	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					560,609.29	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					46,717.44	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					84,201.97	

CUADRO N° 1.23: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 5

TRAMO 5 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Yauyos - Ronchas				KM INICIO:	164+905.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria en Solución Básica				KM FINAL:	227+000.00
INCIDENCIA:	48%				LONGITUD:	62.10
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.48	9,314.25	4,511.82	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	3,148.60	9.26	29,156.04	
3	ROCE	M2	65,456.97	0.28	18,327.95	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	32.94	75.52	2,487.67	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	19,637.09	8.07	158,471.33	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	19,637.09	5.65	110,949.57	
7	PARCHADO	M3	66.36	91.88	6,097.41	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	9.20	28.03	257.98	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	39,236.40	7.98	312,910.29	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	871.92	6.51	5,676.20	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	31.00	41.82	1,296.49	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	65,456.97	1.47	96,221.75	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	11.14	112.00	1,247.81	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	18.41	5.16	94.96	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	130.79	1.75	228.88	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	65.39	1.75	114.44	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	3,633.00	2.17	7,883.61	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	4.84	504.00	2,441.38	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	4.84	265.08	1,284.05	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	4.84	408.80	1,980.23	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	4.84	39.41	190.90	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	4.84	164.81	798.34	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	15,500.80	10.10	156,558.08	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					919,187.17	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					76,598.93	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					137,795.38	

CUADRO N° 1.24: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 6

TRAMO 6 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Yauyos - Ronchas				KM INICIO:	227+000.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria en Solución Básica				KM FINAL:	253+000.00
INCIDENCIA:	20%				LONGITUD:	26.00
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.20	3,900.00	790.92	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	1,318.20	9.26	12,206.53	
3	ROCE	M2	27,404.36	0.28	7,673.22	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	13.79	75.52	1,041.49	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	8,221.31	8.07	66,345.97	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	8,221.31	5.65	46,450.40	
7	PARCHADO	M3	27.78	91.88	2,552.76	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	3.85	28.03	108.01	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	16,426.80	7.98	131,003.73	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	365.04	6.51	2,376.41	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	12.98	41.82	542.79	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	27,404.36	1.47	40,284.42	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	4.66	112.00	522.41	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	7.71	5.16	39.76	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	54.76	1.75	95.82	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	27.38	1.75	47.91	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	1,521.00	2.17	3,300.57	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	2.03	504.00	1,022.11	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	2.03	265.08	537.58	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	2.03	408.80	829.05	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	2.03	39.41	79.92	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	2.03	164.81	334.23	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	6,489.60	10.10	65,544.96	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					383,730.97	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					31,977.58	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					57,689.73	

CUADRO N° 1.25: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 7

TRAMO 7 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Yauyos - Ronchas				KM INICIO:	253+000.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria en Solución Básica				KM FINAL:	255+185.00
INCIDENCIA:	2%				LONGITUD:	2.19
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.02	327.75	5.57	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	110.50	9.26	1,023.23	
3	ROCE	M2	2,297.21	0.28	643.22	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	1.16	75.52	87.30	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	689.16	8.07	5,561.55	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	689.16	5.65	3,893.77	
7	PARCHADO	M3	2.33	91.88	213.99	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	0.32	28.03	9.05	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	1,377.00	7.98	10,981.58	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	30.60	6.51	199.21	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	1.09	41.82	45.50	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	2,297.21	1.47	3,376.90	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	0.39	112.00	43.79	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	0.65	5.16	3.33	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	4.59	1.75	8.03	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	2.30	1.75	4.02	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	127.50	2.17	276.68	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	0.17	504.00	85.68	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	0.17	265.08	45.06	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	0.17	408.80	69.50	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	0.17	39.41	6.70	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	0.17	164.81	28.02	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	544.00	10.10	5,494.40	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					32,106.07	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					2,675.51	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					4,835.92	

CUADRO N° 1.26: COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO CON SLURRY SEAL - TRAMO 8

TRAMO 8 - COSTO MENSUAL						
TRAMO:	Tramo Ronchas - Chupaca				KM INICIO:	255+185.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria en Solución Básica				KM FINAL:	273+531.00
INCIDENCIA:	100%				LONGITUD:	18.35
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	1.00	2,751.90	2,751.90	
2	ELIMINACION DE DERRUMBES	M3	800.00	9.26	7,408.00	
3	ROCE	M2	16,610.00	0.28	4,650.80	
4	REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA	M	80.00	75.52	6,041.84	
5	TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO	M	3,200.00	8.07	25,824.00	
6	TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE	M	3,200.00	5.65	18,080.00	
7	PARCHADO	M3	10.00	91.88	918.80	
8	BACHEO DE BERMAS	M3	5.00	28.03	140.15	
9	SELLO CON SLURRY SEAL e=05mm	M2	1,500.00	7.98	11,962.50	
10	ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	M3	60.00	6.51	390.60	
11	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	UNID	30.00	41.82	1,254.60	
12	LIMPIEZA DE CUNETAS	M	16,610.00	1.47	24,416.70	
13	LIMPIEZA DE PUENTES	UNID	2.00	112.00	224.00	
14	REPINTADO DE MUROS	M2	40.00	5.16	206.36	
15	LIMPIEZA DE SEÑALES	UNID	32.00	1.75	56.00	
16	LIMPIEZA DE HITOS	UNID	16.00	1.75	28.00	
17	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	M	200.00	2.17	434.00	
18	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	UNID	4.00	504.00	2,016.00	
19	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	UNID	4.00	265.08	1,060.32	
20	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	UNID	4.00	408.80	1,635.20	
21	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	UNID	4.00	39.41	157.64	
22	REPOSICION DE GUARDAVIAS	UNID	4.00	164.81	659.24	
23	MARCAS DEL PAVIMENTO	M2	4,000.00	10.10	40,400.00	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X AÑO (S/.)					150,716.65	
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					12,559.72	
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					26,268.60	

1.3.5 BENEFICIOS

La conservación de la carretera generará beneficios debido a la elección de la mejor alternativa para el proyecto, los cuales son:

- Mejora de los tiempos y costos de operación generados por los vehículos que transitan por esta vía.
- Disminución de la cantidad de accidentes de tránsito debido a un adecuado mantenimiento.

CUADRO N° 1.27: COSTOS OPERATIVOS VEHICULARES

Costos Operativos Vehiculares (COV)
 (US\$ Veh/Km)

Sin Proyecto Asfaltado Mal Estado*	Slurry Mantenimiento 1o Alternativa	Otta Mantenimiento 2o Alternativa	Macro Mantenimiento 3o Alternativa
0.30	0.24	0.27	0.26
0.41	0.36	0.38	0.37
0.68	0.53	0.61	0.58
0.87	0.77	0.81	0.80
1.29	0.87	1.08	1.02
1.64	1.21	1.43	1.38

*Incluye políticas de optimización (no sólo mantenimiento rutinario) :

1.3.6 SOSTENIBILIDAD

Los factores que pondrían en riesgo la inversión serían que la ejecución y mantenimiento de la obra se realice en época de lluvias, Fenómeno del Niño y/o eventos extremos, lo que dilataría el tiempo de ejecución de la obra.

Con el mejoramiento de la vía vendría un incremento de circulación vehicular, lo que provocaría un vínculo económico entre las regiones de Lima, Junín e Ica; gobiernos que estarían dispuestos a darle la debida importancia para la realización del proyecto.

A continuación se presenta un análisis de sostenibilidad con las alternativas propuestas.

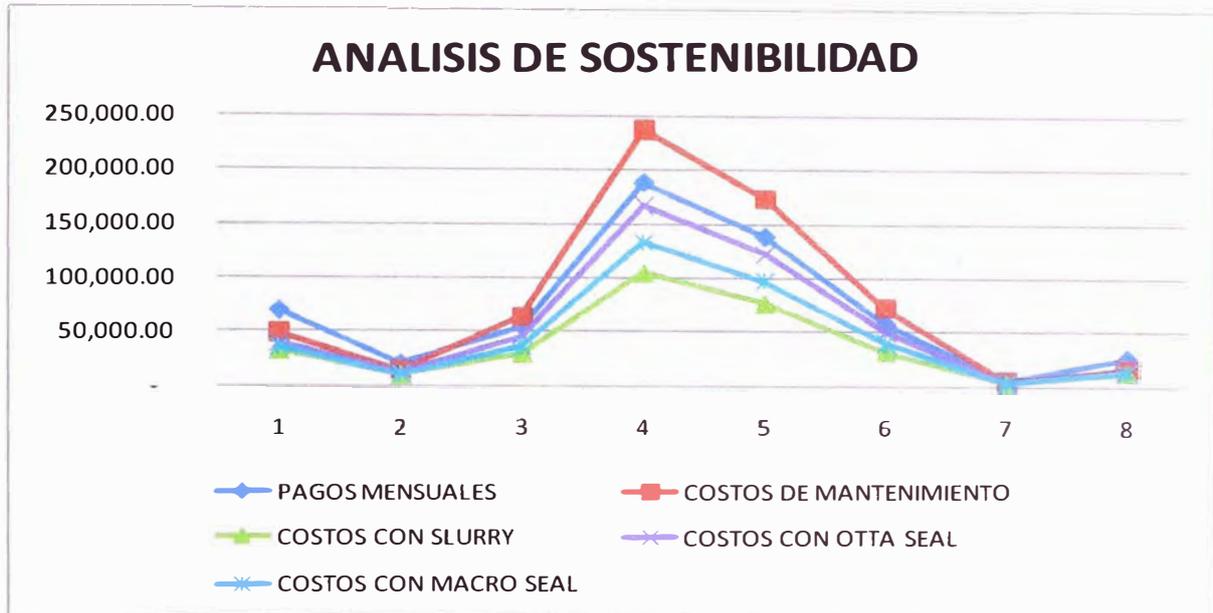
CUADRO N° 1.28: RESUMEN DE COSTOS DE CONSERVACIÓN RUTINARIA

RESUMEN DE COSTOS MENSUALES DE CONSERVACION RUTINARIA

TRAMO	LONGITUD	PAGO MENSUAL S/.	COSTO MANTENIMIENTO RUTINARIO MENSUAL ANTES DE PROPUESTA (S/.)	PROPUESTA DE SLURRY(S/.)	PROPUESTA DE OTTA SEAL(S/.)	PROPUESTA DE MACRO SEAL (S/.)
1	40.95	69,551.45	48,974.01	32,762.76	40,399.51	36,191.46
2	11.91	20,679.13	14,872.20	9,903.21	12,243.99	10,954.16
3	24.14	54,469.17	64,232.11	29,720.77	45,978.27	37,019.96
4	86.10	187,555.76	236,717.50	104,680.35	166,880.04	132,606.38
5	62.10	137,795.38	172,973.34	76,598.93	121,998.72	96,982.24
6	26.00	57,689.73	72,325.91	31,977.58	50,984.76	40,511.30
7	3.99	4,835.92	6,058.15	2,675.51	4,268.81	3,390.86
8	16.54	26,268.60	16,221.53	12,559.72	14,295.35	13,338.97
TOTAL	271.73	558,845.16	632,374.74	300,878.82	457,049.43	370,995.32

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 1.15: ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD – DIAGRAMA 1



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 1.16: ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD – DIAGRAMA 2



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

La evaluación estructural de pavimentos consiste, básicamente en la determinación de la capacidad portante del sistema pavimento-subrasante en una estructura vial existente, en cualquier momento de su vida de servicio, para establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación, cuando el pavimento se acerca al fin de su vida útil o cuando el pavimento va a cambiar su función.

Anteriormente para realizar la evaluación estructural del pavimento se procedía a los ensayos destructivos, llamados así porque implicaban la destrucción del pavimento a través de la perforación de calicatas, teniéndose muestras para el análisis de cada uno de sus componentes (materiales) para posteriormente incorporarlos en el sistema (pavimento), y así poder deducir las características estructurales del pavimento. En la actualidad se emplea la alternativa “no destructiva”, mediante la medición de deflexiones del pavimento, las cuales reflejan una respuesta global del sistema pavimento-subrasante, bajo una carga determinada, sin alterar el equilibrio ni la integridad del pavimento.

2.1.2 DEFLECTOMETRÍA MÉTODO EMPÍRICO CONREVAL

La deflectometría es el estudio de las deformaciones verticales de la superficie del pavimento a consecuencia de la acción de una carga normalizada. Las fallas estructurales fundamentales dependen de la magnitud y frecuencia de las deformaciones recuperables y de la acumulación de las deformaciones permanentes en la estructura bajo la acción de cargas móviles y/o estáticas, por lo que se puede concluir que el criterio para valorar la capacidad estructural se basa en la deformabilidad del pavimento bajo la acción de cargas normalizadas.

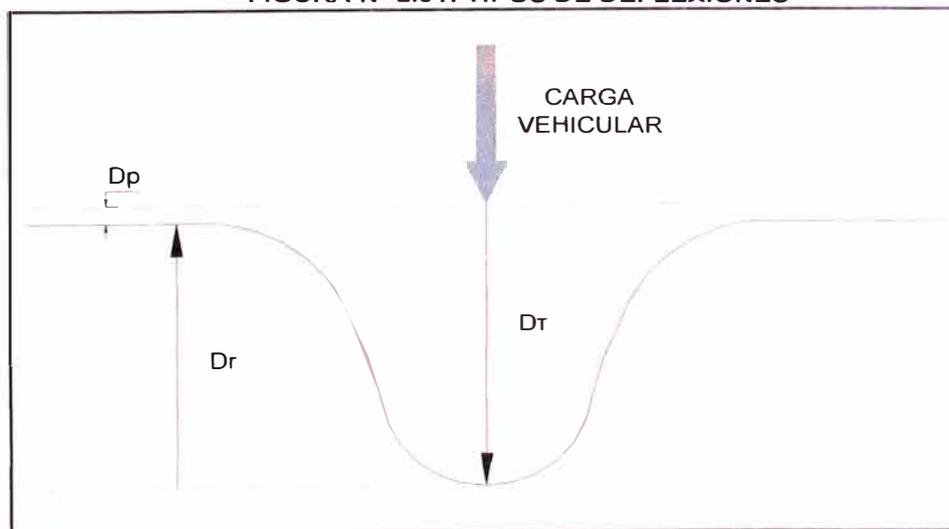
El campo de aplicación de estas mediciones es muy amplio empleándose principalmente para:

- Determinar la vida útil remanente de un pavimento.
- Evaluar estructuralmente pavimentos con miras a su rehabilitación.
- Evaluar los métodos de diseño de pavimentos y control de ejecución de obras.
- Determinar la condición de un pavimento con miras a su conservación.

La deflexión es una medida de carácter elástico, pero intervienen esfuerzos plásticos. Los primeros desaparecen en cuanto se renuevan las cargas mientras que los segundos son permanentes, y su acumulación a través de las reiteraciones de las cargas produce las distorsiones de ahuellamiento en la superficie del pavimento. Por este motivo, se distingue tres tipos de deflexiones:

- Deflexión Total (D_T): Es la deformación vertical puntual de una superficie bajo la acción de una carga.
- Deflexión recuperable o elástica (D_r): Es la recuperación elástica de la superficie que se produce al retirar la carga. Es la que se utiliza para el cálculo del refuerzo del pavimento.
- Deflexión permanente o residual (D_p): Es la diferencia entre la posición original de la superficie antes de aplicar la carga y después de retirarla.

FIGURA N° 2.01: TIPOS DE DEFLEXIONES



Fuente: Estudio CONREVIAL

2.1.3 MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN

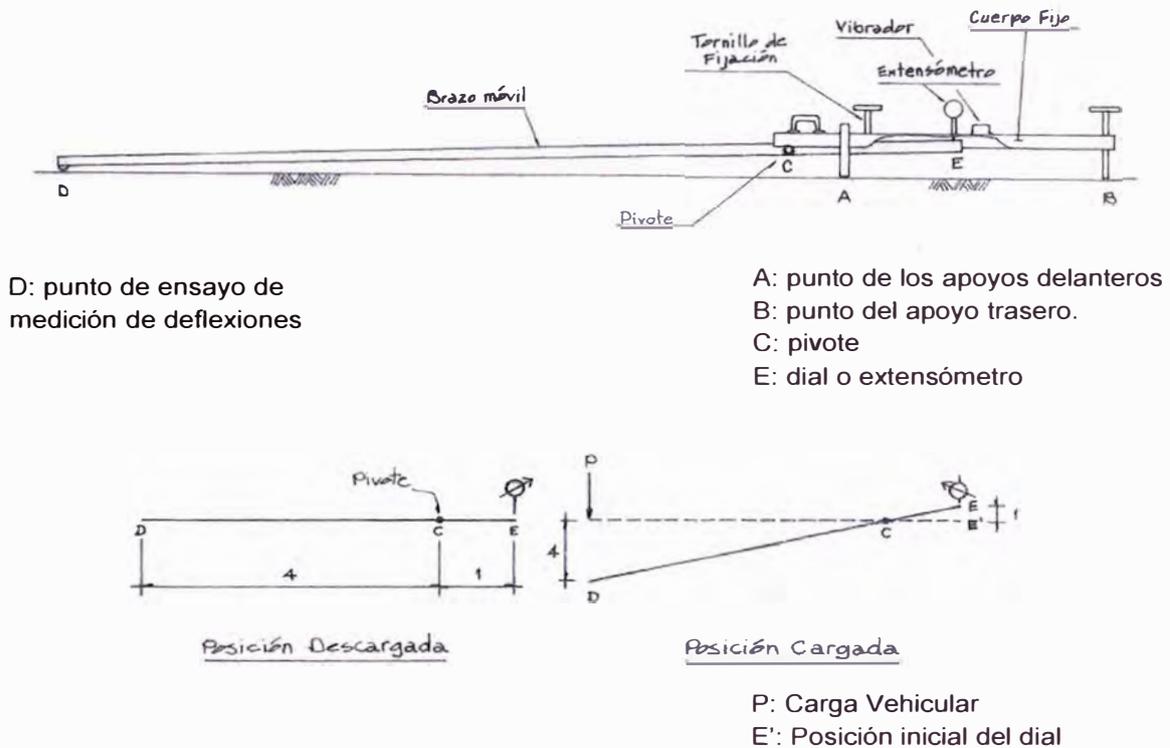
Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible, por acción de cargas vehiculares, pueden ser medidas haciendo uso de deflectómetros tales como el denominado “Viga Benkelman”. Llamado así en honor a Daniel Benkelman, quién la desarrolló en 1955 como parte del programa de ensayos viales de la WASHO (WASHO Road Test). Desde entonces su uso se ha difundido ampliamente en proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles, tanto por su practicidad como por la naturaleza directa y objetiva de los resultados que proporciona.

La Viga Benkelman es un dispositivo mecánico que mide los desplazamientos de un punto de contacto entre las ruedas duales de un camión, bajo el eje de carga, con una determinada presión de inflado en los neumáticos y una carga pre-establecida en el eje; es decir se mide la flecha máxima de la línea de deformación bajo una carga constante. Estas condiciones del ensayo deben ser estandarizadas, por tal motivo se ha adoptado como carga de ensayo un eje de 18,000 libras (8.2 ton.), que constituye la de más amplia y experiencia. Además las llantas de rueda dual se especifican de 10x20, 12 lonas, infladas a una presión de 80 lb/plg² (5.6 kg/cm²)

El deflectómetro Benkelman funciona según el principio de la palanca. Según se esquematiza en la figura 2.02, la viga consta esencialmente de dos partes:

- (1) Un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante 3 apoyos (dos delanteros fijos “A” y uno trasero regulable “B”)
- (2) Un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro o pivote “C”, uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (Punto D) y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical (Punto E). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas.

FIGURA N° 2.02: ESQUEMA Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LA VIGA BENKELMAN



Fuente: Estudio CONREVIAL

El extremo ubicado en el punto D llamado también “punta de la viga” va colocado en el espacio que existe entre uno de los dos pares de llantas del eje trasero del camión que lleva una carga estándar. El peso aplicado produce una deformación del pavimento que hace que la punta de la viga descienda una cierta distancia medida en milímetros, con respecto al nivel de la superficie. A causa de este accionar el brazo móvil DE gira en torno al punto fijo “C” y con respecto al cuerpo fijo AB, determinando que el extremo “E” produzca un movimiento vertical en el vástago del extensómetro que va apoyado en AB, generando así una lectura en el dial. Si se retiran luego las llantas cargadas, el pavimento en el punto D se recupera por el comportamiento elástico de las capas inferiores y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial del extensómetro.

Con las dos lecturas obtenidas es posible determinar cuánto deflectó el pavimento en el lugar subyacente al punto D de la viga, durante el procedimiento anteriormente descrito. Es de especial énfasis aclarar que en realidad lo que se

mide es la recuperación del pavimento en el punto D al remover la carga (rebote elástico), y no la deformación al colocar ésta. Para calcular la deflexión se debe considerar la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el extensiómetro (“E”) no están a escala real sino que dependen de la relación de medidas de los brazos de la viga.

2.1.4 CORRECIÓN DE DEFLEXIONES

- POR TEMPERATURA

En un pavimento dado, la magnitud de la deflexión aumenta con un incremento en la temperatura de la capa asfáltica. Esto se atribuye a una menor rigidez de las mezclas bituminosas, por lo que el efecto dependerá del espesor de dichas capas y de la rigidez de las capas subyacentes.

Si las carpetas asfálticas son de espesor grueso, se especifica que el rango de temperatura para la ejecución de los ensayos, esté entre 5 a 30 °C, con la finalidad de que no se produzcan deformaciones plásticas considerables; y para el caso de tratamiento superficiales bituminosos dicho rango se ha ampliado hasta 38 °C, y en virtud al escaso aporte estructural de los mismos, CONREVIAl considera no necesario efectuar corrección por temperatura.

A fin de referir todas las deflexiones a una temperatura estándar de 20°C, las deflexiones medidas en campo se deben corregir y llevarlas a dicha temperatura, aplicando la siguiente fórmula:

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{1 + 10^{-3} \left(\frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} \right) \times e \times (T - 20^{\circ}\text{C})}$$

Donde:

D_t = Deflexión recuperable, medida a la temperatura $t(^{\circ}\text{C})$ en centésimas de mm.

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

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

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

- POR ESTACIONALIDAD

La deflexión de un pavimento varía a través del año a lo largo de los ciclos estacionales, por lo tanto, es deseable realizar la medición de deflexiones durante la estación de lluvias, definido como el período más crítico del año. De no ser así, se debe efectuar la corrección en las medidas a fin de tomar en cuenta dicho aspecto. El cuadro N°2.01 indica los factores de corrección para diferentes tipos de suelos para estación seca y lluviosa.

CUADRO N° 2.01: CORRECCIÓN DE MEDIDAS POR ESTACIONALIDAD

Tipo del suelo de subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Suelos arenosos-permeables	1.0	1.1 - 1.3
Suelos arcillosos sensibles al agua	1.0	1.2 - 1.4

Fuente: Estudio CONREVIAl

2.1.5 OBTENCIÓN DEL RADIO DE CURVATURA

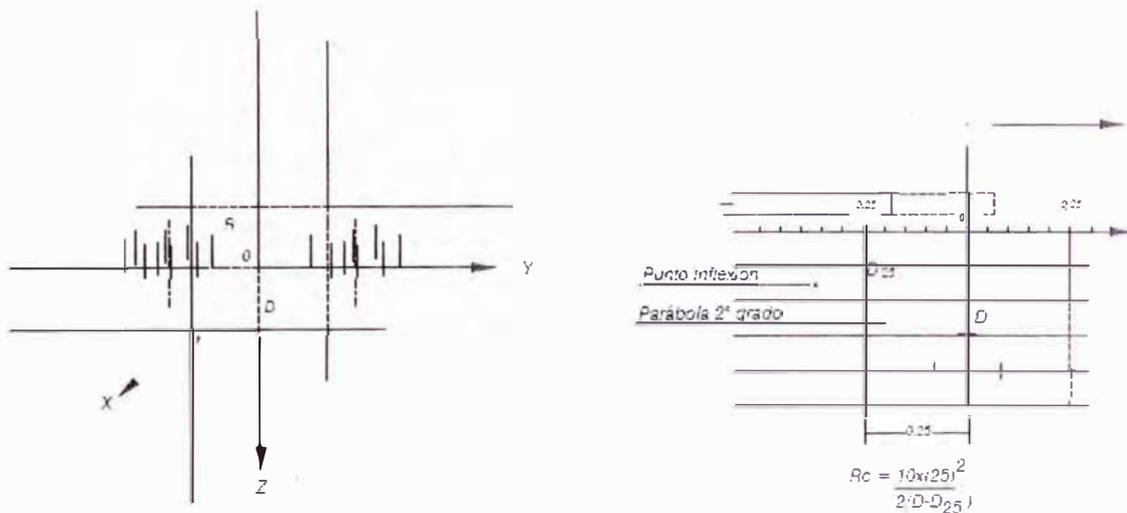
El grado de curvatura de la línea elástica de deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas del pavimento al flexionar bajo las cargas de tránsito, y en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento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

El radio de curvatura depende principalmente de los módulos de elasticidad de las capas superiores y muy pocos de las inferiores del pavimento, así se podrán diferenciar dos casos límites:

- Si la mayor parte de la deflexión se produce en la subrasante, se obtendrán grandes radios de curvatura (en relación con la magnitud de la deflexión).
- Si la mayor parte ocurre en las capas superiores, situación indicativa de la deficiente calidad de éstas, se obtendrán pequeños radios de curvatura aún a veces con deflexiones tolerables.

El método más razonable para determinar el radio de curvatura fue ideado en Francia, el cual se considera que la línea de deflexión se aproxima a una parábola hasta una distancia algo mayor de 25cm. del eje de carga, para luego sufrir una inflexión y tender asintóticamente hacia la horizontal. La curvatura de la parábola queda definida por su parámetro, que en la zona de máxima curvatura se confunde prácticamente con el radio del círculo osculador en dicho punto, es decir exactamente bajo el centro del eje de la rueda cargada.

FIGURA N° 2.03: ESQUEMA CONCEPTUAL DEL RADIO DE CURVATURA



Fuente: Estudio CONREVI AL

Por lo tanto se puede determinar el radio de curvatura con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{10 \times 25^2}{2(D_0 - D_{25})} = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

R = Radio de curvatura en metros

D_0 = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en centésimas de mm.

D_{25} = Deflexión a 25cm. del punto de deflexión máxima en centésimas de mm.

10 = Coeficiente por cambio de unidades

2.1.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS DEFLEXIONES

Los estudios de deflexiones recuperables, han demostrado que las deflexiones, presentan una distribución de frecuencias, que se asemeja a la distribución normal.

- DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA

La deflexión característica es un parámetro estadístico empleado para la caracterización representativa de la magnitud de deformación de los pavimentos. Para su determinación es necesario contar con una base de datos de deflexiones máximas (D_0), del tramo que se requiere evaluar, y establecer los parámetros estadísticos de dicho datos.

La deflexión característica (D_c), se define con conceptos de la estadística clásica, y se representa mediante siguiente expresión:

$$D_c = D_{prom} + t \sigma$$

Donde:

D_c = Deflexión característica

D_{prom} = Deflexión promedio de los valores individuales de D_0 corregidos por temperatura y estacionalidad

σ = Desviación estándar

t = Coeficiente de variación, que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica D_c .

En el estudio de CONREVIAl se utiliza un valor $t=1.645$ que corresponde al 95%, lo que equivale a considerar que, sólo un 5% del área total del pavimento, tendrá deflexiones mayores a D_c .

En el siguiente cuadro N° 2.02 se indican los valores más frecuentes:

CUADRO N° 2.02: VALORES DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Valor de Diseño (%)	Deflexión Característica	Extensión del pavimento con $D > D_c$ (%)	Método que considera
50	σ	50	
75	$D_p + 0.674\sigma$	25	
85	$D_p + \sigma$	15	
90	$D_p + 1.30\sigma$	10	
95	$D_p + 1.645\sigma$	5	Ing. Ruiz en Argentina
98	$D_p + 2\sigma$	2	Instituto de Asfalto en Canadá
99	$D_p + 2.33\sigma$	1	
99.9	$D_p + 3\sigma$	0.1	

Fuente: Estudio Definitivo para el Mantenimiento Periódico de la Carretera Panamericana Sur
Tramo: Puente Santa Rosa - Puente Montalvo

El criterio expuesto es conducente a obtener la deflexión característica del tramo que sea representativo de las condiciones críticas del pavimento y cuyo valor, al estar calculado en base a la deflexión media más 1.645 veces la desviación estándar, hace que, si el histograma de los valores individuales sigue una ley de distribución normal, el 95% de los valores individuales sea inferior a la deflexión característica.

- DEFLEXIÓN ADMISIBLE

La deflexión admisible, es un parámetro definido en función al tránsito de diseño, que establece un límite para la deflexión característica, por encima del cual no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura, durante el período considerado. La expresión analítica que define este parámetro es según la metodología del Dr. C. Ruiz (Argentina):

$$D_a = \left(\frac{1.15}{N_{18}} \right)^{1/4}$$

Donde:

D_a = Deflexión admisible inicial (en mm)

N_{18} = Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton en el período de diseño (en millones).

La determinación del número de ejes equivalentes soportados se detalla en el ANEXO 02 del presente informe, el cual sigue las normas establecidas en el manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito del MTC.

2.1.7 JUICIO DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Mediante el análisis de los resultados obtenidos se llega a establecer la capacidad estructural actual del pavimento en relación al tránsito que debe soportar la calzada; a la vez se determinará los siguientes factores:

- a) La necesidad y tipo de rehabilitación requerida de acuerdo a tres situaciones representativas que se resumen en:
 - Estructura adecuada, requiere mejora superficial.
 - Estructura de fatiga, requiere un refuerzo estructural.
 - Estructura deficiente, requiere reconstrucción parcial o total.
- b) El parámetro determinante y/o método que se empleará para el diseño de las obras de rehabilitación.
- c) La estimación de la vida útil remanente o residual de la estructura del pavimento.

Según la metodología propuesta a partir del estudio Conrevial, se adopta un criterio racional combinando tres factores principales:

- La apariencia de la superficie en relación a la observación de fallas (particularmente de carácter estructural) de acuerdo a los resultados de la inspección visual.

- La deflexión recuperable del pavimento, como parámetro indicativo de la respuesta mecánica del mismo, complementando con el radio de curvatura de la deflexión.
- La estructura del pavimento, determinado en base a los sondeos y antecedentes disponibles, que implica una compleja relación entre espesores y calidad de las capas del pavimento, calidad del suelo de la subrasante, drenaje, etc.

Para la relación de estos parámetros y la diferenciación de casos típicos fundamentales que se relacionen con las distintas soluciones posibles se ha adoptado el procedimiento propuesto por el Ing. Ruiz en el "Manual para el Proyecto de Obras de Mejoramiento de Pavimentos flexibles" (1972, Argentina)

El cuadro N° 2.03 es una adaptación del propuesto en el citado manual para la definición de casos típicos, los cuales se describen a continuación:

- **Primer Caso**

Se caracteriza porque la deflexión característica D_c es superior a la tolerable para el tránsito actual o futuro previsto y por no presentar fallas estructurales generalizadas. Se trata de pavimentos infradiseñados que necesitan con urgencia un refuerzo estructural para resistir el tránsito futuro, sin esperar que el deterioro que se producirá agrave en elevada proporción la capacidad estructural que posee en el presente.

Debe prestarse especial atención que no exista inmediatamente debajo de la capa asfáltica un cierto espesor de capa de base degradada y/o con elevado contenido de humedad. En forma no destructiva la presencia de esta zona débil puede ser detectada a través de reducidos valores del radio de curvatura en relación a la deflexión. Así también, causas externas al propio pavimento son responsables de las altas deflexiones medidas, lo recomendable en estas situaciones es eliminar primero la causa motivante, y una vez estabilizada la condición, llevar a cabo nuevamente la auscultación deflectométrica.

- Segundo Caso

La característica que lo diferencia del primero es la generalización del desarrollo de fallas estructurales, que obedecen a causas ajenas a la presencia de un espesor de base débil, inmediatamente debajo de la capa asfáltica; es decir que concurren los resultados de los tres parámetros considerados.

Es el paso avanzado del primer caso cuando no se ha tomado a tiempo las medidas necesarias. Las deflexiones son empleadas para el cálculo de refuerzo. Sin embargo para valores excesivamente altos se recomienda verificar el refuerzo calculado en base a métodos de diseño racionales.

- Tercer Caso

Está caracterizado por la presencia de una capa débil subyacente a la asfáltica, que determina que la deformación de esta última bajo cargas no encuentre apoyo suficiente y sea mayor que la que correspondería en ausencia del espesor débil.

El origen de fallas por fatiga (agrietamiento, fisuras tipo cuero de cocodrilo) observadas deriva en este caso de la interrelación entre los espesores de las capas asfálticas, radio de curvatura de la línea de deflexión y deformación por tracción de las mismas al flexionar repetidamente bajo cargas. Para determinado material de la capa superficial asfáltica, carga y espesor, la deformación por tracción al flexionar es inversamente proporcional al radio de curvatura; de ahí que cuando la curvatura es marcada se alcancen valores críticos de deformación, que por repetición llevan al fisuramiento.

En este caso los radios de curvatura de la línea de deflexión son reducidos y el desarrollo de fisuramiento es posible aún con deflexiones tolerables, cuando la estructura total puede defender adecuadamente a la fundación, pero la base no presta el necesario apoyo.

- **Cuarto Caso**

Este caso se estima poco probable para los pavimentos del Perú, ya que se trata generalmente de antiguos pavimentos reforzados con grandes espesores asfálticos que evitan fallas por fatiga, pero que no compensan la debilidad de la fundación primitiva, por lo que se observan deformaciones permanentes que afectan toda la estructura (no atribuidas a las capas asfálticas)

- **Quinto Caso**

En este caso no se observan signos de degradación estructural, las deflexiones son inferiores a la tolerable y la estructura del pavimento no revela infradiseño. Los parámetros resultan concurrentes, la capacidad estructural del pavimento es satisfactoria por lo que la rehabilitación se limitará a una corrección de las deficiencias superficiales que se observen en la superficie de rodadura.

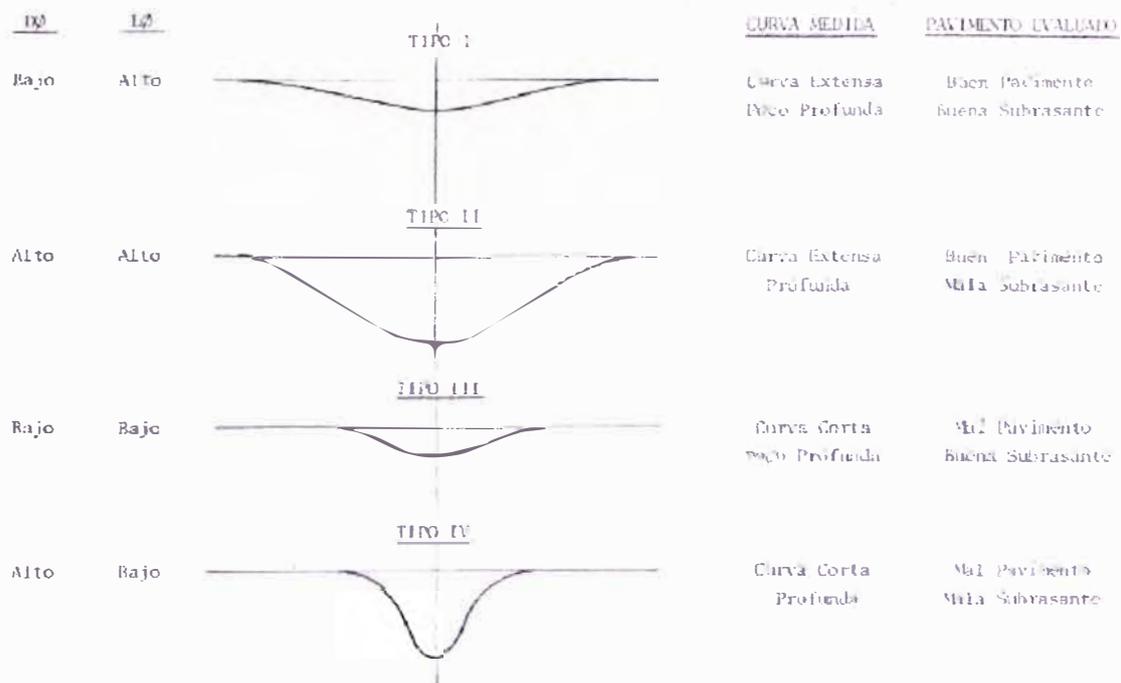
CUADRO N° 2.03: ANÁLISIS COMBINADO DE LOS RESULTADOS DE EVALUACIÓN

DEFLECTOMETRÍA	ESTADO VISUAL	ESTADO ESTRUCTURAL	RECOMENDACIÓN
<p>La deflexión característica es superior a la admisible. Los radios de curvatura son elevados o aceptables (en relación a la estructura.</p> <p>Dc > Da</p> <p>Rc +</p>	<p>No hay fallas de origen estructural</p>	<p>Estructura infradiseñada, que necesita con urgencia un refuerzo estructural para resistir el tránsito futuro. Es necesario realizar perforaciones que avalen los espesores, naturaleza y estado de las capas. La capacidad portante de las capas decrece en profundidad. (No existe capa débil inmediatamente debajo capa asfáltica.</p>	<p>Examinar fecha y tipo de las últimas obras ejecutadas, para justificar estado del pavimento.... 1CASO.</p>
	<p>Hay fallas de origen estructural generalizadas a causa ajenas a la presencia de un espesor de base débil.</p>	<p>perforaciones que avalen los espesores, naturaleza y estado de las capas. La capacidad portante de las capas decrece en profundidad. (No existe capa débil inmediatamente debajo capa asfáltica.</p>	<p>Hay acuerdo entre todas las variables.</p> <p>a) Las deflexiones son empleadas para el cálculo de refuerzo. b) Para deflexiones muy fuertes analizar económicamente reconstrucción. Verificar refuerzo con métodos diseño.....2ºCASO</p>
<p>La deflexión característica es superior a la admisible. Los radios de curvatura son pequeños (aún para deflexiones reducidas).</p> <p>Dc > Da</p> <p>Rc -</p>		<p>Existe una capa débil inmediatamente debajo de las capas asfálticas (Relación entre módulos de elasticidad menor de 1). Las fallas por fatiga (agrietamiento, fisuras, tipo cuero de cocodrilo) observadas derivan de este caso.</p>	<p>Se trata de neutralizar el efecto de la capa que falla, ya sea por reconstrucción parcial, o refuerzo. No es conveniente emplear la deflexión ya que puede no ser representativa. 3ºCASO</p>
<p>La deflexión característica es inferior a la admisible. Los radios de curvatura son reducidos.</p> <p>Dc < Da</p> <p>Rc -</p>	<p>Hay fallas de origen estructural por fatiga (Fisuras tipo piel de cocodrilo).</p>	<p>Existe una capa débil inmediatamente debajo de las capas asfálticas.</p>	<p>Analizar fecha de mediciones y tipo estructura. Neutralizar el efecto de la capa débil (reconstrucción o refuerzo). De ninguna manera se pueden considerar las deflexiones para el proyecto; emplear métodos de diseño 3ºCASO</p>
<p>La deflexión característica es inferior a la admisible.</p> <p>Dc < Da</p>	<p>Hay fallas de origen estructural: deformaciones permanentes de la fundación</p>	<p>Estructura degradada no adecuada para fundación.</p>	<p>Evaluar aporte estructural de la calzada existente (reconstrucción o refuerzo). La deflexión no es representativa.....4ºCASO</p>
	<p>No hay fallas de origen estructural.</p>	<p>Estructura bien diseñada.</p>	<p>Corregir fallas de origen superficial, las soluciones dependerán de los defectos observados y sus causas. Mejora superficial...5ºCASO.</p>

Fuente: José Wilfredo Gutiérrez L, Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú, Lima Perú, 2007

Se puede entender aun más el significado de las deflexiones ocurridas en el pavimento graficando la curva de deformación para cada punto de ensayo con la Viga Benkelman. En la figura N°2.04 se muestra las relaciones entre la forma de la curva y la calidad del pavimento y la subrasante.

FIGURA N° 2.04: RELACIÓN CUANTITATIVA ENTRE LA DEFORMADA Y LA CALIDAD DEL PAVIMENTO.



Fuente: Estudio CONREVIAL

En síntesis se considerará que el pavimento sujeto de evaluación tiene la capacidad estructural adecuada para resistir los esfuerzos del tráfico de diseño, para las condiciones de resistencia del suelo, si se cumple que la deflexión característica es menor que la deflexión admisible ($D_c < D_a$).

Además el comportamiento estructural del pavimento evaluado se calificará como satisfactorio, si se cumple que los valores de radio de curvatura calculados son mayores de 100m ($R_{ci} > 100m$.)

La deflexión admisible es un parámetro dirimente dentro del análisis empírico y el radio de curvatura es un valor referencial de la condición actual del pavimento.

2.1.8 ESPESOR DE REFUERZO

Sabiendo que para la determinación de los espesores de refuerzo, se utiliza el método de reducción de las deflexiones con varias fórmulas que propone el documento CONREVIAl, se puede indicar que este método se basa sobre la reducción de la elongación vertical sobre la subrasante provista por una capa adicional de carpeta asfáltica de espesor “h”. Ella sola es utilizable, si esta elongación es representativa del modo de ruptura del pavimento y de su daño, es decir, solamente en el caso de pavimentos flexibles con pocos espesores de carpeta asfáltica que continúan flexibles después del refuerzo. Es el caso de la mayoría de las carreteras en su primera rehabilitación.

Para el cálculo del espesor de refuerzo, en los casos 1° y 2°, se emplea la Fórmula de Ruiz (Argentina), cuya expresión es:

$$h = \frac{R}{0.434} \log \frac{D_0}{D_h}$$

Donde:

h = Espesor de refuerzo (cm)

D₀ = Deflexión característica antes del refuerzo (1/100 mm.)

D_h = Deflexión característica luego del refuerzo (1/100 mm.); (Deflexión admisible de diseño)

R = Coeficiente con dimensiones de un espesor

El valor de “R”, expresa la capacidad del material de refuerzo para reducir la deflexión del pavimento subyacente. Depende del material de refuerzo y de la rigidez relativa entre pavimento existente – refuerzo.

El espesor de refuerzo se determinará con la fórmula ya mencionada; utilizando 18 como valor del coeficiente R, recomendado por CONREVIAl, para los espesores de refuerzo del orden de 5 y las deflexiones características vecinas a 0.70 mm. Para el empleo de mezclas asfálticas de tipo superior como material de refuerzo, se recomienda considerar el valor de “R” mostrado en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 2.04: VALORES RECOMENDADOS PARA R

Deflexion Característica antes del refuerzo en (0.01 mm)	Espesor de refuerzo "h"			
	5	10	15	20
50	20	21.5	(23)	(24.5)
70	18	19.5	21	22.5
90	17	18	19.5	21
120	15	16.5	18	19.5
150	13.5	15	16.5	18
170	13	14.5	16	17.5
200	12	13.5	15	16.5

Fuente: Estudio CONREVIAL

Para los casos 3° y 4°, se emplearán métodos racionales para diseño de pavimentos, como por ejemplo el método AASHTO.

2.2 APLICACIÓN AL TRAMO KM. 106+000 AL KM. 108+000

2.2.1 RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAMPO

En la visita realizada a la carretera en estudio, se recopiló las mediciones de deflexiones recuperables con la Viga Benkelman, teniendo la relación de brazos de 3.99:1 para el brazo largo y de 4.01:1 para el brazo corto y un dial de precisión de 0.01 mm. Adicionalmente se midió la temperatura, espesor de la carpeta de rodadura y el ahuellamiento en cada estación de ensayo. Esta recopilación de datos se realizó en hojas cuyo formato se detalla a continuación:

FIGURA Nº 2.05: FORMATO DE HOJAS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAMPO

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN

SECTOR : CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA
TRAMO : Km. 106+000 - Km. 108+000
FECHA : 15/05/2010
CARRIL : Derecho

RESPONSABLE : UNI
OPERADOR : UNI

SUPERFICIE : Monocapa
CARGA EJE : 8200 Kg.
PRESION : 80 PSI
R. BRAZOS : 1 a 4

N°	Progresiva (km)	Lecturas de Campo Brazo Largo (10 ⁻² mm)				L.C.B. Corto	Espesor (mm)	Ahuellamiento (mm)	Temp. (°C)	Ancho (m)
		L ₂₅	L ₅₀	L ₇₀	L _{máx}	L _{máx}				

Fuente: Elaboración Propia

La base de datos de la recopilación de medidas de deflexiones en campo, se detalla en el ANEXO 05 del presente informe.

2.2.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos de medición de deflexiones, se realizó con la teoría descrita anteriormente, con la cual se obtuvo las deflexiones corregidas y el radio de curvatura en cada estación de ensayo, estos cálculos se realizaron en hojas cuyo formato se detalla a continuación:

FIGURA N° 2.06: FORMATO DE HOJAS PARA PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLEXIONES

SECTOR : CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA
TRAMO : Km. 106+000 - Km. 108+000
FECHA : 15/05/2010
CARRIL : Derecho

SUPERFICIE : Monocapa
R. BRAZO LARGO : 3.99
R. BRAZO CORTO : 4.01
DIAL : 0.01 mm

N°	Progresiva (km)	Lecturas de Campo (10 ⁻² mm)		Lecturas de Campo x Factor del dial (2) (10 ⁻² mm)		Deflexiones sin Corregir (10 ⁻² mm)		Espesor (mm)	Ahuellamiento (mm)	Temp (°C)	RESULTADOS DEFLECTOMÉTRICOS		Radio Curvatura (m)
		L ₂₅	L _{máx}	L ₂₅	L _{máx}	D ₂₅	D _{máx}				Deflexiones Corregidas		
											D ₂₅ x 10 ² mm	D ₀ x 10 ² mm	

Fuente: Elaboración Propia

Los datos procesados, se detallan en el ANEXO 06 del presente informe.

Con los datos de deflexiones corregidas calculadas, se realizó el gráfico del deflectograma. Posteriormente se calculó la deflexión característica, deflexión admisible y el radio de curvatura promedio. Para una mayor comprensión se cita a continuación los pasos a seguir para el procesamiento de datos de medición de deflexiones recuperables.

Paso 1.-

Se determinan las deflexiones elásticas recuperables D_0 y D_{25} para cada estación, considerando las lecturas máximas que corresponden al brazo largo y corto de la viga Benkelman.

Paso 2.-

Considerando que la relación de brazos es de 3.99:1 para el brazo largo y de 4.01:1 para el brazo corto, las lecturas de deflexiones recuperables de campo D_0 y D_{25} se deberán multiplicar por estos factores de relación respectivamente.

Paso 3.-

Dado que el tramo evaluado presentaba cambios de temperatura y espesor variable, se realizará la corrección por temperatura a las deflexiones obtenidas en el paso 2, mediante la siguiente expresión:

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{1 + 10^{-3} \left(\frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} \right) \times e \times (T - 20^{\circ}\text{C})}$$

Donde:

D_t = Deflexión recuperable, medida a la temperatura $t(^{\circ}\text{C})$ en centésimas de mm.

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

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

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

Paso 4.-

Dado que el ensayo fue realizado en una estación seca, se aplicará la corrección por estacionalidad a las deflexiones obtenidas en el paso 3, multiplicándolas por el factor 1.1, según lo que se indica en el cuadro N° 2.01

Paso 5.-

Se grafica el deflectograma (Ver ANEXO 09) con los datos de Estaciones vs. Deflexiones corregidas (D_0)

Paso 6.-

Se calcula la deflexión característica para el tramo en estudio, mediante análisis estadísticos (Ver ANEXO 07).

Paso 7.-

Se calcula el Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño (N_{18}), para posteriormente obtener los valores de las deflexiones admisibles, mediante la siguiente expresión:

$$Da = \left(\frac{1.15}{N_{18}} \right)^{1/4}$$

Donde:

D_a = Deflexión admisible inicial (en mm)

N_{18} = Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton en el período de diseño (en millones).

Los cálculos de los N_{18} y la deflexión admisible se detallan en los ANEXO 03 y ANEXO 04.

Paso 8.-

Se calcula de Radio de curvatura mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{10 \times 25^2}{2(D_0 - D_{25})} = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

R = Radio de curvatura en metros

D_0 = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en centésimas de mm.

D_{25} = Deflexión a 25cm. del punto de deflexión máxima en centésimas de mm.

10 = Coeficiente por cambio de unidades

Se calcula el radio de curvatura para cada estación de todo el tramo evaluado y luego se calcula el radio de curvatura promedio (R_{cp}) de dicho tramo, ver ANEXO 06 y ANEXO 07.

El desarrollo completo paso a paso del procesamiento de datos, para la evaluación estructural se presenta en los ANEXOS.

2.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos, se realiza el juicio de la capacidad estructural del pavimento, considerando un comportamiento estructural adecuado si se cumple los siguientes criterios:

- a) El valor de la deflexión característica es menor que la deflexión admisible ($D_c < D_a$).

CUADRO N° 2.05: RESUMEN DE VALORES DE DEFLEXIONES

Descripción	n (años)	Carretera Cañete - Yauyos - Chupaca
SECTOR		I
PROGRESIVA INICIAL		106+000
PROGRESIVA FINAL		108+000
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (x 10⁻² mm)		99.87
DEFLEXIÓN ADMISIBLE (x 10⁻² mm)	1	268.67
	2	224.91
	3	202.31
	5	176.43

Fuente: Elaboración Propia

- b) Los valores de radio de curvatura calculados son mayores de 100m. ($R_{ci} > 100m.$)

CUADRO N° 2.06: RESUMEN DE VALORES DE RADIOS DE CURVATURA

Radio Curvatura (m)	Condición $R_{ci} > 100m$
103.75	Cumple
182.06	Cumple
241.56	Cumple
365.41	Cumple
120.49	Cumple
241.47	Cumple
71.88	No cumple
243.47	Cumple
364.28	Cumple
377.23	Cumple
145.07	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo el valor de radio de curvatura promedio obtenido es igual a $R_{cp} = 223.33m$, mayor a 100m.

De acuerdo a los cuadros anteriores, se describe a continuación con respecto a la evaluación del comportamiento estructural del pavimento:

- Para un período de evaluación de 1 año, la deflexión característica ($D_c = 99.87 \times 10^{-2} \text{ mm}$) es menor que la deflexión admisible ($D_a = 268.67 \times 10^{-2} \text{ mm}$), por lo tanto se considera que la capacidad estructural del pavimento tendrá un comportamiento adecuado, además el radio de curvatura promedio tiene un valor de $R_{cp} = 223.33m$, mayor a 100m, por lo tanto se considera que el comportamiento estructural del pavimento en estudio es satisfactorio.
- Para un período de evaluación de 2 años, se tiene que la deflexión característica ($D_c = 99.87 \times 10^{-2} \text{ mm}$) es menor que la deflexión admisible ($D_a = 224.91 \times 10^{-2} \text{ mm}$), por lo tanto se considera que la capacidad estructural del pavimento tendrá un comportamiento adecuado.
- Para un período de evaluación de 3 años, se tiene que la deflexión característica ($D_c = 99.87 \times 10^{-2} \text{ mm}$) es menor que la deflexión admisible ($D_a = 202.31 \times 10^{-2} \text{ mm}$), por lo tanto se considera que la capacidad estructural del pavimento tendrá un comportamiento adecuado.
- Para un período de evaluación de 5 años, se tiene que la deflexión característica ($D_c = 99.87 \times 10^{-2} \text{ mm}$) es mayor que la deflexión admisible ($D_a = 176.43 \times 10^{-2} \text{ mm}$), por lo tanto se considera que la capacidad estructural del pavimento tendrá un comportamiento adecuado.

2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Según el análisis de los resultados obtenidos, se determina que la capacidad estructural del pavimento es adecuada para los distintos años de evaluación, por lo que se concluye que para el periodo máximo de evaluación de 5 años no se tendrá que realizarse trabajos de mantenimiento.

Por otro lado siguiendo el criterio de la apariencia de la superficie en relación a la observación de fallas (particularmente de carácter estructural), de acuerdo a la inspección visual, se puede determinar que sólo existen fallas de origen superficial. Las soluciones para corregir las deficiencias superficiales dependerán de los defectos observados y sus causas, así como:

- Tratamiento de fisuras con sello elastomérico.
- Sellado de pequeños huecos, aparentemente a causa por disgregación de la mezcla asfáltica, y que pueden crecer rápidamente por presencia de agua acumulada en dicha área.

Dichas fallas se pueden apreciar en el Panel Fotográfico presentado en el ANEXO 11.

CONCLUSIONES

- Según los valores obtenidos de pequeñas deflexiones ($D_p = 60.57 \times 10^{-2}$ mm) y altos radios de curvatura ($R_{cp} = 223.33$ m) se concluye que las condiciones actuales del pavimento y subrasante son buenas.
- Al procesar los datos de campo se obtuvieron valores del factor de corrección por temperatura, que se aproximan a uno, por lo que se concluye que la temperatura tiene una influencia mínima, para espesores de carpeta de rodadura con tratamiento superficial (Surry Seal, Monocapa).
- Se han obtenido valores de deflexión característica menores a las deflexiones admisibles para distintos años de evaluación, por lo que se concluye que para este periodo máximo el pavimento tendrá un comportamiento estructural adecuado, y por lo mismo no se necesitará realizar obras de rehabilitación de la vía.
- Es importante considerar además del criterio de deflexiones y radio de curvatura, la inspección visual de la superficie del pavimento, criterio que ayudará a reconocer las fallas existentes de origen superficial y estructural y así poder determinar un adecuado juicio sobre la capacidad estructural de la vía.
- La ejecución de este método demuestra su confiabilidad para determinar la evaluación estructural de un pavimento, ya que se ha verificado una clara correspondencia entre la deflexión y condición del pavimento. Por lo que se concluye que mediante este método es posible llevar un adecuado control en la evaluación de carreteras, teniendo en cuenta la realidad de los recursos económicos y técnicos de nuestro país.

RECOMENDACIONES

- Debido a los resultados obtenidos, se recomienda no realizar la corrección por temperatura, si los pavimentos están compuestos de tratamiento superficial o mezclas asfálticas de espesores mínimos, ya que su módulo de rigidez es sensible a los cambios de temperatura.
- Habiendo observado fallas en el pavimento de origen superficial como pequeños huecos y fisuras, se recomienda realizar trabajos de conservación o mantenimiento periódico para corregir dichas deficiencias, con la finalidad de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores.
- Se recomienda realizar el ensayo de deflectometría con la Viga Benkelman en épocas de lluvia (enero a marzo), ya que en éste período el comportamiento estructural del pavimento es crítico, y por lo cual se puede llegar a determinar el comportamiento estructural del pavimento, adecuado a la realidad.
- Se recomienda identificar factores externos al pavimento (por ejemplo un inadecuado sistema de drenaje), que serían la causa de la obtención de medidas altas de deflexiones; así teniendo en cuenta estos factores se podrá establecer un adecuado juicio estructural del pavimento.
- Se recomienda realizar actividades de conservación rutinaria en obras de drenaje (Limpieza en alcantarilla obstruida, ubicada en el Km.107+690) y en zonas laterales (estabilización de taludes mediante remoción de fragmentos de roca sueltos, en el Km. 106+020), ya que se ha observado estas condiciones inadecuadas que podrían afectar la transitabilidad de la vía.

BIBLIOGRAFÍA

- Consorcio de Rehabilitación Vial, “Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País”, Perú-1982.
- [http://www.copaing.com.pe/SEMINARIO INTERNACIONAL 2001 Arequipa](http://www.copaing.com.pe/SEMINARIO_INTERNACIONAL_2001_Arequipa). Evaluación estructural de pavimentos flexibles con deflectómetro Benkelman.
- <http://www.tede.ufsc.br>. Estudio comparativo entre medidas de deflexión con Viga Benkelman.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual para la Conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito”
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Estudios de Preinversión a Nivel de Perfil para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná-Yauyos-Chupaca”, abril-2004.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Estudios de Preinversión a Nivel de Factibilidad Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cañete- Huancayo, Ruta 22. Tramo: Lunahuaná-Dv. Yauyos-Chupaca”, agosto-2005.

ANEXOS

ANEXO 01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 02

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

ANEXO 03

DETERMINACIÓN DEL TRAFICO ACTUAL

ANEXO 04

CÁLCULO DE N18 Y DEFLEXIÓN ADMISIBLE

ANEXO 05

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN

ANEXO 06

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLEXIONES

ANEXO 07

DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y RADIO DE CURVATURA

ANEXO 08

RESUMEN DE VALORES DE DEFLEXIONES

ANEXO 09

DEFLECTOGRAMA

ANEXO 10

DIAGRAMA DE EVALUACIÓN

ANEXO 11

PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CUADRO N° 1: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SELLO CON SLURRY SEAL

Partida	09.00	SELLO CON SLURRY SEAL e=5mm					Costo unitario directo por m ²	7.98
Rendimiento	m ² /DIA	MO. 400.0000			EQ. 400.0000			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0200	15.44	0.31		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	10.89	0.22		
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.1200	9.85	1.18		
Materiales								
0213000024	EMULSION ASFALTICA MODIFICADA CON POLIMERO SBR	gal		0.2710	8.25	2.24		
0298010183	SELLO POLIMERO SBR	m ²		1.0500	1.99	2.09		
Subpartidas								
909701070109	TRANSPORTE DE GRAVILLA HASTA 1 KM	m ³		0.3950	3.51	1.39		
909701070110	TRANSPORTE DE GRAVILLA DESPUES DE 1 KM	m ³		0.3950	1.40	0.55		
							1.94	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE SUBPARTIDAS

Partida		TRANSPORTE DE GRAVILLA HASTA 1 KM			Costo unitario directo por m ³	3.51	
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.640.00	EQ.640.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Equipos							
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0125	209.45	2.62	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd ³	hm	0.4500	0.0056	159.90	0.90	
							3.51

Partida		TRANSPORTE DE GRAVILLA DESPUES DE 1 KM			Costo unitario directo por m ³	1.40	
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.1.650.00	EQ.1.650.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Equipos							
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0043	209.45	0.90	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd ³	hm	0.6500	0.0031	159.90	0.50	
							1.40

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 2: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SELLO CON MACRO SEAL

Partida	09.00	SELLO CON MACRO SEAL e=13mm					Costo unitario directo por m ²	14.21
Rendimiento	m ² /DIA	MO. 150.0000			EQ. 150.0000			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
0213000024	EMULSION ASFALTICA MODIFICADA CON POLIMERO SBR	gal		0.2200	9.25	2.04		
0213000025	ADITIVO PARA ASFALTO	kg		0.0090	15.65	0.14		
0213000026	CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO	kg		2.3700	2.69	6.38		
Subpartidas								
909701031405	RIEGO DE LIGA	m ²		1.0000	1.60	1.60		
909701031406	MICROPAVIMENTO	m ³		0.0200	144.82	2.90		
909701031407	FILLER	kg		0.8700	0.56	0.49		
909701070107	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA HASTA 1 Km	m ³ x Km		0.0200	8.60	0.17		
909701070108	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1 Km	m ³ x Km		0.4800	1.05	0.50		
							5.66	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE SUBPARTIDAS

Partida	RIEGO DE LIGA		Costo unitario directo por : m2			
Rendimiento	m2/DIA	MO.4.000.00	EQ.4.000.00			1.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0020	15.44	0.03
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0020	10.89	0.02
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0120	9.85	0.12
Materiales						
0213000023	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	gal		0.1200	8.22	0.99
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.17	0.01
0349010002	COMPRESORA NEUMÁTICA 250-330 PCM. 87 HP	hm	1.0000	0.0020	56.90	0.11
0349080092	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0020	52.20	0.10
0349310003	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl	hm	1.0000	0.0020	108.66	0.22
0.44						

Partida	MICROPAVIMENTO		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.180.00	EQ.180.00			144.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.8000	0.0355	15.44	0.55
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0888	10.89	0.97
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.3555	9.85	3.50
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.23	0.22
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-	hm	1.0000	0.0444	83.70	3.72
0349030043	RODILLO TANDEM ESTÁTICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-11	hm	1.0000	0.0444	42.10	1.87
0349250003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69 HP	hm	1.0000	0.0444	87.30	3.88
Subpartidas						
909701031223	PIEDRA PARA MICROPAVIMENTO	m3		1.0000	21.01	21.01
909701031224	ARENA PARA MICROPAVIMENTO	m3		1.0000	26.08	26.08
909701031408	PREPARACION DE MICROPAVIMENTO	m3		1.1500	72.21	83.04
130.13						

Partida	PIEDRA PARA MICROPAVIMENTO		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00			21.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
909701031360	CARGUIO A VOLQUETE	m3		0.5679	1.46	0.83
909701031361	EXTRACCION CON EQUIPO DE CANTERA	m3		0.4938	3.12	1.54
909701031362	CHANCADO DE AGREGADOS (PIEDRA PARA MICROPAVIMENT)	m3		0.5679	30.84	17.51
909701043154	TRANSPORTE INTERNO (D=0.200 Km)	m3		0.5679	1.98	1.12
21.01						

Partida	ARENA PARA MICROPAVIMENTO		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00			26.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
909701031360	CARGUIO A VOLQUETE	m3		0.8519	1.46	1.24
909701031361	EXTRACCION CON EQUIPO DE CANTERA	m3		0.7407	3.12	2.31
909701031363	ZARANDEO DE AGREGADOS (ARENA)	m3		0.3407	9.80	3.34
909701031364	CHANCADO PARA AGREGADOS (ARENA PARA MICROPAVIMENT)	m3		0.5111	34.24	17.50
909701043154	TRANSPORTE INTERNO (D=0.200 Km)	m3		0.8519	1.98	1.69
26.08						

Partida	PREPARACION DE MICROPAVIMENTO		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.170.00	EQ.170.00			72.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0091	15.44	0.14
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0940	12.23	1.15
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0470	10.89	0.51
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0470	9.85	0.46
Materiales						
0253000003	PETROLEO	gal		3.0000	9.34	28.02
0266060002	LUBRICANTES, FILTROS Y GRASAS	kg		0.0400	7.19	0.29
0298010182	BUNKER	gal		5.0000	5.78	28.90
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.28	0.11
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0470	93.30	4.39
0349050032	PLANTA DE ASFALTO EN FRIO 60 - 115 TON H	hm	1.0000	0.0470	77.93	3.86
0349150005	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1.0000	0.0470	32.30	1.52
0349250004	EQUIPO MEZCLADOR CALENTADOR CEMENTO MODIFICADO	hm	1.0000	0.0470	65.00	3.06
12.73						

Partida		FILLER					
Rendimiento	kg/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : kg		0.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales						
0229030099	CAL HIDRATADA	kg		1.0000	0.56	0.56 0.56	

Partida		TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA HASTA 1 Km					
Rendimiento	m3 x Km/DIA	MO.200.00	EQ.200.00	Costo unitario directo por : m3 x Km		8.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0200	10.89	0.22 0.22	
	Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0400	209.45	8.38 8.38	

Partida		TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1 Km					
Rendimiento	m3 x Km/DIA	MO.1,596.00	EQ.1,596.00	Costo unitario directo por : m3 x Km		1.05	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0050	209.45	1.05 1.05	

Fuente: Elaboración Propia

Para el costo unitario de la solución Sello con Otta Seal se tomó como referencia el concepto y procedimiento constructivo para dicha solución, dada en la página web: http://OTTA/Proyecto Pragmalia 41_ Mejoramamiento de caminos secundarios con Otta Seal.htm

Así se indica en dicha página que esta solución consiste en una carpeta de rodado asfáltica que se usa en caminos de bajo tránsito; así mismo el espesor de esta superficie bituminosa varía entre 16 a 32 mm (una o dos capas) y su ejecución incluye el riego de un asfalto blando aplicado en caliente, seguido del riego de un agregado integral que es compactada dentro del asfalto usando un rodillo o camiones cargados. Será diferente para la superficie si se emplea una grava integral o un agregado triturado en lugar de gravilla de tamaño uniforme. Se utilizan los mismos equipos que en un tratamiento superficial.

A continuación se dan los análisis de Precios Unitarios, de las otras partidas utilizadas en los presupuestos de mantenimiento, habiendo tenido como referencia los siguientes presupuestos:

- Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná - Dv. Yauyos - Chupaca.

- Estudio de Mantenimiento Periódico de la autopista Ramiro Prialé (Km. 0+000 al Km. 10+300) y la Carretera Central, Tramo: Av. Las Torres - Pte. Los Ángeles (Km. 9+768 al Km. 27+418)
- Estudio de Mantenimiento Periódico de la Panamericana Sur - Tramo Pte. Montalvo - Pte. Camiara km. 1139.795 - km. 1213.050

01.00 LIMPIEZA GENERAL						
GLB/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB			6,413.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
LIMPIEZA GENERAL		glb		1.0000	6,413.00	6,413.00
						6,413.00

02.00 ELIMINACION DE DERRUMBES						
m3/DIA	488.0000	EQ. 488.0000	Costo unitario directo por : m3			9.26
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
OFICIAL		hh	0.6500	0.0107	10.89	0.12
						0.12
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.76	0.02
CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.		hm	2.0000	0.0328	197.64	6.48
CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3		hm	1.0000	0.0164	161.00	2.64
						9.14

03.00 ROCE						
m2/DIA	600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2			0.28
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.1500	0.0020	15.44	0.03
OPERARIO		hh	1.0000	0.0133	12.23	0.16
						0.19
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.19	0.01
MOTOSIERRA		hh	1.0000	0.0133	6.00	0.08
						0.09

04.00 REPARACION Y LIMPIEZA DE BAJADAS DE AGUA						
m/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m			75.52
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.6910	0.6764	15.44	10.44
OPERARIO		hh	2.5000	1.0000	12.23	12.23
PEON		hh	12.5000	5.0000	9.85	49.25
						71.92
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	71.92	3.60
						3.60

05.00 TRATAMIENTO DE FISURAS CON SELLANTE ELASTOMERICO						
m/DIA	560.0000	EQ. 560.0000	Costo unitario directo por : m			8.07
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.3400	0.0049	15.44	0.07	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0143	12.23	0.17	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0143	10.89	0.16	
PEON	hh	1.0000	0.0143	9.85	0.14	
0.55						
Materiales						
SELLANTE ELASTOMERICO PARA FISURAS	kg		0.2470	5.46	1.35	
1.35						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.55	0.03	
COMPRESORA NEUMATICA 250-330 CPM, 87 HP	hm	1.0000	0.0143	70.41	1.01	
RUTEADOR	hm	1.0000	0.0143	88.50	1.26	
SELLADOR DE FISURAS	hm	1.0000	0.0143	153.40	2.19	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0143	65.36	0.93	
CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON	hm	1.0000	0.0143	52.59	0.75	
6.17						

06.00 TRATAMIENTO DE FISURAS EN BLOQUE						
m/DIA	720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m			5.65
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.3000	0.0033	15.44	0.05	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0111	12.23	0.14	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0111	10.89	0.12	
PEON	hh	2.0000	0.0222	9.85	0.22	
0.53						
Materiales						
SELLANTE ELASTOMERICO PARA FISURAS	kg		0.2400	5.46	1.31	
1.31						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.53	0.02	
COMPRESORA NEUMATICA 250-330 CPM, 87 HP	hm	1.0000	0.0111	70.41	0.78	
SELLADOR DE FISURAS	hm	1.0000	0.0111	153.40	1.70	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0111	65.36	0.73	
CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON	hm	1.0000	0.0111	52.59	0.58	
3.81						

08.00 BACHEO DE BERMAS						
m3/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3			28.03
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Insumos Partida						
TRANS. AGREGADO/OBRA	m3		0.3800	10.66	4.05	
MATERIAL CHANCADO DE CANTERA (D _{MAX} =2*)	m3		0.3200	27.26	8.72	
PERFILADO Y COMPACTACION MANUAL	m2		1.0000	5.64	5.64	
CONFORMACION DE BASE GRAN.(EN ZONA DE PARCHES)	m3		0.3800	20.05	7.62	
EXCAVACION EN BERMAS	m3		0.3730	5.36	2.00	
28.03						

09.00 SELLO						
m2/DIA	160.0000	EQ. 160.0000	Costo unitario directo por : m2			37.45
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	2.5900	0.1295	15.44	2.00
OFICIAL		hh	7.0000	0.3500	10.89	3.81
PEON		hh	14.0000	0.7000	9.85	6.90
						12.71
Materiales						
ARENA		m3		0.0062	32.61	0.20
EMULSION ASFALTICA		gln		0.2800	6.54	1.83
						2.03
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	12.71	0.64
BARREDORA MECANICA 10-20 HP		hm	1.0000	0.0500	39.96	2.00
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100 HP 5.-20 hm		hm	1.0000	0.0500	119.21	5.96
ESPARCIDORA DE ARIDOS		hm	1.0000	0.0500	110.00	5.50
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP		hm	1.0000	0.0500	62.92	3.15
CAMION IMPRIMADOR 8x2, 178-210 HP 2,000 gal		hm	1.0000	0.0500	109.45	5.47
						22.71

10.00 ENCAUZAMIENTO DE CURSOS DE AGUA						
m3/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3			6.51
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1900	0.0190	15.44	0.29
PEON		hh	6.0000	0.6000	9.85	5.91
						6.20
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	6.20	0.31
						0.31

11.00 LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS						
und/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und			41.82
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.0280	0.0280	15.44	0.43
PEON		hh	4.0000	4.0000	9.85	39.40
						39.83
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	39.83	1.99
						1.99

12.00 LIMPIEZA DE CUNETAS						
m/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m			1.47
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0053	15.44	0.08
PEON		hh	2.5000	0.1333	9.85	1.31
						1.40
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.40	0.07
						0.07

13.00 LIMPIEZA DE PUENTES						
und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : und			112.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1265	0.3373	15.44	5.21
PEON		hh	3.5000	9.3333	9.85	91.93
						97.14
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	97.14	4.86
						4.86

14.00 REPINTADO DE MUROS						
m2/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			5.16
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.0200	0.0053	15.44	0.08
OPERARIO		hh	0.5000	0.1333	12.23	1.63
OFICIAL		hh	0.5000	0.1333	10.89	1.45
						3.17
Materiales						
PINTURA IMPRIMANTE		gal		0.0280	14.73	0.41
PINTURA ESMALTE		gal		0.0560	27.57	1.54
						1.96
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	3.17	0.09
						0.04

15.00 LIMPIEZA DE SEÑALES						
und/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und			1.75
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.0190	0.0061	15.44	0.09
PEON		hh	0.5000	0.1600	9.85	1.58
						1.67
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.67	0.08
						0.08

16.00 LIMPIEZA DE HITOS						
und/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : und			1.75
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.0190	0.0061	15.44	0.09
PEON		hh	0.5000	0.1600	9.85	1.58
						1.67
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.67	0.08
						0.08

17.00 LIMPIEZA DE GUARDAVIAS						
m/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por m			2.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.0900	0.0060	15.44	0.09	
PEON	hh	3.0000	0.2000	9.85	1.97	
						2.06
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.06	0.10	
						0.10

18.00 REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA						
und/DIA	5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por und			504.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.3008	0.4813	15.44	7.43	
OPERARIO	hh	7.5000	12.0000	12.23	146.76	
PEON	hh	4.0000	6.4000	9.85	63.04	
						217.23
Materiales						
PERNOS 5/16"x3" C/T Y A.	jgo		2.2297	1.03	2.30	
SOLDADURA CELLOCORD E6011x5/32"	kg		0.2000	10.17	2.03	
FIBRA DE VIDRIO DE 4MM ACABADO	m2		1.0200	102.29	104.34	
LAMINA REFLECTANTE A. I. BLANCA	p2		4.4930	15.47	69.51	
LAMINA REFLECTANTE A. I. VERDE	p2		4.4930	15.47	69.51	
TE FIERRO 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16"	m2		1.4632	12.20	17.85	
THINER	gln		0.0072	21.14	0.15	
ESMALTE SINTETICO GRIS	gln		0.0900	31.40	2.83	
PINTURA IMPRIMANTE	gln		0.0450	16.30	0.73	
						269.24
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	217.23	10.86	
EQUIPO DE SOLDAR	hm	0.5000	0.6667	10.00	6.67	
						17.53

19.00 REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA						
und/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por und			265.08
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.6400	0.1707	15.44	2.64	
OPERARIO	hh	6.0000	1.6000	12.23	19.57	
						22.20
Materiales						
PERNOS 5/16"x6" CON TUERCA Y ARANDELA	jgo		2.0000	1.25	2.50	
SOLDADURA CELLOCORD E6011x5/32"	kg		0.0500	10.17	0.51	
FIBRA DE VIDRIO DE 4MM ACABADO	m2		0.7665	98.65	75.62	
LAMINA REFLECTANTE A. I. AMARILLA	p2		4.5230	15.47	69.97	
PLATINA DE FIERRO 1/8"x2"	m2		2.2100	2.90	6.41	
THINER	gln		0.0200	21.14	0.42	
ESMALTE SINTETICO GRIS	gln		0.0300	31.40	0.94	
TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gln		0.0155	1,126.35	17.46	
PINTURA IMPRIMANTE	gln		0.0150	16.30	0.24	
						174.07
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	22.20	1.11	
EQUIPO DE SOLDAR	hm	0.5000	0.1333	10.00	1.33	
						2.44
Insumos Partida						
POSTES DE FIJACION	und		1.0000	89.85	0.90	
COLOCACION DE SEÑAL (INC.CIMENTACION)	und		1.0000	65.46	65.46	
						66.36

20.00 REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA						
und/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			408.80
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1 0500	0 5600	15 44	8 65	
OPERARIO	hh	11 0000	5 8667	12 23	71 75	
						80.40
Materiales						
PERNOS 5/16" X 3" C/T.Y A.	jgo		2 0000	1 03	2 06	
FIBRA DE VIDRIO DE 4MM ACABADO	m2		0 1850	98 65	18 25	
LAMINA REFLECTANTE A. I. BLANCA	p2		10 6430	15 47	164 65	
PLATINA DE FIERRO 1/8"X2"	m2		1 7050	2 90	4 94	
THINER	gln		0 0143	21 14	0 30	
ESMALTE SINTETICO GRIS	gln		0 0356	31 40	1 12	
TINTA SERIGRAFICA ROJA	gln		0 0295	1 126 35	33 23	
TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gln		0 0295	1 126 35	33 23	
PINTURA IMPRIMANTE	gln		0 0150	16 30	0 24	
						258.02
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	80 40	4 02	
						4.02
Insumos Partida						
POSTES DE FIJACION	und		1 0000	89 85	0 90	
COLOCACION DE SEÑAL (INC CIMENTACION)	und		1 0000	65 46	65 46	
						66.36

21.00 REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS						
und/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und			39.41
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Insumos Partida						
CONCRETO SIMPLE f'c=175 km/cm2	m3		0 0380	283 98	10 79	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0 0800	42 51	3 40	
EXCAVACION MANUAL	m3		0 0380	21 35	0 81	
CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3		0 0123	247 56	3 04	
ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2	kg		3 0200	3 82	11 54	
PINTADOS DE POSTES KILOMETRICOS	und		1 0000	9 83	9 83	
						39.41

22.00 REPOSICION DE GUARDAVIAS						
und/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und			164.81
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0 5110	0 3407	15 44	5 26	
OPERARIO	hh	2 0000	1 3333	12 23	16 31	
PEON	hh	2 0000	1 3333	9 85	13 13	
						34.70
Materiales						
CAPTAFORO DE GUARDAVIA	und		0 3400	15 46	5 26	
GUARDAVIAS	m		1 0000	37 07	37 07	
PINTURA ESMALTE	gln		0 0300	29 75	0 89	
PINTURA ESMALTE ANTICORROSIVA	gln		0 0300	29 75	0 89	
DISOLVENTE XILOL	gln		0 0130	33 80	0 44	
POSTE PARA GUARDAVIA 2.5"X6"X1.80m	und		0 3400	185 00	62 90	
TERMINAL DE GUARDAVIA	pza		0 0470	130 54	6 14	
PERNOS PARA SUJECION DE GUARDAVIA	jgo		0 5700	13 11	7 47	
						121.06
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	34 70	1 73	
						1.73
Insumos Partida						
CONCRETO SIMPLE F'C=140 KG/CM2	m3		0 0255	247 56	6 31	
EXCAVACION MANUAL	m3		0 0255	20 23	0 52	
TRANSP.MAT/BOTADERO	m3		0 0292	12 56	0 37	
CONFORMACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3		0 0255	4 56	0 12	
						7.31

23.00		MARCAS DEL PAVIMENTO				
m2/DIA	600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2			10.10
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.3000	0.0040	15.44	0.06	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	12.23	0.16	
OFICIAL	hh	2.0000	0.0267	10.89	0.29	
PEON	hh	6.0000	0.0800	9.85	0.79	
					1.30	
Materiales						
MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.3500	3.85	1.35	
DISOLVENTE XIOL	gln		0.0060	20.86	0.13	
PINTURA DE TRAFICO	gln		0.1100	38.89	4.28	
					5.75	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.30	0.07	
CAMION BARANDA 3 TON.	hm	1.0000	0.0133	70.41	0.94	
MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0133	153.40	2.05	
					3.05	

ANEXO 02

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Análisis de Tránsito - Eje Equivalente

En el funcionamiento estructural de las capas de la estructura del pavimento influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos. La demanda o volumen de tráfico, requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. El concepto de eje equivalente se basa en la posibilidad de evaluar el daño que produce determinada carga y compararla con otra de referencia.

Factores de Equivalencia de Carga

De los estudios experimentales desarrollados, se han obtenido ecuaciones crecientes, de relación exponencial del orden de 4, entre la carga real y la del eje referencial. Estas experiencias ampliamente difundidas, dan lugar a establecer factores de equivalencia de carga, tanto para cada tipo de composición vehicular, que permiten cuantificar el tremendo efecto destructivo de los vehículos más pesados.

El eje estándar de adoptado es un eje simple de 8.2 ton, se puede tomar el criterio simplificado de la metodología AASHTO, aplicando las siguientes relaciones para vehículos pesados, buses y camiones:

CUADRO N° 3: CRITERIO PARA EL CÁLCULO DE EQUIVALENCIA DE CARGA

Tipo de eje	Eje equivalente ($EE_{0.2\text{ TN}}$)
Eje Simple de ruedas simples	$EE_{S1} = [P / 6.6]^4$
Eje Simple de ruedas dobles	$EE_{S2} = [P / 8.2]^4$
Eje Tándem de ruedas dobles	$EE_{TA} = [P / 15.1]^4$
Ejes Tridem de ruedas dobles	$EE_{TR} = [P / 22.9]^4$
P = peso real por eje en toneladas	

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

La determinación del EE por tipo de vehículo pesado, camiones y buses, resulta de la suma de EE por tipo de eje, para cada vehículo específico; para lo cual se ha tomado en cuenta los pesos de vehículos máximas permitidas

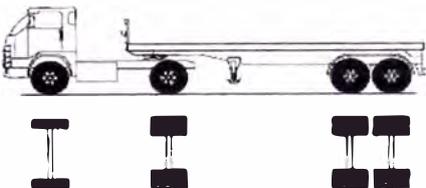
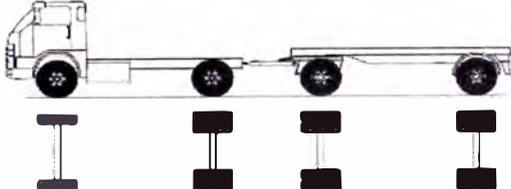
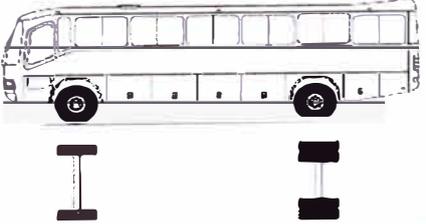
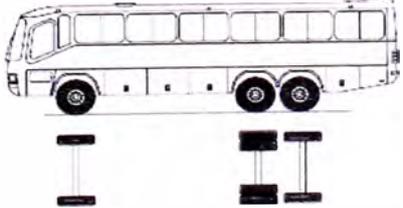
CUADRO N° 4: DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA

Nro.	Tipo de vehículo	Descripción	Eje delantero	Ejes posteriores				$EE_{0.2\text{ TN}}$
				1er eje	2do eje	3er eje	4to eje	
1	Ómnibus 2E	Carga (Tn)	7	11				18
		F.E.C.	1.265	3.238				4.504
2	Ómnibus 3E	Carga (Tn)	7	18				25
		F.E.C.	1.265	2.019				3.285
3	Camión 2E-L	Carga (Tn)	7	7				14
		F.E.C.	1.265	1.265				2.531
4	Camión 2E-P	Carga (Tn)	7	11				18
		F.E.C.	1.265	3.238				4.504
5	Camión 3E	Carga (Tn)	7	18				25
		F.E.C.	1.265	2.019				3.285
6	Camión 4E	Carga (Tn)	7	23				30
		F.E.C.	1.265	1.018				2.283
7	Semitrayler 2S2	Carga (Tn)	7	11	18			36
		F.E.C.	1.265	3.238	2.019			6.523
8	Semitrayler 2S3	Carga (Tn)	7	11	25			43
		F.E.C.	1.265	3.238	1.42			5.924
9	Semitrayler 3S1	Carga (Tn)	7	18	11			36
		F.E.C.	1.265	2.019	3.238			6.523
10	Semitrayler >= 3S3	Carga (Tn)	7	18	25			50
		F.E.C.	1.265	2.019	1.42			4.705
11	Traylers C2R2	Carga (Tn)	7	11	11	11		40
		F.E.C.	1.265	3.238	3.238	3.238		10.98

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

Los pesos de los ejes se han determinado utilizando el reglamento de pesos y medidas máximas permitidas del MTC

CUADRO N° 5: TABLA DE PESOS Y MEDIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12.30	7	11	—	—	18	
C3		13.20	7	18	—	—	25	
C4		13.20	7	23 ^{1/2}	—	—	30	
T2S2		20.50	7	11	18	—	36	
C2R2		23.00	7	11	11	11	40	
B2		13.20	7	11	—	—	18	
B3-1		14.00	7	16	—	—	23	

Fuente: Pesos y Medidas máximas permitidas – Reglamento Nacional de Vehículos

Determinación del número de repeticiones del eje estándar de 8.2 ton

Para el cálculo del Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton (N_{18}), se debe considerar principalmente a los vehículos que tenga un alto factor equivalente de carga en el pavimento como vehículos pesados (tráiler y semi-trailer), camiones y buses, se desprecia los vehículos ligeros (autos, camionetas, etc.). Así también se debe considerar el año que fue determinado el IMD y las tasas de crecimiento.

Para la guía AASHTO corresponde al EAL afectado por coeficientes que representan el sentido y el número de carriles que tendrá la vía.

$$N_{18} = FD \times FC \times EAL_{(8.2T)}$$
$$EAL_{(8.2T)} = 365 \times \left(\sum IMD_v \times FEC_v \right) \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

Donde:

- N_{18} : Numero esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño.
- FD: 0.5, corresponde a caminos de dos direcciones por calzada (recomendable).
- FC: 1.0, corresponde a un carril por dirección o sentido.
- $EAL_{(8.2T)}$: Numero de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño.
- 365: Número de días del año.
- IMD_v: Índice Medio Diario de cada tipo de vehículo correspondiente al año base.
- FEC_v: Factor equivalente de carga 8.2 ton por cada tipo de vehículo
- i: Tasa de crecimiento de los vehículos.
- n: Periodo de Diseño.

ANEXO 03

DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL

Tipo de Vehículo	IMD 2008 (*)				Tasa de crecimiento i (%)	IMD 2009			IMD 2010 (**)		
	Zúñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580	P. Nuevo 66+580 - Chichicay 92+110	Chichicay 92+110 - Capillucas 94+640	Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000		Zúñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580	P. Nuevo 66+580 - Capillucas 94+640	Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000	Zúñiga 56+600 - P. Nuevo 66+580	P. Nuevo 66+580 - Capillucas 94+640	Capillucas 94+640 - Dv. Yauyos 127+000
Automóvil	6	3	2	1	2.6	6	3	1	6	3	1
Camioneta	194	289	58	20	2.6	199	297	21	204	304	21
Combi Rural	74	61	18	4	2.6	76	63	4	78	64	4
Micro	48	68	8	0	1.4	49	69	0	49	70	0
Ómnibus 2E	15	14	13	8	1.4	15	14	8	15	14	8
Ómnibus 3E	1	0	1	0	1.4	1	0	0	1	0	0
Camión 2 Ejes	47	42	30	9	4.6	49	44	9	51	46	10
Camión 3 Ejes	9	4	2	11	4.6	9	4	12	10	4	12
Camión 4 Ejes	1	2	2	0	4.6	1	2	0	1	2	0
Semitraylers	28	53	98	0	4.6	29	55	0	31	58	0
Traylers	38	33	0	0	4.6	40	35	0	42	36	0
TOTAL	461	569	232	53		475	585	55	489	603	56

(*) Fuente: Conservación Vial Por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete - Lunahuaná - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos - Ronchas

(**) Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 04

CÁLCULO DE N18 Y DEFLEXIÓN ADMISIBLE

CUADRO N°5: TRAMO Km. 106+000 - Km. 108+000											
Tipo de Vehículo	Factor de Carga	IMD ₂₀₁₀	Tasa de crecimiento i (%)	Proyección							
				n (años)	EAL (2011)	n (años)	EAL (2012)	n (años)	EAL (2013)	n (años)	EAL (2015)
Micro	4.504	0	1.4	1	0	2	0	3	0	5	0
Ómnibus 2E	4.504	8	1.4	1	13523	2	27234	3	41138	5	69532
Ómnibus 3E	3.285	0	1.4	1	0	2	0	3	0	5	0
Camión 2 Ejes	4.504	10	4.6	1	16188	2	33121	3	50833	5	88738
Camión 3 Ejes	3.285	12	4.6	1	14431	2	29525	3	45314	5	79103
Camión 4 Ejes	2.283	0	4.6	1	0	2	0	3	0	5	0
Semitraylers	6.523	0	4.6	1	0	2	0	3	0	5	0
Traylers	10.98	0	4.6	1	0	2	0	3	0	5	0
TOTAL		56	EAL		4.41E+04		8.99E+04		1.37E+05		2.37E+05
Nota: N18 numero total de ejes equivalentes a 18 klb o 8.2 ton. (en millones)				N18	0.022		0.045		0.069		0.119
				Da (x 10-2mm)	268.67		224.91		202.31		176.43

ANEXO 05

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN

SECTOR : CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA
TRAMO : Km. 106+000 - Km. 108+000
FECHA : 15/05/2010 RESPONSABLE : UNI
CARRIL : Derecho OPERADOR : UNI

SUPERFICIE : Monocapa
CARGA EJE : 8200 Kg.
PRESION : 80 PSI
R BRAZOS : 1 a 4

N°	Progresiva (km)	Lecturas de Campo Brazo Largo (10 ⁻² mm)				L.C.B. Corto	Espesor (mm)	Ahueamiento (mm)	Temp. (°C)	Ancho (m)
		L ₂₅	L ₅₀	L ₇₀	L _{máx}	L _{máx}				
1	106+000	2	8	10	18	11	10	5	32	3.95
2	106+200	3	7	8	14	10	10	0.5	30	4.13
3	106+400	1	3	6	7	4	10	2	31	4.67
4	106+600	2	4	6	8	6	10	2	31	5.42
5	106+800	2	9	12	17	11	5	2	32	3.63
6	107+000	2	4	7	10	7	5	3	31	4.20
7	107+200	5	7	10	20	10	5	2	29	4.92
8	107+400	1	4	6	14	11	5	1	34	4.50
9	107+600	1	2	3	6	4	10	1	33	3.04
10	107+800	5	9	11	22	20	5	2	33	4.34
11	108+000	2	6	11	17	12	5	3	33	4.74

ANEXO 06

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLEXIONES

SECTOR : CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA
TRAMO : Km. 106+000 - Km. 108+000
FECHA : 15/05/2010
CARRIL : Derecho

SUPERFICIE : Monocapa
R. BRAZO LARGO : 3.99
R. BRAZO CORTO : 4.01
DIAL : 0.01 mm

N°	Progresiva (km)	Lecturas de Campo (10 ⁻² mm)		Deflexiones sin Corregir (10 ⁻² mm)		Espesor (mm)	Ahuellamiento (mm)	Temp (°C)	RESULTADOS DEFLECTOMÉTRICOS		Radio Curvatura (m)
		L ₂₅	L _{máx}	D ₂₅	D _{máx}				Deflexiones Corregidas		
									D ₂₅ x 10 ⁻² mm	D ₀ x 10 ⁻² mm	
1	106+000	11	18	44.11	71.82	10	5	32	47.95	78.07	103.75
2	106+200	10	14	40.10	55.86	10	0.5	30	43.67	60.84	182.06
3	106+400	4	7	16.04	27.93	10	2	31	17.45	30.39	241.56
4	106+600	6	8	24.06	31.92	10	2	31	26.18	34.73	365.41
5	106+800	11	17	44.11	67.83	5	2	32	48.23	74.17	120.49
6	107+000	7	10	28.07	39.90	5	3	31	30.71	43.65	241.47
7	107+200	10	20	40.10	79.80	5	2	29	43.91	87.39	71.88
8	107+400	11	14	44.11	55.86	5	1	34	48.18	61.02	243.47
9	107+600	4	6	16.04	23.94	10	1	33	17.42	26.00	364.28
10	107+800	20	22	80.20	87.78	5	2	33	87.65	95.93	377.23
11	108+000	12	17	48.12	67.83	5	3	33	52.59	74.13	145.07

ANEXO 07

DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA Y RADIO DE CURVATURA

Tramo Total Km. 106+000 - Km. 108+000	Deflexiones (x 10 ⁻² mm)	Radio de Curvatura (m)
Mínimo	26.00	71.88
Máximo	95.93	377.23
Promedio	60.57	223.33
Desviación	23.89	109.75
Coef. Variación (%)	39.43	49.14
Característico	99.87	403.87

ANEXO 08

RESUMEN DE VALORES DE DEFLEXIONES

Descripción	n (años)	Carretera Cañete - Yauyos - Chupaca
SECTOR		I
PROGRESIVA INICIAL		106+000
PROGRESIVA FINAL		108+000
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (x 10 ⁻² mm)		99.87
DEFLEXIÓN ADMISIBLE (x 10 ⁻² mm)	1	268.67
	2	224.91
	3	202.31
	5	176.43

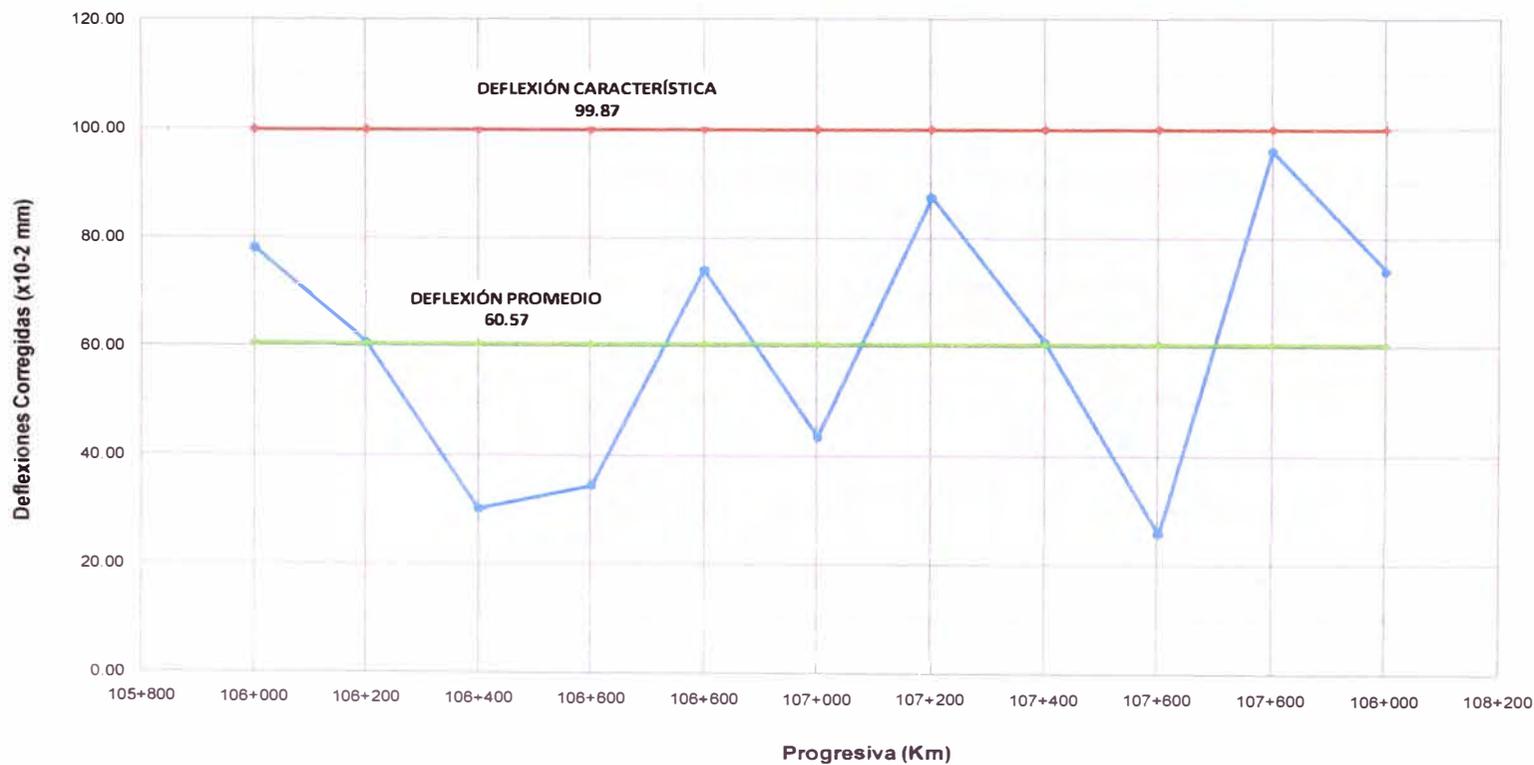
ANEXO 09

DEFLECTOGRAMA

CARACTERIZACIÓN DEFLECTOMÉTRICA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA

TRAMO : Km. 106+000 - Km. 108+000
 FECHA : 15/05/2010
 CARRIL : Derecho

SUPERFICIE : Monocapa
 R. BRAZOS : 1 A 4
 DIAL : 0.01 mm.



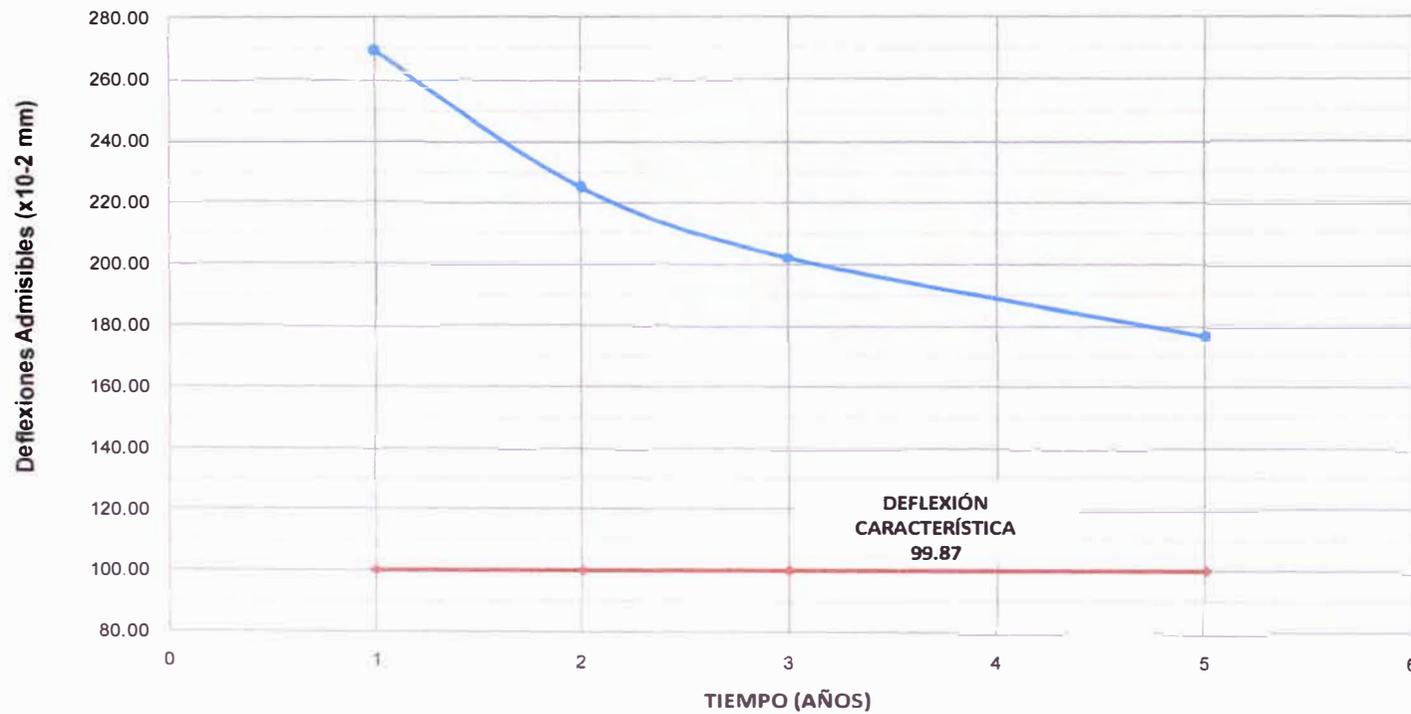
ANEXO 10

DIAGRAMA DE EVALUACIÓN

**DEFLEXIONES ADMISIBLES VS AÑOS DE EVALUACIÓN
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA**

TRAMO : Km. 106+000 - Km. 108+000
 FECHA : 15/05/2010
 CARRIL : Derecho

SUPERFICIE : Monocapa
 R. BRAZOS : 1 A 4
 DIAL : 0.01 mm.



ANEXO 11

PANEL FOTOGRÁFICO

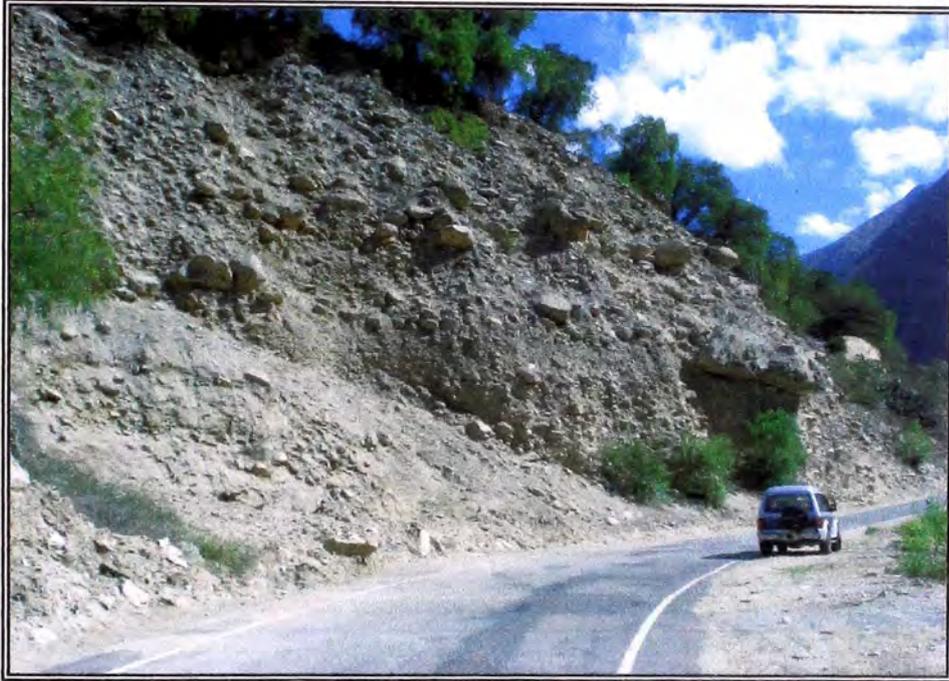


FOTO 01: Se observa zona de inestabilidad de talud, Km. 106+020 (LI).



FOTO 02: Presencia de pequeños huecos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 106+030 al Km. 106+050.



FOTO 03: Se observa fisuras longitudinales en la huella de la superficie monocapa entre las progresivas Km. 106+450 al Km. 106+460.



FOTO 04: Presencia de pequeños huecos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 106+700 al Km. 106+720.



FOTO 05: Se observa dren natural con material filtrante, Km. 106+740.

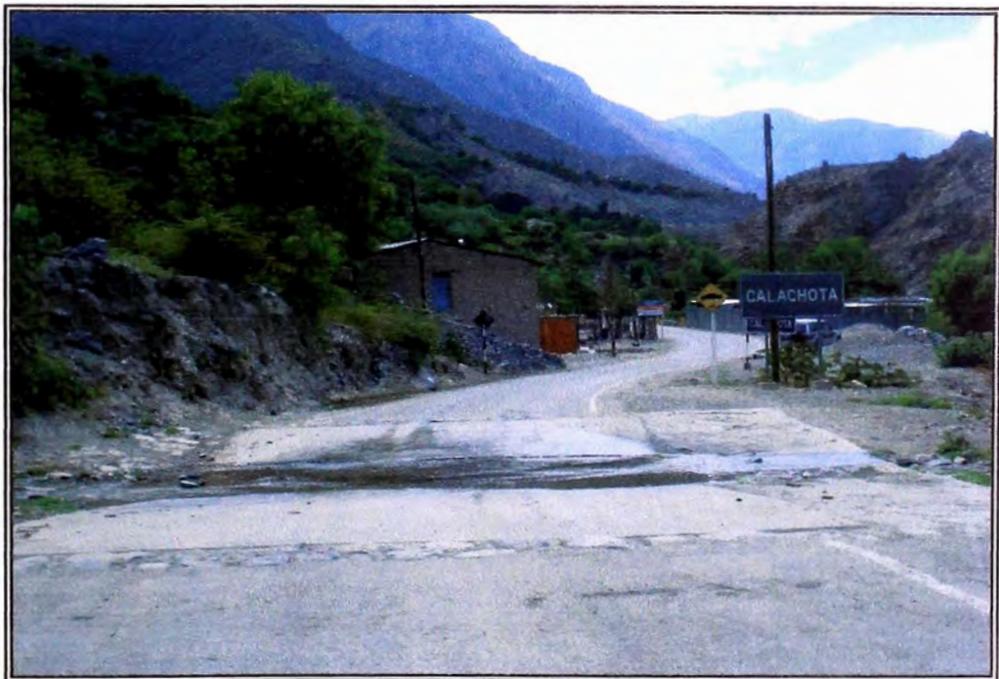


FOTO 06: Se observa estructura de baden, en la progresiva Km. 106+775.



FOTO 07: Se observa las condiciones de tráfico actual existente en la vía.

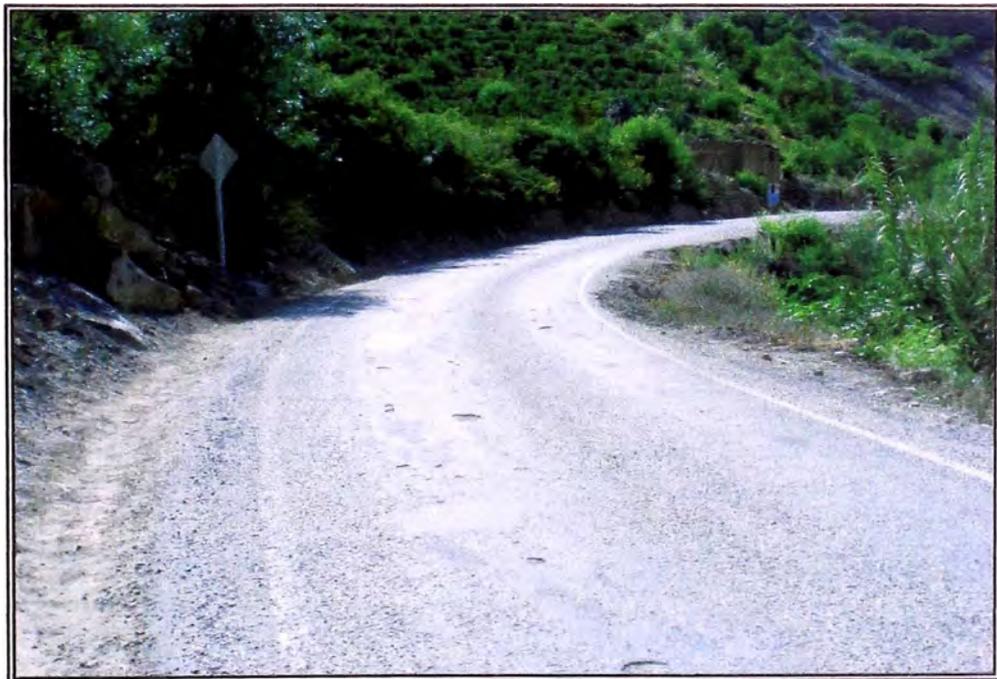


FOTO 08: Presencia de pequeños huecos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 107+500 al Km. 107+570.

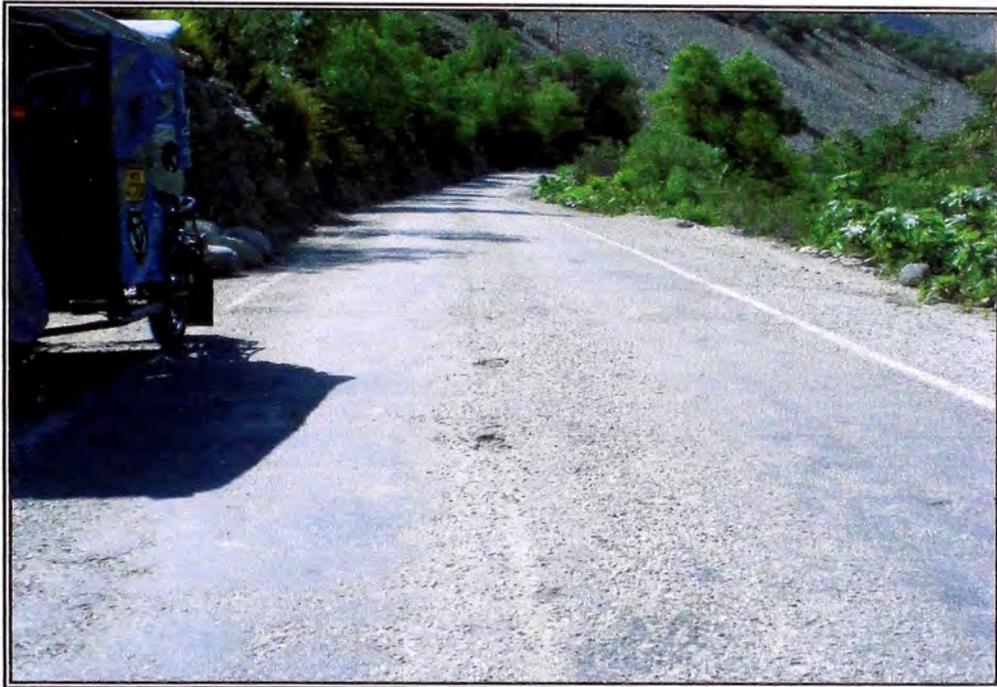


FOTO 09: Presencia de pequeños huecos en el eje de la vía, entre las progresivas Km. 107+660 al Km. 107+690.



FOTO 10: Se observa alcantarilla de concreto, Km. 107+680 (LI).



FOTO 11: Obstrucción de alcantarilla PVC, en progresiva Km. 107+690 (LI).

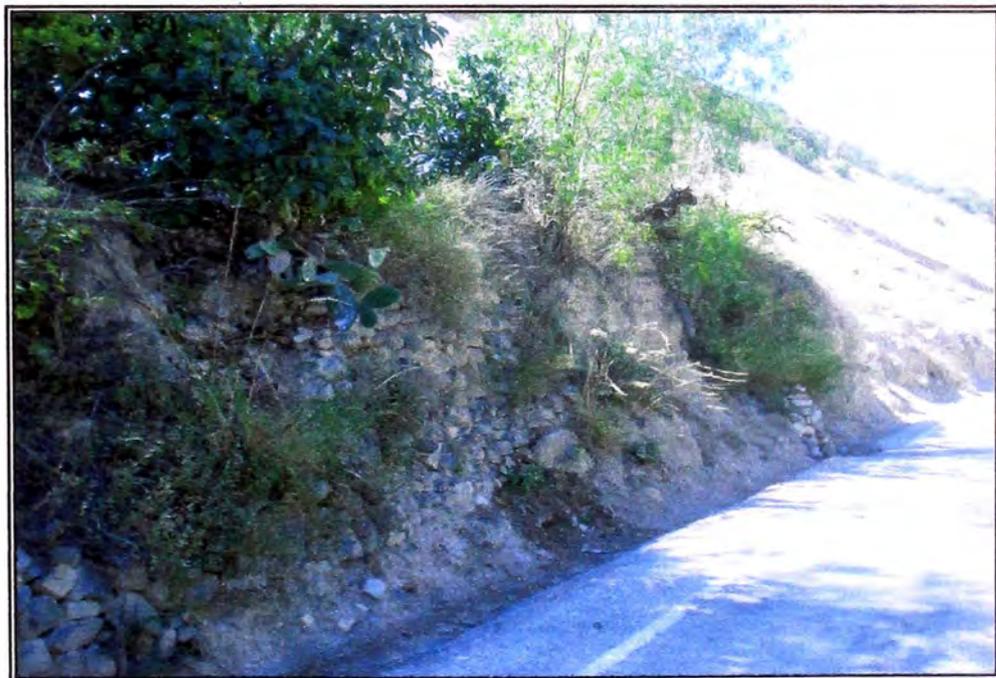


FOTO 12: Falta de drenaje del escurrimiento superficial, Km. 107+790 (LI).

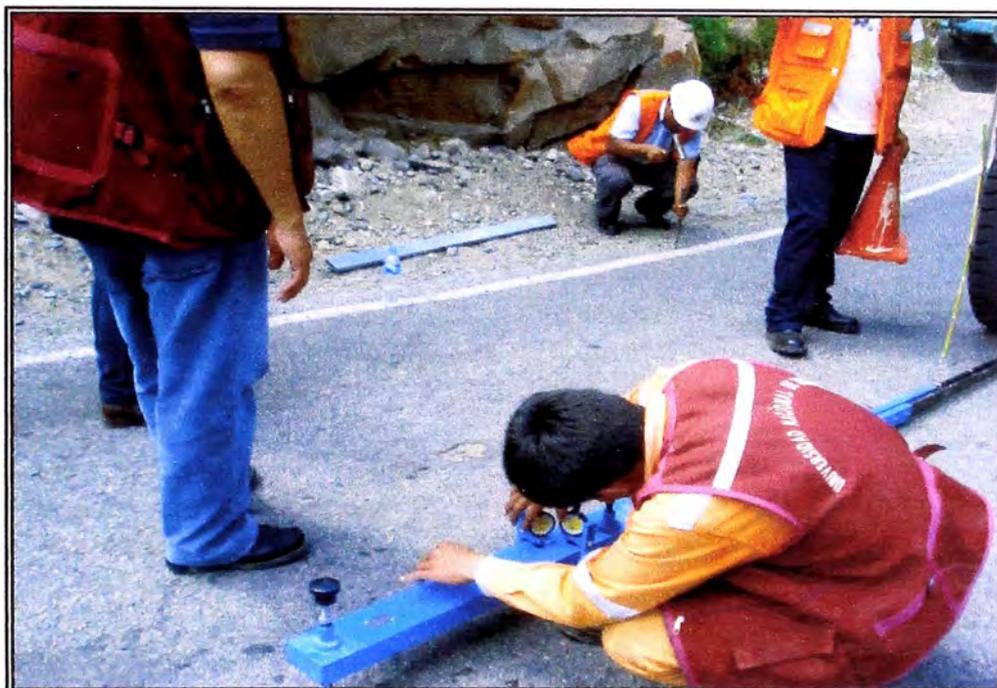


FOTO 13: Calibración del dial para la toma de lecturas de deflexiones, en la superficie de monocapa, con la viga Benkelman



FOTO 14: Toma de muestra de la superficie de rodadura para obtener su espesor.