

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



**EQUIPO MERLIN - EVALUACION DE LA SERVICIABILIDAD DEL
PAVIMENTO
MONITOREO DE CONSERVACION CARRRETERA CAÑETE - HUANCAYO
KM. 106+000 al KM. 108+000.**

INFORME DE SUFICIENCIA

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

JOSE LUIS REQUENA SANCHEZ

Lima – Perú

2010

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE GRÁFICOS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I.- PERFIL DEL PROYECTO	
1.1 ASPECTOS GENERALES	8
1.1.1 Nombre del Proyecto	8
1.1.2 Participación de Entidades involucradas y beneficiarios	8
1.1.3 Marco de Referencia.....	8
1.2 IDENTIFICACIÓN	10
1.2.1 Diagnóstico de la situación actual	10
1.2.2 Alternativas de Solución.....	11
1.3 FORMULACIÓN	11
1.3.1 Demanda Proyectada	11
1.3.2 Análisis de la Oferta.....	22
1.3.3 Balance Oferta - Demanda.....	25
1.3.4 Costos.....	27
1.4 EVALUACIÓN	34
1.4.1 Evaluación Económica.....	34
1.4.2 Análisis de Sensibilidad	35
1.4.3 Sostenibilidad.....	35
1.4.4 Selección de la alternativa más conveniente.....	37
1.4.5 Matriz del Marco Lógico de la alternativa seleccionada.....	38
CAPITULO II.- ESTADO DEL ARTE	
2.1 EL EQUIPO MERLÍN	39
2.2 EL EQUIPO MERLÍN EN EL PERÚ	41
2.3 RUGOSIDAD E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	42

2.4 ESCALAS DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	44
2.5 MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	45
2.6 SERVICIABILIDAD E ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE	47
CAPITULO III.- MARCO TEÓRICO	
3.1 MARCO TEÓRICO DEL EQUIPO MERLÍN	49
3.2 DISEÑO DEL EQUIPO MERLÍN	50
3.3 METODOLOGÍA DEL ENSAYO	52
3.3.1 Procedimiento de Campo	54
3.3.2 Cálculo del Rango “D”	56
3.3.3 Factor de Corrección para el ajuste de “D”	57
3.4 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	58
3.4.1 Correlaciones D versus IRI	59
3.4.2 Límites de la Rugosidad para el Control de Calidad de Pavimentos	60
3.5 ÍNDICE DE SERVICIALIDAD DEL PAVIMENTO	60
CAPITULO IV.- EVALUACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD UTILIZANDO EL EQUIPO MERLÍN EN EL TRAMO Km. 106+000 AL Km. 108+000	
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO EVALUADO	61
4.2 TOMA DE DATOS EN CAMPO	62
4.3 PROCESAMIENTO DE DATOS	63
4.3.1 Cálculo del Rango “D”	63
4.3.2 Factor de Corrección para el ajuste de D	65
4.4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	65
4.5 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INTERNACIONAL	66
4.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	71

RESUMEN

El presente informe desarrolla la evaluación de la rugosidad, empleando el equipo MERLÍN como monitoreo de los trabajos de mantenimiento y conservación de carreteras. El tramo ubicado entre las progresivas km 106+000 al km. 108+000 (2 km) pertenece a la carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca (271.73 km) y la evaluación de la rugosidad con equipo MERLIN se ha realizado en el sub tramo ubicado entre las progresivas Km. 106+200 al 106+600 (400m) y Km 107+600 al 108+000 (400m). Dicho tramo se caracteriza por presentar anchos de plataforma que varían entre 3.0 a 5.0 m.

Es importante medir las condiciones de confort, seguridad vial y serviciabilidad, durante la vida útil de una vía, aún en superficies de rodadura de soluciones básicas como tratamiento superficial, como lo es el estudio del monitoreo de la serviciabilidad del Corredor Vial Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca.

El valor del índice de Rugosidad Internacional (IRI) obtenido en el presente informe es de 4.42 m/km en el tramo 106+200 al 106+600 y 4.25m/km en el tramo 107+600 al 108+000, de los cuales resulta un valor de IRI característico de 4.53 m/km, correspondiente a una condición de regular en el pavimento en la escala del IRI.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01: Situación Actual de los Tramos a Enero 2010	10
Cuadro N° 1.02: Tasas de Crecimiento 2008-2020	12
Cuadro N° 1.03: Cuadro de Distribucion de Tramos y Datos para proyección de Tráfico.....	13
Cuadro N° 1.03-A: Proyecciones de Tráfico.....	14
Cuadro N° 1.03-B: Proyecciones de Tráfico.....	15
Cuadro N° 1.03-C: Proyecciones de Tráfico	16
Cuadro N° 1.04: Proyecciones de Tráfico	17
Cuadro N° 1.05: Proyecciones de Tráfico	18
Cuadro N° 1.06: Proyecciones de Tráfico	19
Cuadro N° 1.07: Proyecciones de Tráfico	20
Cuadro N° 1.08: Proyecciones de Tráfico	21
Cuadro N° 1.09: Características de los Tramos a evaluar.....	22
Cuadro N° 1.10: Costos De Mantenimiento por Tramos	28
Cuadro N° 1.11: Tramo I Costos Operativos Vehiculares (COV)	34
Cuadro N° 1.12: Indicadores de Evaluacion Economica	34
Cuadro N° 1.13: Analisis de Sensibilidad.....	35
Cuadro N° 1.14: Resumen de Costos Mensuales de Conservacion Rutinaria ...	36
Cuadro N° 1.15: Comparacion de Alternativas.....	37
Cuadro N° 2.01: Primeros Estudios de Rugosidad con Equipo Merlín en el Salvador	40
Cuadro N° 2.02: Primeros Estudios de Rugosidad con Equipo Merlín en Bolivia	40
Cuadro N° 2.03: Primeros Estudios de Rugosidad con Equipo Merlín en Perú ..	41
Cuadro N° 2.04: Escala De Calificación De La Serviabilidad	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.01: Análisis de Sostenibilidad	36
Gráfico N° 1.02: Análisis de Sostenibilidad	37
Gráfico N° 2.01: Primera Versión del Merlín	39
Gráfico N° 2.02: Segunda Versión del Merlín.....	39
Gráfico N° 2.03: Modelo Cuarto de Coche para calcular el IRI.....	44
Gráfico N° 2.04: Escala de Rugosidad para Pavimentos IRI.....	45
Gráfico N° 3.01: Desviación respecto a la cuerda Promedio.....	51
Gráfico N° 3.02: Esquema del Equipo Merlín.....	52
Gráfico N° 3.03: Hoja de Datos.....	54
Gráfico N° 3.04: Hoja de Campo.....	55
Gráfico N° 3.05: Intervalo de Desviaciones.....	57
Gráfico N° 4.01: Histograma de Frecuencia de datos de Rugosidad con equipo Merlín Tramo 106+200 - 106+600.....	64
Gráfico N° 4.02: Histograma de Frecuencia de datos de Rugosidad con equipo Merlín Tramo 107+600 - 108+000.....	64

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
CGC	Consortio Gestión de Carreteras.
D	Rugosidad en unidades Merlin.
DV	Desvío.
HDM	Desarrollo y Gerencia de Carreteras o Highway Development And Management
IRI	Índice de Rugosidad Internacional o International Roughness Index.
IRRE	Experimento Internacional de Rugosidad de Caminos o International Road Roughness Experiment.
MERLIN	Acrónimo del Ingles Machine for Evaluating Roughness Using Low-Cost Instrumentation.
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
PSI	Índice de Serviciabilidad Presente o Present Serviciability Index.
TRRL	Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como parte del curso de Titulación del presente año 2010, realizó el proyecto de evaluación de pavimentos de Bajo Volumen de Tráfico con fines de mantenimiento y Rehabilitación, enmarcado en el convenio UNI-MTC para los trabajos de Monitoreo de la carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca, tramo Km. 106+000 al Km. 108+000.

El desarrollo del presente informe tiene como objetivo principal evaluar la serviciabilidad del pavimento empleando el Equipo MERLÍN. Además se tiene como objetivos específicos el realizar mediciones de la Rugosidad del pavimento mediante el uso del Equipo MERLÍN en el tramo en estudio y presentar el procesamiento de datos de campo, calcular el índice de Serviciabilidad del pavimento calculando el índice de Rugosidad internacional (IRI) con el equipo MERLÍN y finalmente identificar las causas de los problemas específicos del tramo a evaluar comparándolas con los resultados de la evaluación.

Para alcanzar los objetivos antes señalados, el informe se divide en cuatro capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo I: Perfil del proyecto.-Este capítulo tiene como propósito central la identificación del problema que se quiere resolver y de las causas que lo generan, de los objetivos del proyecto, y de las alternativas para la solución del problema.

Capítulo II: Estado del arte.- Este capítulo se describe el estado del arte del equipo Merlín.

Capítulo III: Marco teórico.- En este capítulo se describe el marco teórico del uso del equipo MERLÍN

Capítulo IV: Evaluación de la serviciabilidad utilizando el equipo MERLIN en el tramo km. 106+000 al km. 108+000.- En este capítulo se describen los cálculos del ensayo desarrollado en campo y el análisis de resultados.

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos respectivos.

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 LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS.

La principal entidad involucrada es Provias 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.

Mediante Resolución Directoral N° 815-2004-MTC, se aprueba administrativamente el estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de Proyecto Ruta 22 (3N), Tramo: Lunahuaná – Yauyos - Chupaca.

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 PROVIAS 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.

En virtud de lo establecido en el Numeral 3.3, de la cláusula Tercera del Contrato: DE LA VIGENCIA, INICIACIÓN, DURACIÓN, Y TERMINACIÓN DEL CONTRATO, la Entidad fija como fecha de inicio del estudio el 17 de Marzo del 2008.

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 Scarpati, 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.

1.2. IDENTIFICACIÓN

1.2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

De acuerdo a los trabajos de monitoreo que viene realizando la UNI por medio del Convenio de Cooperación Interinstitucional entre en proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional Provias Nacional y la Universidad Nacional de Ingeniería – UNI nos da a conocer los siguientes avances realizados por el contratista hasta Enero del 2010 en el tramo de la carretera Cañete - Yauyos - Huancayo, la situación hasta esa fecha es la siguiente:

CUADRO N° 1.01: SITUACION ACTUAL DE LOS TRAMOS A ENERO DEL 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	MONOCAPA	4	86+100
CATAHUASI	78+805	CHICHICAY	93+915	15+110			
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	SLURRY SEAL	5	62+095
ALIS	164+905	TOMAS	172+895	7+990			
TOMAS	172+895	TINCO YAURICOCHA	183+485	10+590			
TINCO YAURICOCHA	183+485	ABRA CHAUCHA	195+315	11+830	SLURRY SEAL	6	26+000
ABRA CHAUCHA	195+315	ABRA NEGROBUENO	213+125	17+810			
ABRA NEGROBUENO	213+125	S/N	227+000	13+875			
S/N	227+000	SAN JOSE DE QUERO	231+105	4+105	SLURRY SEAL	7	3+990
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	8	16+541
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 UNI y MTC (Avance del contratista)

1.2.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Tenemos las siguientes alternativas de mantenimiento para la carretera Cañete – Yauyos - Huancayo.

Alternativa de Mantenimiento No 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 No 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 No 3

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

1.3. FORMULACIÓN

1.3.1 Demanda Projectada:

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 utilizara 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 trafico ligero hasta el 2020.

Asimismo, el MEF, estimo (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° 1.02: TASAS DE CRECIMIENTO 2008-2020

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

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 considera los siguientes criterios y supuestos:

Se considera 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, se mostrara para el primer tramo un cuadro de Tráfico Normal y el Tráfico Generado y como resultado el Tráfico Total, para los otros tramos solo se mostrara cuadros de Tráfico Total y en el ANEXO A se adjuntara los cuadros de Tráfico Normal y el Tráfico Generado para los tramos restantes.

CUADRO N° 1.03: CUADRO DE DISTRIBUCION 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° 1.03-A: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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. Normal		Tasa	Tráfico Normal																			
Auto	1.017	301	306	1.017	311	317	322	327	333	339	344	350	356	362	368	375	381	388	394	401	408	415	422	429
Pick up	1.017	145	147	1.017	150	153	155	158	160	163	166	169	172	175	178	181	184	187	190	193	196	200	203	207
Station Wagon	1.017	261	265	1.017	270	275	279	284	289	294	299	304	309	314	320	325	330	336	342	348	354	360	366	372
Camioneta Rural	1.017	209	213	1.017	216	220	224	227	231	235	239	243	247	252	256	260	265	269	274	278	283	288	293	298
Microbus	1.017	11	11	1.017	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16
Bus 2E	1.017	11	11	1.017	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16
Bus 3E	1.017	0	0	1.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2EL	1.098	19	21	1.098	23	25	28	30	33	37	40	44	48	53	58	64	70	77	85	93	102	112	123	135
Camión 2EP	1.098	26	29	1.098	31	34	38	41	46	50	55	60	66	73	80	88	96	106	116	127	140	154	169	185
Camión 3E	1.098	8	9	1.098	10	11	12	13	14	15	17	19	20	22	25	27	30	33	36	39	43	47	52	57
Camión 4E	1.098	0	0	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	2	2	1.098	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14
2S3	1.098	5	5	1.098	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	20	22	25	27	30	32	36
3S2	1.098	2	2	1.098	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14
3S3	1.098	10	11	1.098	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	31	34	37	41	45	49	54	59	65	71
3T2	1.098	0	0	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	0	0	1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		1010	1033		1057	1082	1108	1135	1164	1194	1226	1259	1294	1330	1369	1411	1454	1501	1550	1602	1658	1717	1781	1849

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO 1.03-B: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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. Generado	Tasa		Tráfico Generado																			
Auto	1.200	301	306	1.017	61	62	63	64	65	67	68	69	70	71	72	74	75	76	78	79	80	82	83	84
Pick up	1.200	145	147	1.017	29	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	36	36	37	37	38	39	39	40	41
Panel	1.200	261	265	1.017	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	70	71	72	73
Camioneta Rural	1.200	209	213	1.017	43	43	44	45	45	46	47	48	49	49	50	51	52	53	54	55	55	57	58	59
Microbus	1.200	11	11	1.017	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bus 2E	1.200	11	11	1.017	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bus 3E	1.200	0	0	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	1.200	19	21	1.098	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	20	22	25
Camión 2E P	1.200	26	29	1.098	6	6	7	8	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	31	34
Camión 3E	1.200	8	9	1.098	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10
Camión 4E	1.200	0	0	1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	1.200	2	2	1.098	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
2S3	1.200	5	5	1.098	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6
3S2	1.200	2	2	1.098	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
3S3	1.200	10	11	1.098	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12	13
2T3	1.200	0	0	1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	1.200	0	0	1.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tdcl					207	211	216	222	227	233	239	245	252	259	266	274	282	291	300	310	320	332	343	356

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO 1.03-C: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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																			
Año	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 2EL	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 2EP	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	55	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° 1.04: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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 2EL	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 2EP	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° 1.05: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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	12	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	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13
Camión 2E P	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° 1.06: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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	12	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	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
Camión 2E P	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° 1.07: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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	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° 1.08: PROYECCIONES DE TRÁFICO

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	4	4	4	4	4	4	4	5	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

1.3.2 ANALISIS 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 Lunahuana con carpeta asfáltica, tratamiento superficial bicapa de Lunahuana a Pacaran, Slurry Seal desde Pacaran 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 Roncha hasta Chupaca.

El cuadro 3.16 se ha elaborado 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° 1.09: CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS A EVALUAR

TRAMO	PAVIMENTO	KM INICIO	KM FINAL	LONGITUD (Km)
Tramo I Cañete - Lunahuana	Carpeta Asfáltica	1+805.00	42+755.00	40.950
Tramo II Lunahuana - Pacaran	Tratamiento Superficial Bicapa	42+755.00	54+662.00	11.907
Tramo III Pacaran - 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 - Roncha	Slurry Seal	253+000.00	256+990.00	3.990
Tramo VIII Roncha - 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 Lunahuana hasta Yauyos, la topografía es ondulada y a media ladera que va serpenteando el curso del río cañete, con algunos zonas criticas 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 sub. tramos alternos propuestos, así tenemos de Lunahuana a Zuñiga 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 / Km
- ✓ De Zuñiga a Magdalena con una longitud de 74.230 Km., la topografía es mas ondulada y accidentada con plataforma de la vía mas 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 5 n m, (Magdalena), 4,755 m s n m (Cumbre) y 3,312 m s n m (Chupaca) desde magdalena hasta

el desvió a Laraos Km 29+320 (centro Minero) la plataforma de la carretera se encuentra en regular estado con algunas secciones criticas 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 numero 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 5 n m), luego se prosigue por Capillayoc (Km 84+280), Negro Bueno (Km 87 000), San Jose de Quero (Km 106+990) hasta Chaquicocha (Km 115+150, cota 3,910 m 5 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 Roncha, Km 131+450, Huansca, Km 139 800, desvió 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 un tubo de PVC, en el tramo del Km. 150 al Km. 165 se observa que el contratista a 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, asimismo 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 pH < 7 (acida) 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.
- ✓ Presencia de filtraciones proveniente de los terrenos de cultivo y falta de un sistema de subdrenaje.

1.3.3 BALANCE OFERTA – DEMANDA

Tramo 4: Del Km. 78+805 al Km. 164+905

Descripción:

- Velocidad directriz: 30 Km/h
- Estado: Tratamiento Superficial Monocapa (TSS)
- Longitud: 86.10 Km.
- IMD: 53
- Pendiente máxima: 5%
- Radio mínimo: 50 m

- Vías: Un 30 Km/h Carril
- Bombeo: 2%
- Ancho de plataforma: Variable entre 2.60 m a 8.5 m
- Pendiente longitudinal: Variable entre 0.2% a 9%.

Alternativas:

Alternativa 1: Mantenimiento con Slurry Seal

Alternativa 2: Mantenimiento con Otta Seal

Alternativa 3: Mantenimiento con Micropavimento

Tramo 6: Del Km. 227+000 al Km. 253+000

Descripción:

- Velocidad directriz: 30 Km/h
- Estado: Afirmado
- Longitud: 26.00 Km.
- IMD: 53
- Pendiente máxima: 5%
- Radio mínimo: 50 m
- Vías: Un Carril
- Bombeo: 2%
- Ancho de plataforma: Variable entre 2.60 m a 8.5 m
- Pendiente longitudinal: Variable entre 0.2% a 9%.

Alternativas:

Alternativa 1: Mantenimiento con Slurry Seal

Alternativa 2: Mantenimiento con Otta Seal

Alternativa 3: Mantenimiento con Micropavimento

Tramo 8: Del Km. 255+185 al Km. 273+531

Descripción:

- Velocidad directriz: 30 Km/h
- Estado: Afirmado
- Longitud: 18.35 Km.
- IMD: 454
- Pendiente máxima: 5%
- Radio mínimo: 50 m
- Vías: Un Carril
- Bombeo: 2%
- Ancho de plataforma: Variable entre 2.60 m a 8.5 m
- Pendiente longitudinal: Variable entre 0.2% a 9%.

Alternativas:

Alternativa 1: Rehabilitación con Slurry Seal

Alternativa 2: Rehabilitación con Otta Seal

Alternativa 3: Rehabilitación de Macro Seal

1.3.4 COSTOS

Para la evaluación de Costos se ha realizado la evaluación por tramos, utilizando el CUADRO N°1.09 (CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS A EVALUAR) el cual detalla la distribución en tramos de toda la carretera en estudio, se elaboro presupuesto de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento por tramo se detallan de la siguiente manera:

CUADRO N° 1.10: COSTO DE MANTENIMIENTO POR TRAMO

TRAMO	PAVIMENTO	KM INICIO	KM FINAL	LONGITUD (Km)
Tramo I Cañete - Lunahuana	Carpeta Asfáltica	1+805.00	42+755.00	40.950
Tramo II Lunahuana - Pacaran	Tratamiento Superficial Bicapa	42+755.00	54+662.00	11.907
Tramo III Pacaran - 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 - Roncha	Slurry Seal	253+000.00	256+990.00	3.990
Tramo VIII Roncha - Chupaca	Carpeta Asfáltica	256+990.00	273+531.00	16.541
TOTAL				271.726

FUENTE: Elaboración propia.

TRAMO 1 - COSTO MENSUAL

TRAMO:	Tramo Cañete - Lunahuana	KM INICIO:	1+805.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre carpeta asfáltica	KM FINAL:	42+755.00
INCIDENCIA:	100%	LONGITUD:	40.95

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
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	M2	6,600.00	37.45	247,170.00
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/.)					587,688.11
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					48,974.01
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					69,551.45

TRAMO 2 - COSTO MENSUAL

TRAMO:	Tramo Lunahuana - Pacaran	KM INICIO:	42+755.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre TSB	KM FINAL:	54+662.00
INCIDENCIA:	100%	LONGITUD:	11.91

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
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	M2	2,023.00	37.45	75,761.35
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/.)					178,466.42
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					14,872.20
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					20,679.13

TRAMO 3 - COSTO MENSUAL

TRAMO:	Tramo Pacaran - Zuñiga	KM INICIO:	52+857.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre solucion basica	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	M2	330.00	37.45	12,358.50
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 (\$/.)					47,140.87
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (\$/.)					3,928.41
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (\$/.)					6,850.72

TRAMO:	Tramo Zuñiga - Yauyos	KM INICIO:	56+600.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria, sobre solucion basica	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	M2	13,720.42	37.45	513,829.69
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 (\$/.)					723,644.43
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (\$/.)					60,303.70
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (\$/.)					47,618.45

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. (S/.)	PARCIAL (S/.)
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	M2	29,779.58	37.45	1,115,245.31
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/.)					1,573,308.07
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					131,109.01
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. (S/.)	PARCIAL (S/.)
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	M2	23,976.00	37.45	897,901.20
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/.)					1,267,301.89
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					105,608.49
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					84,201.97

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. (S/.)	PARCIAL (S/.)
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	M2	39,236.40	37.45	1,469,403.18
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/.)					2,075,680.06
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					172,973.34
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					137,795.38

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. (S/.)	PARCIAL (S/.)
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	M2	16,426.80	37.45	615,183.66
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/.)					867,910.90
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					72,325.91
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					57,689.73

TRAMO 7 - COSTO MENSUAL

TRAMO:	Tramo Yauyos - Ronchas	KM INICIO:	253+000.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria en Solución Básica	KM FINAL:	256+990.00
INCIDENCIA:	2%	LONGITUD:	3.99

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	0.02	598.50	10.17
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	M2	1,377.00	37.45	51,568.65
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/.)					72,697.75
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					6,058.15
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					4,835.92

TRAMO 8 - COSTO MENSUAL

TRAMO:	Tramo Ronchas - Chupaca	KM INICIO:	256+990.00
ESTADO:	Conservación Rutinaria en Solución Básica	KM FINAL:	273+531.00
INCIDENCIA:	100%	LONGITUD:	16.54

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
1	LIMPIEZA GENERAL	GLB	1.00	2,481.15	2,481.15
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	M2	1,500.00	37.45	56,175.00
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/.)					194,658.40
COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO X MES (S/.)					16,221.53
PAGO POR MANTENIMIENTO MENSUAL (S/.)					26,268.60

1.4. EVALUACIÓN

La conservación de la carretera generara 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.
- Se disminuirá la cantidad de accidentes de tránsito debido a un adecuado mantenimiento.

CUADRO N° 1.11: TRAMO I – COSTOS OPERATIVOS VEHICULARES
(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) :

FUENTE: MTC – Elaboración propia

1.4.1 EVALUACION ECONOMICA

CUADRO 1.12: INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

TRAMOS	INICIO	FIN	LONGITUD	INDICADORES ECONOMICOS	1° ALTERNATIVA SLURRY	2° ALTERNATIVA OTTA SEAL	3° ALTERNATIVA MACRO SEAL
Tramo I	Cañete	Lunahuana	40.95	VAN	1,524,378	-175,209	260,948
				TIR %	50%	6%	21%
Tramo II	Lunahuana	Pacaran	11.91	VAN	-199,521	-670,035	-515,633
				TIR %	3%	-29%	-17%
Tramo III	Pacaran	Catahuasi	24.14	VAN	-250,990	-710,643	-571,960
				TIR %	2%	-24%	-16%
Tramo IV	Catahuasi	Alis	86.10	VAN	-5,387,223	-6,149,771	-6,027,679
				TIR %	-	-	-
Tramo V	Alis	Km. 227+000	62.10	VAN	-2,007,292	-2,847,831	-2,759,641
				TIR %	-29%	-	-
Tramo VI	Km. 227+000	Km. 253+000	26.00	VAN	-142,100	-827,265	-687,210
				TIR %	7%	-30%	-21%
Tramo VII	Km. 253+000	Roncha	3.99	VAN	-44,906	-134,933	-113,440
				TIR %	1%	-31%	-22%
Tramo VIII	Roncha	Chupaca	16.54	VAN	-81,204	-408,080	-308,033
				TIR %	8%	-18%	-10%

FUENTE: Elaboración propia.

1.4.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el Análisis de Sensibilidad se a realizado un aumento en los periodos de evaluación hasta obtener una rentabilidad de una de las alternativas.

CUADRO 1.13: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

TRAMOS	INICIO	FIN	LONGITUD	INDICADORES ECONOMICOS	1° ALTERNATIVA SLURRY	2° ALTERNATIVA OTTA SEAL	3° ALTERNATIVA MACRO SEAL	OBSERVACION
Tramo I	Cañete	Lunahuana	40.95	VAN	1,524,378	-175,209	384,100	Se hace rentable a los 3 años las alternativas de Slurry y Macro.
				TIR %	50%	6%	21%	
Tramo II	Lunahuana	Pacaran	11.91	VAN	117,657	-524,313	-314,184	Se hace rentable a los 4 años el mantenimiento con slurry.
				TIR %	16%	-14%	-3%	
Tramo III	Pacaran	Catahuasi	24.14	VAN	100,256	-520,573	-333,395	Se hace rentable a los 4 años el mantenimiento con slurry.
				TIR %	15%	-10%	-2%	
Tramo IV	Catahuasi	Alis	86.10	VAN	-1,324,346	-3,355,095	-3,018,475	Se dio un periodo de 10 años con mantenimiento con slurry.
				TIR %	7%	-	-	
Tramo V	Alis	Km. 227+000	62.10	VAN	10,526	-2,193,027	-1,949,387	Se hace rentable a los 10 años el mantenimiento con slurry.
				TIR %	11%	-9%	-6%	
Tramo VI	Km. 227+000	Km. 253+000	26.00	VAN	262,915	-660,947	-471,574	Se hace rentable a los 4 años el mantenimiento con slurry.
				TIR %	20%	-16%	-7%	
Tramo VII	Km. 253+000	Roncha	3.99	VAN	12,163	-109,410	-80,349	Se hace rentable a los 4 años el mantenimiento con slurry.
				TIR %	14%	-17%	-9%	
Tramo VIII	Roncha	Chupaca	16.54	VAN	179,725	-261,694	-126,721	Se hace rentable a los 4 años el mantenimiento con slurry.
				TIR %	21%	-5%	4%	

FUENTE: Elaboración propia.

1.4.3 SOSTENIBILIDAD

Los factores que podrían 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 vinculo económico entre las regiones de Lima, Junín e Ica; gobiernos que estarían dispuestos a darle la debida importancia para la realización del proyecto.

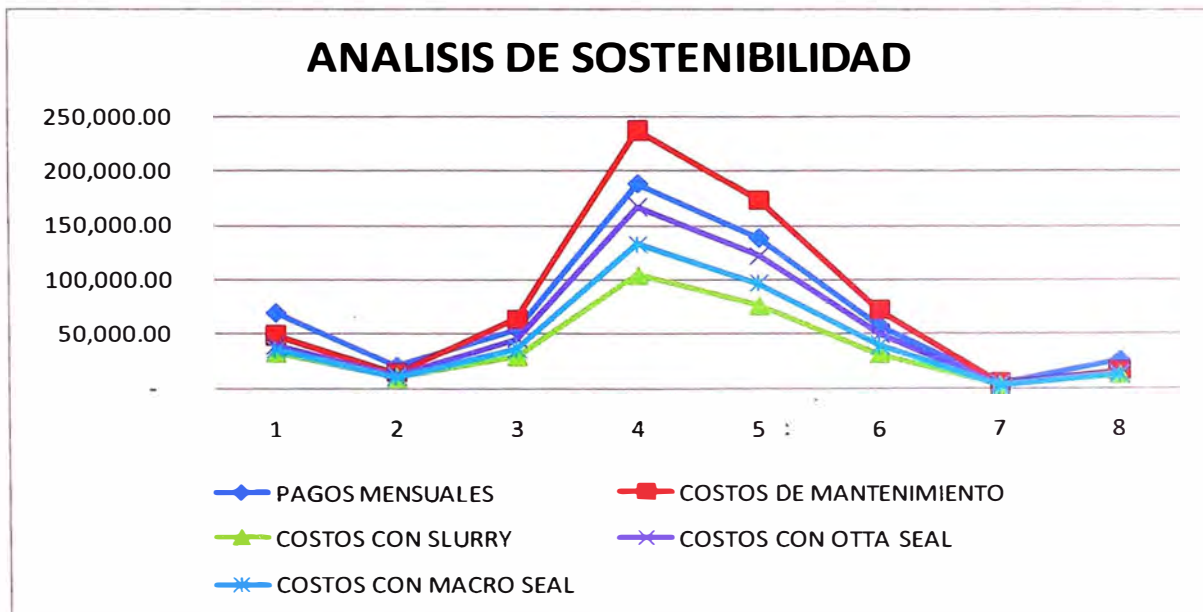
A continuación se presenta un análisis de sostenibilidad con las alternativas propuestas.

CUADRO 1.14: RESUMEN DE COSTOS MENSUALES DE CONSERVACIÓN 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

GRÁFICO N° 1.01



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 1.02



FUENTE: Elaboración propia

1.4.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE

Realizada la evaluación económica del proyecto se determina que la alternativa más conveniente para cada tramo es la alternativa 1 (MANTENIMIENTO RUTINARO SLURRY SEAL) como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 1.15: COMPARACION DE ALTERNATIVAS

RESUMEN: GRUPO 4

TRAMO	LONGITUD (km)	PAGO MENSUAL POR PARTE DEL ESTADO S/.	COSTO MANTENIMIENTO RUTINARIO MENSUAL SIN ALTERNATIVA (S/.)	ALTERNATIVA N°1 M.RUTINARIO CON SLURRY SEAL	ALTERNATIVA N°2 M.RUTINARIO CON OTTA SEAL	ALTERNATIVA N°3 M.RUTINARIO CON MICROPAVIMENTC
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
		558,845.16	632,374.74	300,878.82	457,049.43	370,995.32

FUENTE: Elaboración propia

1.4.5 MATRIZ DEL MARCO LÓGICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
FIN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA VIA 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ REDUCCION DE TIEMPO DE VIAJE ✓ DISMINUCION DE ACCIDENTES EN LA VIA 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ AGENCIA DE TRANSPORTE ✓ REPORTES POLICIALES 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ QUE LA PROPUESTA PLANTEADA SEA ACEPTADA
PROPÓSITO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SOLUCION DE CAMBIO ESTANDAR ✓ CONSERVACION RUTINARIA 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DISMINUCION DE COV ✓ VERIFICACION DEL IRI 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ENCUESTAS A LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE ✓ ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ NO PROTESTAS CON LA ALTERNATIVA DE CAMBIO DE ESTANDAR
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MEJORAMIENTO DE LA CARRERA MEDIANTE UN CAMBIO DE ESTANDAR ✓ MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIODICO 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MEJORAMIENTO DE LOS 281.73 Km. DE LA VIA ✓ INDICE DE SERVIACIABILIDAD 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ INFORMES DE MANTENIMIENTO ✓ ENCUESTAS REALIZADOS A LOS USUARIOS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO VIAL
ACCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ELABORACION DE UN PERFIL ✓ ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO ✓ EJECUCION DE OBRA ✓ EJECUCION DE MANTENIMIENTO 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 PERFIL ✓ 1 EXPEDIENTE TECNICO ✓ HORIZONTE DEL PROYECTO 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FACTURAS Y BOLETAS ✓ VALORIZACIONES 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FINANCIAMIENTO PROYECTO PERU

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

2.1. EL EQUIPO MERLÍN

En la década de los 80, el TRANSPORTATION ROAD RESEARCH LABORATORY (TRRL, Inglaterra) desarrolló un instrumento de medición de rugosidad en pavimentos, al cual lo denominaron equipo MERLÍN (Machine for Evaluating roughness using Low-cost Instrumentation), cuyo principio de diseño y calibración fue en base a los datos de rugosidades obtenidos en el International Road Roughness Experiment (IRRE, Brasil 1982). Posteriormente se dió a conocer aun más en la década de los 90, con la finalidad de disponer de un equipo de tecnología intermedia diseñado para ser difundido en los países en vías de desarrollo, por las ventajas de su bajo costo de fabricación y por la gran exactitud de los resultados que proporciona. El empleo del equipo original MERLÍN es el que mayor difusión ha logrado en países de Latinoamérica.

El primer diseño del Merlín es la versión Mk1 tal como se aprecia en la Fotografía N° 2.1, posteriormente el TRRL presentó otro diseño del Merlín siendo esta la versión Mk2 como se muestra en la Fotografía N° 2.2

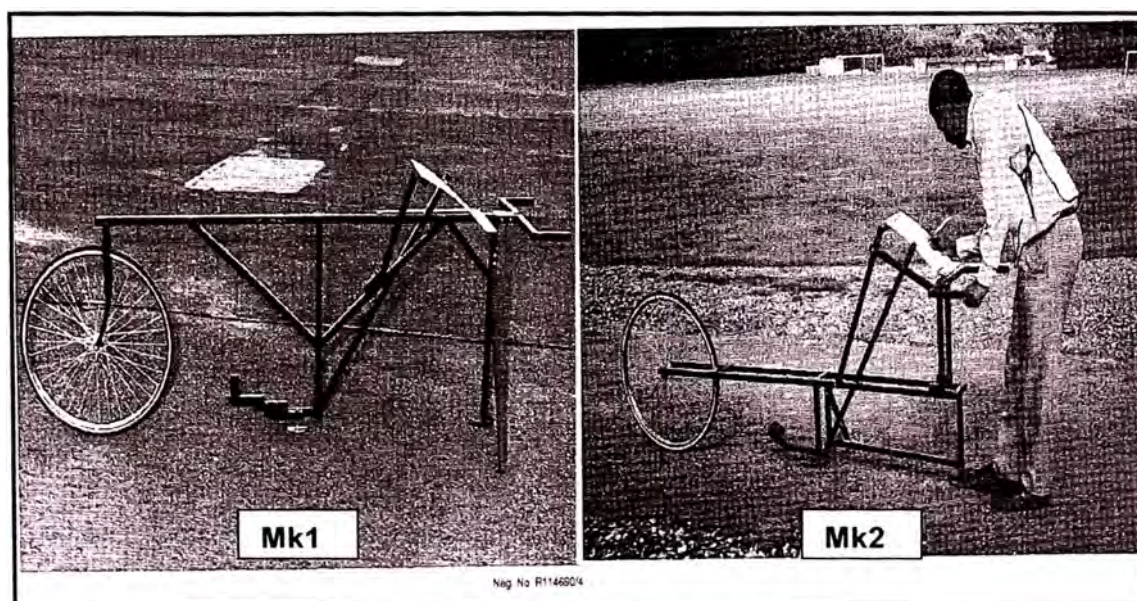


Gráfico N° 2.01: Primera versión del Merlín

Gráfica N° 2.02: Segunda versión del Merlín

Fuente: Ma. Cundill , 1996

Fuente: Ma. Cundill , 1996

En el Salvador, el primer estudio de rugosidad con Equipo Merlin se realizó en Julio de 1996 en la carretera San Rafael – Sensuntepeque (Ver cuadro N° 2.1), cuyo pavimento fue carpeta asfáltica nueva. El evento se efectuó como parte del proyecto CA1-Sensuntepeque, para estudios de control de calidad de pavimentos.

Cuadro N° 2.01: Primeros Estudios de Rugosidad con Equipo Merlin en el Salvador.

PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD (Km)	PAIS	PAVIMENTO	FECHA
CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - DV.ILOBASCO	KM 40+700-KM 52+000	11.3	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - DV.ILOBASCO	KM 52+000-KM 54+600	2.6	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - DV.ILOBASCO	KM 54+600-KM 60+000	5.4	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - DV.ILOBASCO	KM 60+000-KM 69+800	9.8	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
CA1-SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - SENSUNTEPEQUE	SAN RAFAEL - DV.ILOBASCO	KM 69+800-KM 83+200	13.4	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96

Fuente: Adaptación propia a partir de Del Águila P., 1999.

En Bolivia como parte del proyecto Río Seco – Desaguadero, en Febrero de 1998, se utilizó por primera vez el equipo Merlin, para evaluaciones de rugosidad en la carretera Río Seco – Guaqui (La Paz), En esta ocasión la evaluación se realizó sobre carpeta asfáltica nueva, para estudios de control de calidad de pavimentos (Ver cuadro N° 2.2).

Cuadro N° 2.02: Primeros Estudios de Rugosidad con Equipo Merlin en Bolivia.

PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD (Km)	PAIS	PAVIMENTO	FECHA
RIO SECO-DESAGUADERO	RIO SECO-GUAQUI	KM 0+612-KM 72+750	KM 0+612-KM 72+750		LA PAZ-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-98
RIO SECO-DESAGUADERO	RIO SECO-GUAQUI	KM 0+612-KM 72+750	KM 0+612-KM 72+750	6.5	LA PAZ-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-98

Fuente: Adaptación propia a partir de Del Águila P., 1999.

2.2. EL EQUIPO MERLÍN EN EL PERÚ

En el Perú, el primer estudio de rugosidad con equipo MERLÍN, se efectuó durante el mes de Septiembre de 1993 (Del Águila P., 1999), en el marco del primer programa de rehabilitación de carreteras financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cuál estuvo bajo la administración inicial de la Unidad Ejecutora de Proyectos del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (UEP), que posteriormente se convirtió en el Programa Especial de Rehabilitación de Infraestructura de Transportes (PERT), como parte de los estudios para la rehabilitación de la carretera Huayre-Huánuco, parte de una vía de integración regional de gran importancia en el Perú. En esa oportunidad la evaluación se efectuó sobre un pavimento asfáltico en avanzado estado de deterioro, y sobre tramos con tratamiento superficial bi-capa tal como figura en el Cuadro N° 2.3. En este mismo año también se efectuaron otros estudios de rugosidad como es el caso de la carretera Sullana-Aguas Verdes, el cual también se encontraba en avanzado estado de deterioro.

Cuadro N° 2.03: Primeros Estudios de Rugosidad con Equipo Merlín en el Perú.

PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD (Km)	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN	KM 247+000-KM 323+500	76.5	JUNIN-PASCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 2+400-KM 39+300	36.9	PASCO-HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 39+300-KM 46+500	7.2	HUANUCO	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-93
CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 46+500-KM 83+500	37	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93

Fuente: Adaptacion propia a partir de Del Águila P., 1999.

La primera aplicación del MERLÍN para el control de la rugosidad de un pavimento asfáltico nuevo, se produjo en el mes de Febrero de 1995, en el tramo de la Carretera Panamericana Norte correspondiente a la vía de evitamiento de la ciudad de Trujillo, en el norte del Perú (Tramo Trujillo – Pacasmayo). En consecuencia, dichas carreteras fueron las primeras en ser evaluadas para la

determinación de su rugosidad, primero durante los estudios para su rehabilitación y posteriormente al finalizar la etapa constructiva.

Posteriormente se inicia un segundo programa de rehabilitación que continúa hasta la fecha, el que incluye las principales vías de penetración hacia el interior del país, y en consecuencia, las mediciones se extienden a dicha red.

Como consecuencia de la investigación desarrollada en el Perú en la década de los años noventa, la que se basó en los fundamentos del trabajo original desarrollado por el TRRL, los conceptos establecidos en el International Road Roughness Experiment (IRRE, Brasil 1982), los resultados de la correlación de la rugosidad con el concepto de la "serviciabilidad" del método de diseño AASHTO, la metodología para la evaluación de pavimentos con el equipo MERLIN fue repotenciada con el diseño de un nuevo método de medición, el desarrollo de un software para la determinación del IRI y establecimiento de una ecuación de cálculo para el caso de pavimentos asfálticos nuevos, lo que propició su empleo masivo en estudios para rehabilitación y mantenimiento, y para los servicios de control de calidad en la construcción de carreteras.

2.3. RUGOSIDAD E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

La rugosidad se define como las irregularidades en la superficie del pavimento que afectan adversamente la calidad de rodado, seguridad y costos de operación del vehículo.

En la década de los 70's, el Banco Mundial financió diferentes programas de investigación a gran escala, entre los cuales se encontraba un proyecto relacionado con la calidad de las vías y los costos a los usuarios, a través del cual se detectó que los datos de rugosidad superficial de diferentes partes del mundo no podían ser comparados. Aún datos de un mismo país no eran confiables, debido a que las mediciones fueron realizadas con equipos y métodos que no eran estables en el tiempo.

Con el objetivo de unificar los parámetros de medición de rugosidad, se planteó a nivel internacional el interés de desarrollar un índice único y común al que

referirse, que fuera independiente del equipo o técnica de obtención de la geometría del perfil y que además representa significativamente el conjunto de las percepciones de los usuarios circulando en un vehículo medio a una velocidad media.

Estas necesidades dieron lugar a la realización del experimento internacional llamado IRRE (Internacional Road Roughness Experiment), dicho evento se realizó en Brasilia (Brasil) entre Mayo y Junio de 1982 y fue conducido por Equipos de Investigación de Brasil, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Bélgica. En dicho evento se utilizaron diferentes equipos de medición de rugosidad, con distinta metodología de aplicación. Fueron 11 los equipos utilizados y fueron separados en 03 categorías:

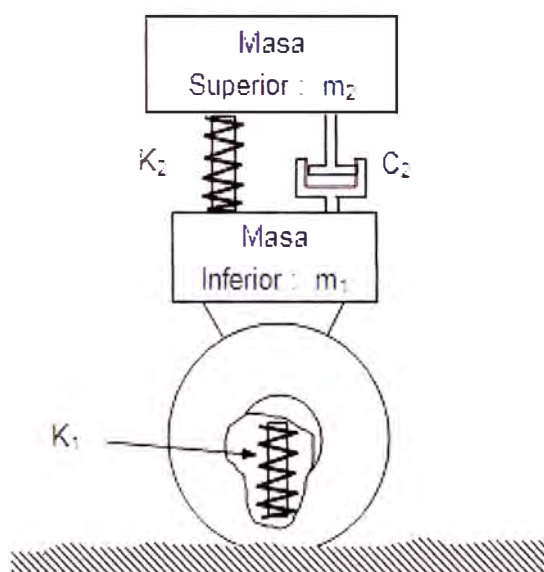
- Equipos tipo respuesta RTRRMSS (03 Maysmeter, 02 Roadmeters, 01 Bump Integrator y 01 BPR Rougmeter).
- Perfilómetros dinámicos de alta velocidad (01 APL, 01 Perfilómetro dinámico superficial)
- Métodos estáticos de medición del perfil (01 Nivel y mira, 01 Viga desarrollado por el TRRL)

Los equipos utilizados fueron experimentados sobre cuarenta y nueve (49) sitios: trece superficies de hormigón, doce secciones con tratamiento superficial, doce caminos de grava y doce caminos de tierra. Como resultado de dicho evento fue el desarrollo del concepto y método de cálculo del *Índice Internacional de Rugosidad*, mejor conocido como **IRI** (International Roughness Index) el mismo que fue desarrollado por Laboratorio Británico de Investigación de Transporte y Caminos (TRRL).

Después de cuatro años de realizado el experimento el Banco Mundial (1986) propuso al Índice de rugosidad Internacional como un estándar estadístico de la rugosidad utilizado como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. Es así que actualmente en muchos países, se realizan evaluaciones sobre la condición actual del pavimento basados en los principios del TRRL, el cual contribuye a la mejora de políticas relacionadas con la gestión de pavimentos.

El IRI se define como la sumatoria de desviaciones en mm, de los desniveles respecto a una cuerda promedio (de longitud igual a 1.80m) de la superficie de rodadura. El cálculo del IRI se realiza mediante un modelo que simula el paso de un cuarto de vehículo a 80 km/h sobre el pavimento. El modelo calcula la suma de desplazamientos verticales de una masa en el interior del vehículo estándar a lo largo de un camino, y se expresa en mm/m, m/km.. El IRI indica la calidad de funcionamiento del pavimento en cuanto a suavidad, comodidad y seguridad.

Grafico N° 2.03: Modelo Cuarto de Coche para calcular el IRI.

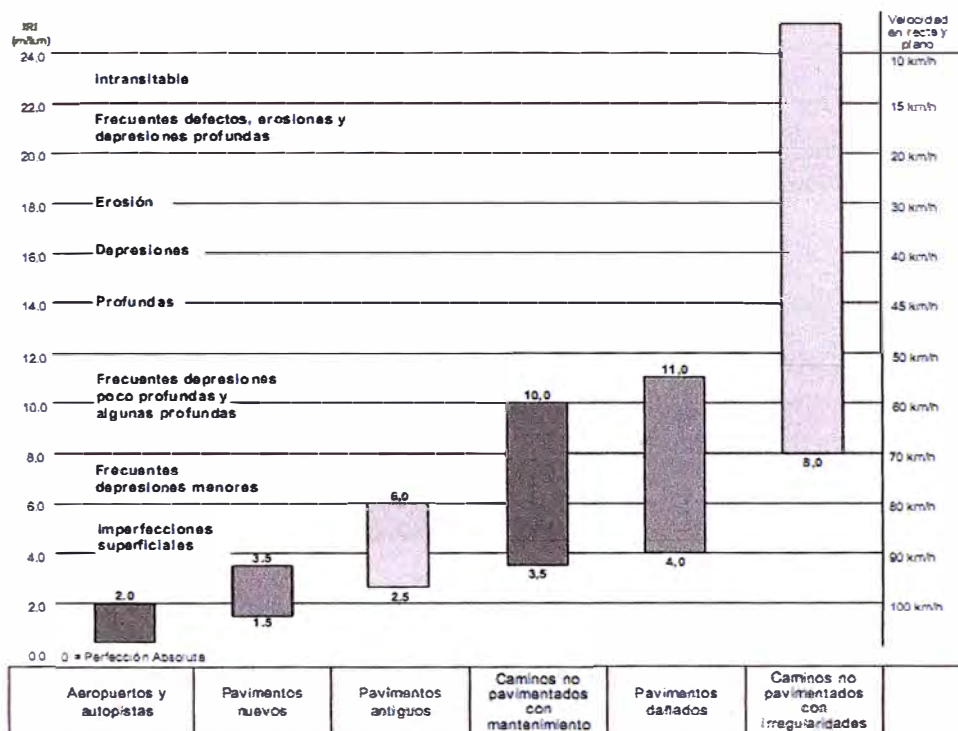


Fuente: Del Águila P., 1999

2.4. ESCALAS DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

En el grafico adjunto se aprecia los rangos correspondientes a diferentes tipos de pavimentos, se deduce que no existe una calificación para pavimentos básicos.

Grafico N° 2.04: Escala de Rugosidad para pavimentos IRI



(Fuente: MTC Manual para la conservación de las carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito)

2.5. MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

De acuerdo con la clasificación establecida por el Banco Mundial los métodos para la medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases:

Métodos Clase 1

Basados en la medición de perfiles topográficos de gran precisión, estos métodos se constituyen como los más exactos que existen para la determinación del IRI. Los métodos de la clase 1 establecen la rugosidad a través de la determinación muy exacta del perfil longitudinal de un pavimento, con medidas espaciadas cada 0.25 m y cotas con una precisión de 0.5 mm. A esta clase pertenecen los métodos basados en la medición del perfil del pavimento con el perfilómetro TRRL Beam, y, con mira y nivel de precisión (Rod and Level).

Métodos Clase 2

Esta clase incluye todos los otros métodos en los cuales la rugosidad se determina sobre la base de la medición del perfil longitudinal, pero con una

exactitud menor que los de la Clase 1. Estos métodos recurren al uso de perfilómetros de alta velocidad o mediciones estáticas con equipos similares a los de Clase 1, pero con niveles inferiores de exactitud. Entre los perfilómetros de alta velocidad se tienen, el APL Trailer y GMR type Inertial Profilometer.

Tanto los métodos Clase 1, como los Clase 2, establecen la rugosidad en unidades IRI haciendo uso de programas de cómputo, los cuales se basan en algoritmos matemáticos que simulan la respuesta dinámica que experimenta el sistema de suspensión de un vehículo modelo, al “transitar” por el perfil medido. Dicha respuesta se sintetiza finalmente en la cantidad de movimiento relativo vertical acumulado por unidad de longitud, expresado en m/Km. y que recibe el nombre de IRI.

En el Perú el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC) considera al equipo Merlin dentro de la Clase 2.

Métodos Clase 3

En estos métodos se utilizan ecuaciones de correlación para convertir data de campo a las unidades internacionales de medición de rugosidad. Usualmente se emplean rugosímetros dinámicos: recolectan los datos instalados en un vehículo que recorre la vía a una velocidad uniforme. La precisión de los resultados obtenidos depende de la calibración dinámica del vehículo para proporcionar los valores de rugosidad, empleando ecuaciones de correlación para convertir las lecturas a la escala IRI. Estos métodos, también denominados “tipo respuesta” (Response-Type Road Roughness Measuring System, o simplemente, RTRRMS). En este grupo se encuentran el Mays Meter, Bump Integrator, NAASRA Meter, Cosmeter, PCA Meter, entre otros.

El equipo Merlin por ser de gran precisión, es usado para la calibración del equipo Bump Integrator.

Métodos Clase 4

Se basan en una evaluación subjetiva en la cual el IRI se estima con una inspección visual. Las observaciones se limitan a un equivalente aproximado a la

escala del IRI, se usa cuando se desea conocer aproximadamente el estado de la uniformidad superficial.

2.6. SERVICIABILIDAD E ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE

La definición de serviciabilidad fue desarrollada por la AASHTO Road Test, y es orientada a evaluar su capacidad para proporcionar una transitabilidad suave y confortable. Por lo tanto el concepto de serviciabilidad está relacionado con el concepto de rugosidad.

Para evaluar la serviciabilidad de un pavimento, se emplea el parámetro denominado Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), el cual establece la condición funcional o capacidad de servicio actual del pavimento. Dichos conceptos fueron desarrollados por el cuerpo técnico del Ensayo Vial AASHO, en 1957 (Ver Cuadro N° 2.4), hoy ASSHTO. Los valores del PSI se evalúan mediante una escala que va de 0 a 5, en donde la condición óptima corresponde al máximo valor y viceversa.

Cuadro N° 2.04: Escala de Calificación de la Serviciabilidad.

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5-4	Muy Buena	Sólo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficientemente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recapeados durante el año de inspección normalmente se clasificarían como muy buena.
4-3	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y figuración aleatorio. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3-2	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2-1	Mala	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas, escalonamientos, parches, agrietamiento y bombeo.
1-0	Muy Mala	Los pavimentos de esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.

Fuente: AASHTO, 1962

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO TEÓRICO DEL EQUIPO MERLÍN

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables.

A pesar de la gran exactitud de los resultados que proporciona el MERLIN, sólo superada por la exactitud que proporciona el método topográfico, la desventaja del equipo es su bajo rendimiento si se compara con los rugosímetros dinámicos automatizados, tales como: el Bump Integrator, Mays Meter, Perfilómetro Laser, etc. La gran cantidad de tiempo consumido en la toma de datos y cálculo del IRI, utilizando el método gráfico original establecido por el TRRL, se hace más notoria cuando se trata de evaluar la rugosidad de vías de gran longitud (100 km o más) y se dispone de muy poco tiempo para ello.

Debido a que en los países latinoamericanos la oportunidad de empleo de los rugosímetros aún sigue siendo esporádica, lo que no justifica muchas veces la manutención de vehículos ad hoc destinados a la operación de equipos dinámicos y los costos de calibración relativamente altos, o a que las redes a ser evaluadas no son de gran extensión, el MERLIN constituye una buena alternativa, siempre y cuando sea resuelto el problema del bajo rendimiento (uso de métodos adecuados para medición y cálculo), más aún cuando los resultados que proporciona son más exactos que los de cualquier equipo automatizado.

En dicho contexto las tareas principales, para establecer una metodología que permita una mayor eficiencia, han sido las de estudiar las fuentes que inciden en el bajo rendimiento del equipo y desarrollar métodos que permitan procesos

automatizados, complementándose esto con la inclusión de criterios de análisis y especificaciones técnicas para la calificación de los resultados, lo que ha sido posible por la experiencia ganada entre 1993 y 1998, luego de la evaluación de más de 3,000 km de pavimentos, en más de 100 proyectos de carreteras, en el Perú.

3.2. DISEÑO DEL EQUIPO MERLÍN

Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo.

El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla.

Aproximadamente en la parte central del elemento horizontal, se proyecta hacia abajo una barra vertical que no llega al piso, en cuyo extremo inferior pivotea un brazo móvil.

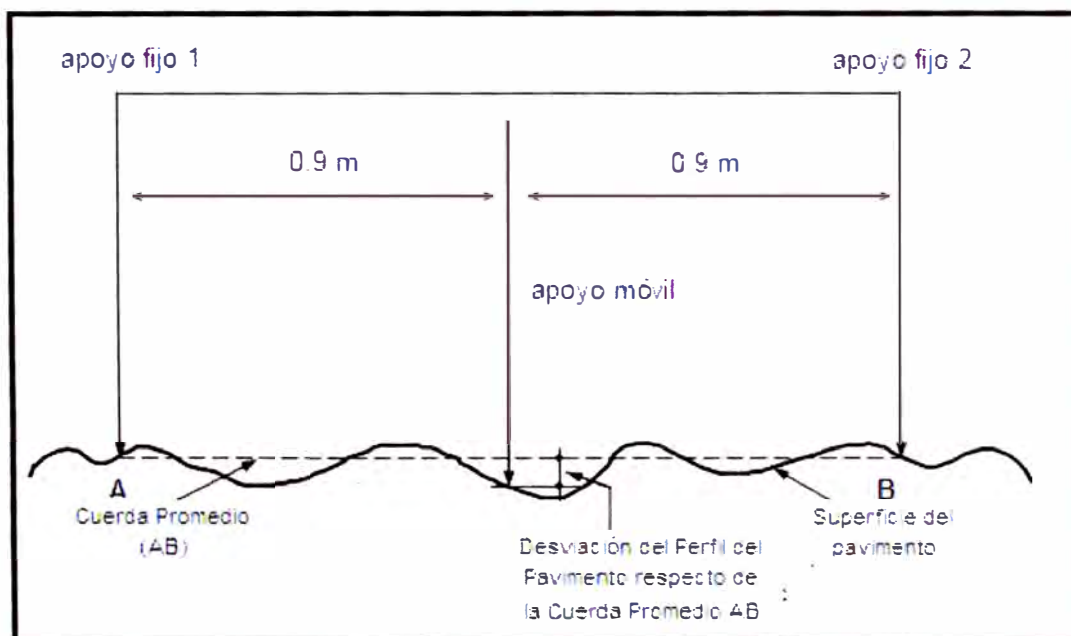
El extremo inferior del brazo móvil está en contacto directo con el piso, mediante un patín empernado y ajustable, el cual se adecua a las imperfecciones del terreno, mientras que el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el extremo inferior del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento.

La relación de brazos entre los segmentos extremo inferior del patín móvil-pivote y pivote-puntero es 1 a 10, de manera tal que un movimiento vertical de 1 mm, en el extremo inferior del patín móvil, produce un desplazamiento de 1 cm del puntero.

Para registrar los movimientos del puntero, se utiliza una escala gráfica con 50 divisiones, de 5 mm de espesor cada una, que va adherida en el borde del tablero sobre el cual se desliza el puntero.

El grafico N° 3.01 ilustra como el MERLÍN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. El desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio”.

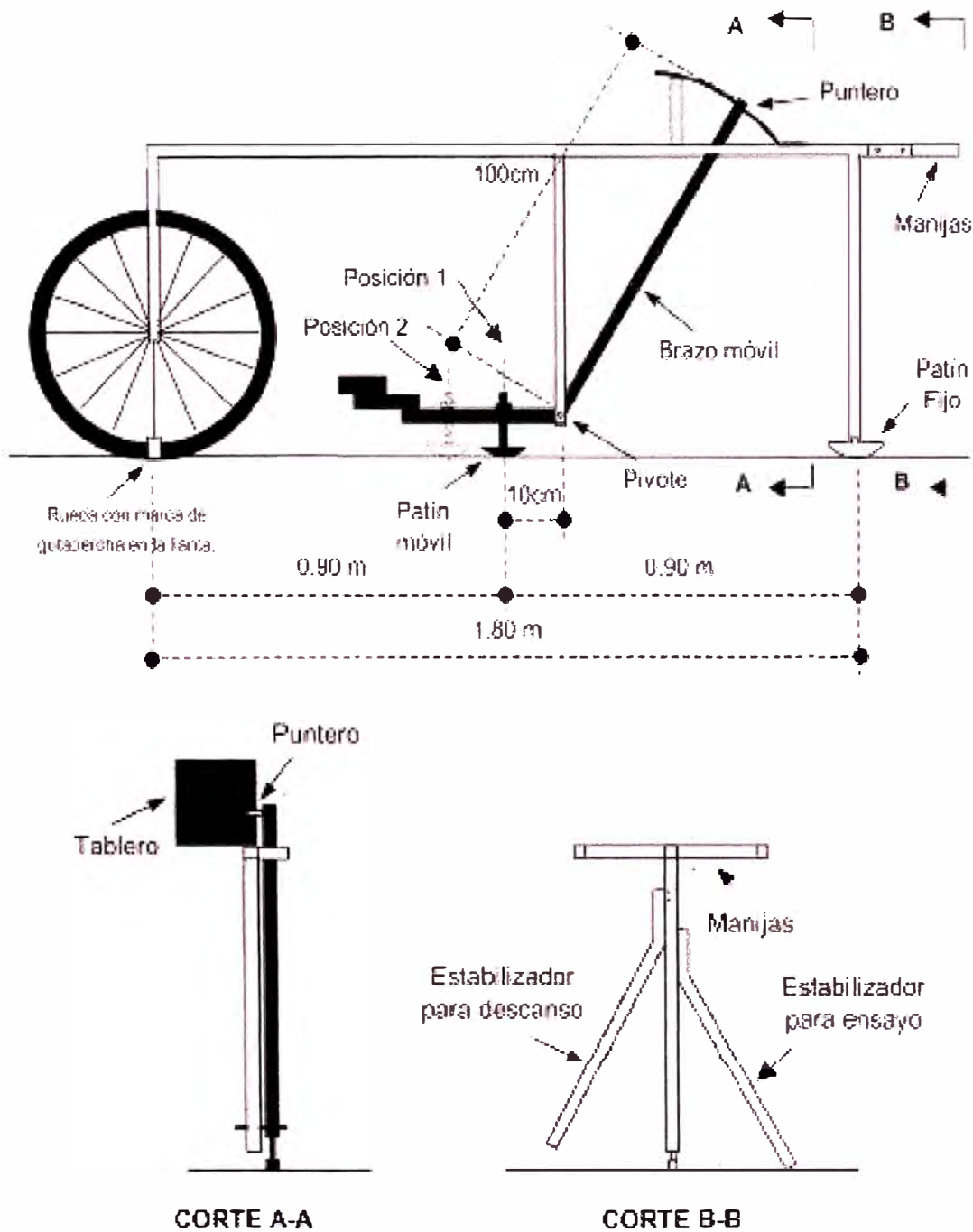
Gráfico N° 3.01: Desviación respecto a la cuerda promedio.



Fuente: Ma Cundill, 1996.

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición. El grafico N° 3.02 representa un esquema ilustrativo del instrumento.

Gráfico N° 3.02: Esquema del Equipo Merlin.



Fuente: Ma Cundill, 1996.

3.3. METODOLOGÍA DEL ENSAYO

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajan conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un

auxiliar que las anota. Asimismo, debe seleccionarse un trecho de aproximadamente 400 m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectúan siguiendo la huella exterior del tráfico.

Para determinar un valor de rugosidad se deben efectuar 200 observaciones de las “irregularidades que presenta el pavimento” (desviaciones relativas a la cuerda promedio), cada una de las cuáles son detectadas por el patín móvil del MERLIN, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas. Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2m de distancia; en la práctica esto se resuelve tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLIN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta de la rueda.

En cada observación el instrumento debe descansar sobre el camino apoyado en tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo. La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo.

El proceso de medición es continuo y se realiza a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba empieza estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo, el operador espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar. Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repite la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas.

3.3.1. PROCEDIMIENTO DE CAMPO

Para realizar el procedimiento de Campo, se siguen los siguientes pasos:

En una hoja vertical, se hacen líneas paralelas cada 5 mm (unidades MERLIN), se hace esto hasta tener 50 espacios de 5 mm, y se pone la numeración del 1 al 50, de arriba hacia abajo.

GRAFICO N° 3.03: HOJA DE DATOS

PROYECTO _____		MERCED DEL LIRI	
NOMBRE OPERADORA _____		CARRERA	K. INICIAL
OPERADOR _____		DEL EQUIPO	M. TERMINAL
		CARRERA	K. FINAL

CARTELERA DE CONTROL DEL MERLIN			
1	21	31	41
2	22	32	42
3	23	33	43
4	24	34	44
5	25	35	45
6	26	36	46
7	27	37	47
8	28	38	48
9	29	39	49
10	30	40	50
11	31	41	51
12	32	42	52
13	33	43	53
14	34	44	54
15	35	45	55
16	36	46	56
17	37	47	57
18	38	48	58
19	39	49	59
20	40	50	60
21	41	51	61
22	42	52	62
23	43	53	63
24	44	54	64
25	45	55	65
26	46	56	66
27	47	57	67
28	48	58	68
29	49	59	69
30	50	60	70
31	51	61	71
32	52	62	72
33	53	63	73
34	54	64	74
35	55	65	75
36	56	66	76
37	57	67	77
38	58	68	78
39	59	69	79
40	60	70	80
41	61	71	81
42	62	72	82
43	63	73	83
44	64	74	84
45	65	75	85
46	66	76	86
47	67	77	87
48	68	78	88
49	69	79	89
50	70	80	90

Se coloca la hoja vertical en el tablero del equipo MERLÍN, haciendo coincidir el borde de la hoja con el borde del tablero del equipo.

Se realiza una hoja para la recolección de los datos de campo, la cual tendrá 10 columnas y 20 filas, el llenado de estas casillas se hace de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. Esta hoja la lleva el personal de apoyo para las mediciones.

GRÁFICO N° 3.04: HOJA DE CAMPO

**ENSAYOS PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN
 (HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO:
 SECTOR :
 TRAMO :
 CARRIL :

OPERADOR :
 SUPERVISOR :
 FECHA :

ENSAYO N° KM HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

TIPOS DE PAVIMENTO:

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO MONOCAPA

TRATAMIENTO SLURRY SEAL

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

.....

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Se hace una inspección previa del tramo a evaluar, se seleccionada una longitud de 400m. sin la presencia de factores que pueden influir en la determinación del IRI, como pueden ser gibas, badenes, etc.

Una vez seleccionado el tramo, se hacen marcas en el pavimento cada 10m., por la huella externa que dejan los vehículos al pasar por la pista. Si el

pavimento es nuevo no se aprecia la huella con exactitud, entonces se observará la frecuencia por donde pasan los vehículos y se establecerá la huella.

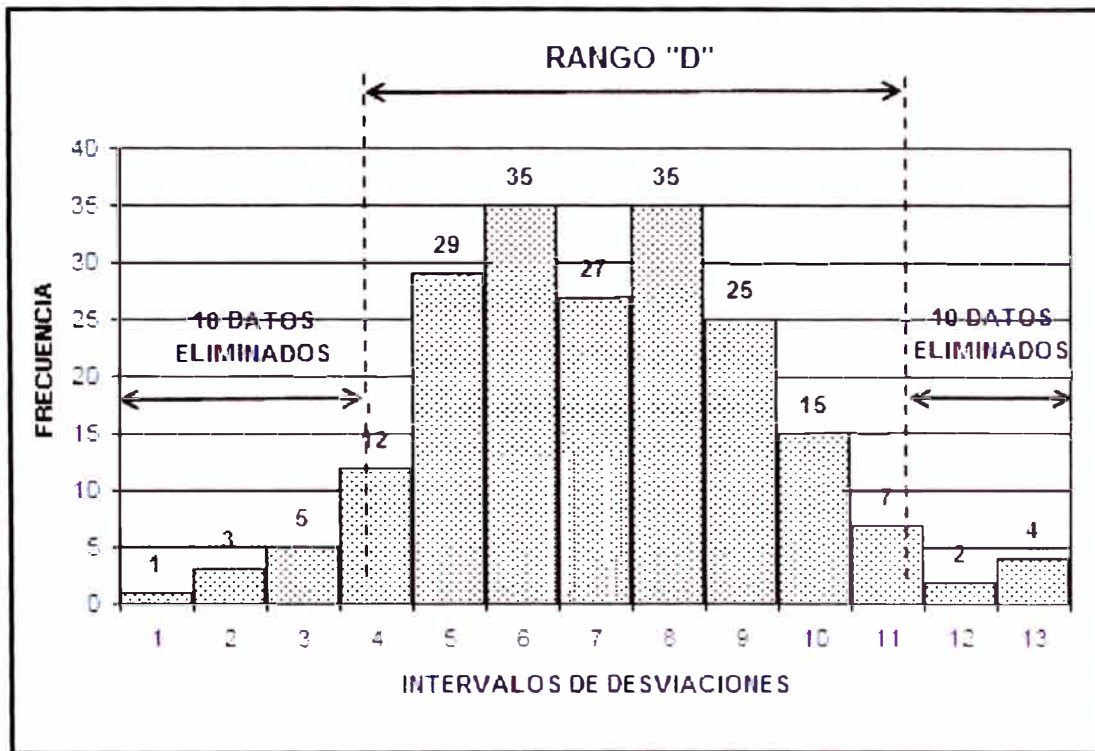
Se estaciona el equipo MERLIN, en la primera marca, y se ajusta mediante pernos hasta que la desviación en el primer punto sea de 25 unidades MERLIN. Se sujeta el equipo por las manijas, se eleva y se sigue la dirección de las marcas hechas anteriormente hasta llegar al siguiente punto a 2 metros de distancia del primero (una vuelta de la llanta), se baja lentamente el equipo y se espera a que se estabilice y se procede a leer la desviación marcada en la hoja con unidades MERLIN. Se repite el procedimiento hasta obtener 200 datos.

3.3.2. CÁLCULO DEL RANGO “D”

Como se ha explicado, para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada sobre el tablero del rugosímetro, la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil. La división N° 25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero sobre el tablero cuando el perfil del terreno coincide con la línea o cuerda promedio. En la medida que las diversas posiciones que adopte el puntero coincidan con la división 25 o con alguna cercana (dispersión baja), el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil igual o cercano a una línea recta (baja rugosidad). Por el contrario, si el puntero adopta repetitivamente posiciones alejadas a la división N°25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada).

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLIN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, la cual puede expresarse, para fines didácticos, en forma de histograma. Posteriormente se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10% de datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.

GRAFICO N° 3.05: INTERVALO DE DESVIACIONES



3.3.3. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL AJUSTE DE “D”

La relación de brazos del rugosímetro es de 1 a 10. Esta relación en la práctica suele variar, y depende del desgaste que experimenta el patín del brazo móvil del instrumento. En consecuencia, para corregir los resultados se verifica la relación de brazos actual del instrumento, y, se determina un factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar.

Para determinar el factor de corrección se hace uso de un disco circular de bronce de aproximadamente 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor, y se procede de la siguiente manera:

1. Se determina el espesor de la pastilla, en milímetros, utilizando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm. El espesor se calculará como el valor promedio considerando 4 medidas diametralmente opuestas.

2. Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso de terrazo, por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso (por ejemplo, lectura = 25). Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso. Esta acción hará que el puntero sobre el tablero se desplace, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al espesor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir: $6.2 \times 10 = 62 \text{ mm}$), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y cuando la relación de brazos actual del equipo sea igual a la asumida. Si no sucede eso, se deberá encontrar un factor de corrección (F.C.) usando la siguiente expresión:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

Donde:

EP : Espesor de la pastilla

LI : Posición inicial del puntero

LF : Posición final del puntero

Finalmente, encontramos un Dcorregido con la siguiente expresión:

$$D_{\text{corregido}} = D * FC$$

3.4. ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio.

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la

superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad. El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma). El valor D es la rugosidad del pavimento en "unidades MERLIN".

3.4.1. CORRELACIONES D VERSUS IRI

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

$$\text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9, \text{ entonces } \text{IRI} = 0.593 + 0.0471 D \dots\dots (1)$$

$$\text{Cuando } \text{IRI} < 2.4, \text{ entonces } \text{IRI} = 0.0485 D \dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

La expresión (1) es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, utilizando una base de datos proveniente del Ensayo Internacional sobre Rugosidad realizado en Brasil en 1982. La ecuación de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado.

La expresión (2) es la ecuación de correlación establecida de acuerdo a la experiencia peruana y luego de comprobarse, después de ser evaluados más de 3,000 km de pavimentos, que la ecuación original del TRRL no era aplicable para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o poco deformados. Se desarrolló entonces, siguiendo la misma metodología que la utilizada por el laboratorio británico, una ecuación que se emplea para el control de calidad de pavimentos recién construidos.

3.4.2. LIMITES DE LA RUGOSIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PAVIMENTOS

Para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o rehabilitados, la rugosidad o regularidad superficial se deberá controlar calculando el parámetro denominado IRI Característico, el cuál es definido por la siguiente expresión:

$$IRI_c = IRI_p + 1.645 \sigma$$

Donde:

IRI_c : IRI característico

IRI_p : IRI promedio

σ : Desviación estándar

3.5. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

El Índice de Serviabilidad Presente se calcula según la expresión desarrollada por SAYERS M.W., 1986 y tiene la siguiente forma:

$$R = 5.5 \text{ LN} \left(\frac{5.0}{PSI} \right) \pm 25\% , \text{ para } R < 12$$

Donde:

R= Rugosidad en IRI

PSI= Índice de Serviabilidad Presente

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD UTILIZANDO EL EQUIPO MERLÍN EN EL TRAMO Km. 106+000 AL Km. 108+000

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO EVALUADO

La medición de la rugosidad con equipo MERLIN se realizó teniendo en cuenta el modo operativo de los trabajos de campo en la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca Km. 106+000 – Km. 108+000 establecido por la Dirección de Escuela Profesional de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI y los criterios de evaluación de rugosidad con equipo MERLIN.

A continuación algunas características de la zona evaluada.

Carretera : CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA.
Actividad : Evaluación de Rugosidad.
Método : MERLIN.
Equipo : Rugosímetro MERLIN.

Tramo evaluado en el Presente Informe:

Inicio : Km: 106+000
Final : Km: 108+000

Sub - Tramo evaluado con el Rugosímetro MERLIN:

Inicio del Ensayo : Sub Tramo 1 (Km. 106+200 al 106+600)
Fin del Ensayo : Sub Tramo 2 (Km. 107+600 al 108+000)
Sentido de avance : Decreciente según la progresiva.
Huella de la llanta : Izquierda.
Carpeta de Rodadura: Tratamiento Superficial Monocapa.
Cantidad de carriles : Presenta un solo carril.
Ancho de plataforma : 3.0 a 5.0m.
Fecha de Ensayo : 14/05/2010

Herramientas : Tablero, winchas, formatos, conos de seguridad, banderolas, cámara fotográfica, camioneta.

Personal : operador de equipo, anotador de datos, señalador, encargado de seguridad y fotógrafo.

Rendimiento : 4 Km/día.

4.2. TOMA DE DATOS EN CAMPO

Antes de iniciar el ensayo se ubicó la llanta del equipo en la progresiva de inicio Km.106+600 y se colocó el puntero en la parte central de la planilla de toma de datos correspondiente al número 25. La toma de datos se efectuó en cada vuelta completa de la rueda del equipo (2m. aprox.), se realiza una observación de acuerdo a la posición del puntero hasta completar las 200 observaciones. La data obtenida se muestra en los cuadros siguientes:

ENSAYO CON EQUIPO MERLIN - DATOS DE CAMPO													
DATOS DEL ENSAYO N°		0001		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Proyecto:	Corredor Vial N° 13		1	20	42	33	34	36	39	32	32	23	33
Sector:	Catahuasi - Chupaca		2	24	36	40	27	27	33	33	24	30	15
Tramo (km):	106+600	106+200	3	31	23	33	35	36	31	27	34	29	35
Fecha:	14 de Mayo del 2010		4	30	23	35	28	31	34	37	34	39	30
Sentido:	Descendente		5	28	37	32	42	32	27	40	33	30	41
Carril:	Izquierdo		6	22	33	34	37	36	29	39	31	26	33
Tipo de Sup.:	Monocapa		7	29	37	38	29	35	39	31	29	31	38
DATOS DEL OPERADOR			8	45	37	32	31	36	37	33	32	23	37
Nombre:	Luis	R.S.	9	37	32	29	36	30	34	33	39	24	31
DATOS DEL EQUIPO:			10	38	35	30	29	29	32	36	37	32	32
Serie:	541		11	37	30	46	26	33	24	30	32	39	43
SUPERVISADO POR :			12	28	35	30	40	34	34	28	39	08	36
Ing. Mercedes			13	30	37	39	31	34	10	23	36	35	26
OBSERVACIONES:			14	33	33	29	29	33	38	32	32	33	34
Primera Rodada			15	34	30	38	29	32	36	34	35	37	37
			16	27	36	29	39	35	34	43	34	29	24
			17	24	30	36	19	35	32	38	36	27	33
			18	28	32	37	42	30	25	34	33	43	39
			19	31	30	39	31	31	35	35	35	20	35
			20	36	19	40	22	23	31	33	26	36	30

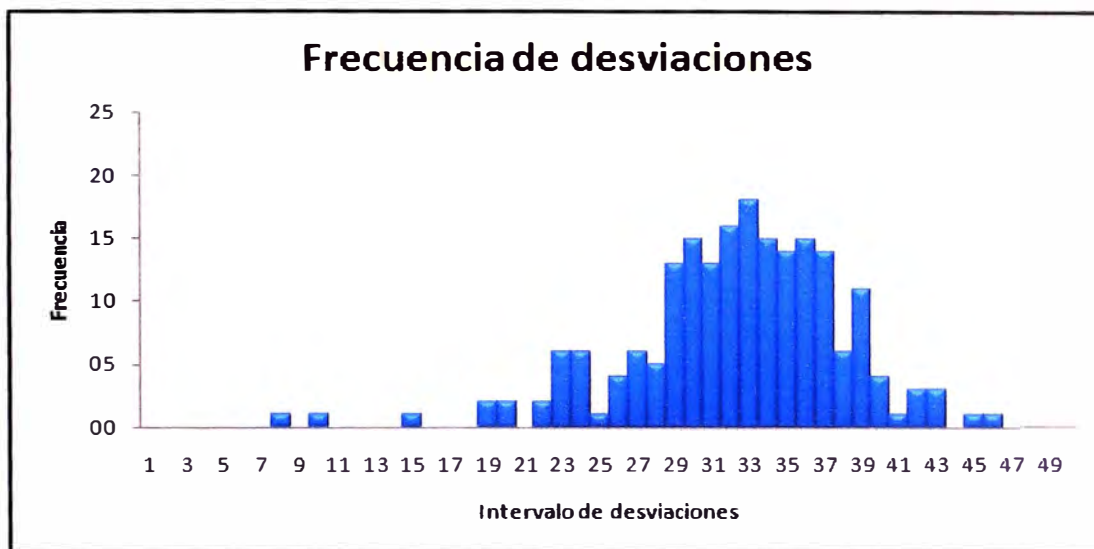
ENSAYO CON EQUIPO MERLIN - DATOS DE CAMPO													
DATOS DEL ENSAYO N°		0001		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Proyecto:	Corredor Vial N° 13		1	20	42	33	34	36	39	32	32	23	33
Sector:	Catahuasi - Chupaca		2	24	36	40	27	27	33	33	24	30	15
Tramo (km):	106+600	106+200	3	31	23	33	35	36	31	27	34	29	35
Fecha:	14 de Mayo del 2010		4	30	23	35	28	31	34	37	34	39	30
Sentido:	Descendente		5	28	37	32	42	32	27	40	33	30	41
Carril:	Izquierdo		6	22	33	34	37	36	29	39	31	26	33
Tipo de Sup.:	Monocapa		7	29	37	38	29	35	39	31	29	31	38
DATOS DEL OPERADOR			8	45	37	32	31	36	37	33	32	23	37
Nombre:	Luis	R.S.	9	37	32	29	36	30	34	33	39	24	31
DATOS DEL EQUIPO:			10	38	35	30	29	29	32	36	37	32	32
Serie:	541		11	37	30	46	26	33	24	30	32	39	43
SUPERVISADO POR :			12	28	35	30	40	34	34	28	39	08	36
Ing. Mercedes			13	30	37	39	31	34	10	23	36	35	26
OBSERVACIONES:			14	33	33	29	29	33	38	32	32	33	34
Primera Rodada			15	34	30	38	29	32	36	34	35	37	37
			16	27	36	29	39	35	34	43	34	29	24
			17	24	30	36	19	35	32	38	36	27	33
			18	28	32	37	42	30	25	34	33	43	39
			19	31	30	39	31	31	35	35	35	20	35
			20	36	19	40	22	23	31	33	26	36	30

4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.3.1. CÁLCULO DEL RANGO "D"

Con la data obtenida de la medición de la rugosidad con equipo MERLIN se procede a realizar la gráfica del histograma de frecuencias tal como se muestra en los gráficos N° 4.01 y 4.02.

**Gráfico N° 4.01: Histograma de Frecuencias de Datos de Rugosidad con equipo MERLIN
tramo: 106+200 – 106+600**



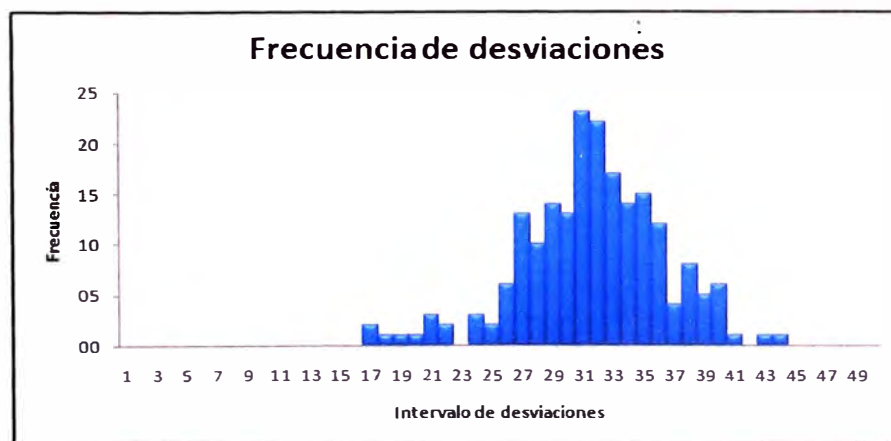
**Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra
de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva**

FUENTE: Elaboración propia.

El rango "D" se calcula a partir del histograma de frecuencias.

$$D = 5/6 + 3/4 + 16 = 17.58$$

**Gráfico N° 4.02: Histograma de Frecuencias de Datos de Rugosidad con equipo MERLIN
tramo: 107+600 – 108+000**



**Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra
de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva**

FUENTE: Elaboración propia.

El rango "D" se calcula a partir del histograma de frecuencias.

$$D = 4/5 + 16 = 16.80$$

4.3.2. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL AJUSTE DE D

El valor de D debe ser corregido con el factor de corrección tal como se muestra en el cuadro siguiente:

CALIBRACIÓN DEL RUGOSIMETRO MERLÍN			
Fecha de Calibración:	14/05/2010		
Espesor de la Pastilla:	6.47mm		
N° de Prueba	Lectura inicial (Li)	Lectura final (Lf)	Diferencia de lecturas
1	25	11	14
2	25	11	14
3	25	12	13
4	25	10	15
Promedio	25	11	
Ecuación para la determinación del Factor de Corrección:			
F.C. = (E.P.*10)/((Li-Lf)*5)			
Reemplazando nuestros valores promedios obtenemos:			
F.C. = 0.924			

4.4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

Para relacionar la rugosidad determinada por el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), se utiliza la siguiente expresión:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D$$

Donde:

- IRI : Índice de Rugosidad Internacional, m/Km.
D : Rugosidad en unidades MERLIN, mm.
2.4m/Km. < IRI < 15.9m/Km.

Reemplazando el valor de D en la expresión anterior se tiene:

IRI = 0.593 + 0.0471 x D	
IRI sub tramo 1 =	4.42
IRI sub tramo 2 =	4.25

De estos dos resultados se proceden a encontrar los parámetros estadísticos.

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

TRAMO		HUELLA	IRI	FECHA DE ENSAYO
PROG. INICIAL	PROG. FINAL			
106+200	- 106+600	a 1,00m del borde	4,42	14/05/2010
107+600	- 108+000	a 1,00m del borde	4,25	14/05/2010
IRI Mínimo			4,25	
IRI Máximo			4,42	
Promedio Aritmético			4,34	
Desviación Estandar			0,12	
IRI Característico			4,53	

4.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

Con el valor del IRI característico obtenido, se calcula el Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) mediante la siguiente expresión:

$$PSI = 5.0 \times e^{-0.1818 \text{ IRI}}$$

Donde:

IRI Índice de Rugosidad Internacional, m/Km.

Reemplazando el valor de IRI en la expresión anterior se tiene:

$$PSI = 2.19$$

4.6. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Análisis del índice de rugosidad internacional

El valor de IRI característico = 4.43 m/km, corresponde a un pavimento calificado como regular en la escala del IRI. El tramo evaluado tiene una antigüedad de 1 año, por lo tanto existe una contradicción, esto se debe a que no existe una escala de IRI para pavimentos básicos con tratamientos superficiales.

Este valor de IRI característico es menor que el IRI característico evaluado por la Universidad Nacional de Ingeniería en los meses de febrero y marzo del 2010, esto se debe a la irregularidad de la superficie del pavimento básico, ya que el procedimiento constructivo no fue hecho con instrumentos topográficos.

De las evaluaciones hechas por la UNI, en su programa de monitoreo, se aprecia que las repeticiones entre ensayos del IRI en un mismo tramo tienen una gran variación, lo que hace difícil la tarea de concluir sobre un deterioro progresivo de la carretera. Ver anexo A.

Análisis del índice de serviciabilidad del pavimento (psi) obtenido

EL valor de PSI = 2.19 indica en la escala propuesta por AAHSTO que corresponde a una clasificación de REGULAR en la escala del PSI, con tendencia a MALA.

CONCLUSIONES

- El objetivo general de este informe fue la evaluación de la rugosidad del tramo km. 106+000 – km. 108+000 con tratamiento superficial monocapa a los 18 meses después de ejecutado el trabajo de colocación de monocapa, el cual resultó un valor de $IRI_{car} = 4.53m/km$.
- Comparando el IRI obtenido del presente informe ($IRI_{MAYO 2010} = 4.53m/km$) con lo obtenido por la UNI ($IRI_{JULIO 2009} = 4.38 m/km$) resultó un incremento de rugosidad igual a $\Delta IRI = +0.15 m/km$ luego de aproximadamente 10 meses de haber sido evaluado por la UNI; lo cual es un indicativo que la vía está perdiendo transitabilidad
- El valor de $PSI=2.19$ indica que la superficie de rodadura se encuentra en estado regular con tendencia a mala.
- El procedimiento constructivo de este proyecto no cuenta con niveles topográficos, lo que produce una superficie de rodadura bastante irregular, a esto se debe la alta variación entre un ensayo y otro de la evaluación del IRI con el equipo MERLÍN.
- Otro factor influyente en el incremento de la rugosidad, es debido a las filtraciones de agua de las cunetas de tierra que se encuentran a lo largo de la vía, las cuales provocan daños en la estructura y superficie del pavimento.
- El equipo MERLÍN utilizado para la evaluación de la rugosidad resultó ser práctico y sencillo en su aplicación, pero su bajo rendimiento de 400 m de ensayo por cada media hora, no constituye una alternativa viable para realizar ensayos continuos en longitudes mayores a los cinco kilómetros por día.

RECOMENDACIONES

- Para tener un buen estado de transitabilidad en la vía ($PSI > 3.0$), se debe realizar un monitoreo permanente en el tramo y así poder programar labores de mantenimiento.
- No es muy recomendable el uso del equipo MERLÍN en pavimentos construidos sin niveles topográficos, debido a que estos pavimentos presentan alta irregularidad en la superficie de rodadura.
- Para obtener buenos resultados de rugosidad con equipo MERLÍN, no se tomarán datos en elementos como: badenes y gibas, debido a que estos no representan deformaciones o deterioros en el pavimento.
- Se recomienda hacer comparaciones de la evaluación del IRI empleando el equipo MERLÍN, con métodos más exactos como el levantamiento topográfico, a fin de verificar si los valores de IRI de este informe son confiables.
- La evaluación de rugosidad con equipo MERLÍN es recomendable en distancias cortas, mientras que en distancias largas se recomienda el equipo "Bump Integrator" (Método tipo respuesta) por tener mayor rendimiento en toma de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- DEL AGUILA MINUSA, PABLO; Estado del Arte sobre la Medición de la Rugosidad de Pavimentos en el Perú; Fondo Editorial ICG, Lima, 2005.
- 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”, Lima, 2005
- 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”, Lima, 2004
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual para la Conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito”, Tarea Asociación Grafica Educativa, Lima, 2008.
- [www.imt.mx/archivos/Publicaciones/Publicaciones Técnicas/pt108.pdf](http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/Publicaciones_Técnicas/pt108.pdf)
- www.camineros.com/docs/cam018.pdf

ANEXO A
EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD POR PARTE DEL
MONITOREO UNI

Anexo A

Evaluación de la Rugosidad por parte del Monitoreo UNI

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI

TRAMO TOTAL : DEL 79+500 AL 138+935
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO
 CARPETA DE
 RODADURA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

CODIGO DEL ARCHIVO	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG. INICIAL	PROG. FINAL			
I - 31	79+500	- 79+900	A 1.00m del borde	4.64	29/06/2009
I - 32	79+900	- 80+300	A 1.00m del borde	3.51	29/06/2009
I - 33	80+300	- 80+700	A 1.00m del borde	3.49	29/06/2009
I - 34	80+700	- 81+100	A 1.00m del borde	3.74	29/06/2009
I - 35	81+900	-- 82+300	A 1.00m del borde	6.32	29/06/2009
I - 36	82+300	- 82+700	A 1.00m del borde	3.50	29/06/2009
I - 37	83+000	- 83+400	A 1.00m del borde	5.89	29/06/2009
I - 38	84+000	- 84+400	A 1.00m del borde	5.05	29/06/2009
I - 39	84+400	- 84+800	A 1.00m del borde	4.01	29/06/2009
I - 40	84+800	- 85+200	A 1.00m del borde	4.02	29/06/2009
I - 41	85+200	- 85+600	A 1.00m del borde	4.55	29/06/2009
I - 42	86+130	- 86+530	A 1.00m del borde	3.85	03/07/2009
I - 43	87+400	- 87+800	A 1.00m del borde	4.02	03/07/2009
I - 44	88+500	- 88+900	A 1.00m del borde	3.61	04/07/2009
I - 45	89+000	- 89+400	A 1.00m del borde	4.56	04/07/2009
I - 46	90+500	- 90+900	A 1.00m del borde	4.51	04/07/2009
I - 47	91+200	- 91+600	A 1.00m del borde	4.32	04/07/2009
I - 48	92+400	- 92+800	A 1.00m del borde	2.91	10/07/2009
I - 49	93+200	- 93+600	A 1.00m del borde	3.34	10/07/2009
I - 50	94+300	- 94+700	A 1.00m del borde	2.99	10/07/2009
I - 51	95+600	- 96+000	A 1.00m del borde	4.55	10/07/2009
I - 52	96+400	- 96+800	A 1.00m del borde	5.01	10/07/2009
I - 53	97+200	- 97+600	A 1.00m del borde	4.30	10/07/2009
I - 54	98+000	- 98+400	A 1.00m del borde	5.05	10/07/2009
I - 55	99+100	- 99+500	A 1.00m del borde	4.51	10/07/2009
I - 56	100+000	- 100+400	A 1.00m del borde	5.09	30/06/2009
I - 57	100+400	100+800	A 1.00m del borde	4.52	30/06/2009
I - 58	100+800	- 101+200	A 1.00m del borde	5.42	30/06/2009
I - 59	101+200	- 101+600	A 1.00m del borde	4.64	30/06/2009
I - 60	102+400	- 102+800	A 1.00m del borde	5.40	30/06/2009
I - 61	103+000	- 103+400	A 1.00m del borde	4.02	06/07/2009

I - 62	104+000	-	104+400	A 1.00m del borde	4.28	06/07/2009
I - 63	105+000		105+400	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
I - 64	106+000	-	106+400	A 1.00m del borde	4.15	06/07/2009
I - 65	107+200	-	107+600	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
I - 66	107+700	-	108+100	A 1.00m del borde	3.81	06/07/2009
I - 67	108+200	-	108+600	A 1.00m del borde	3.97	07/07/2009
I - 68	109+600	-	110+000	A 1.00m del borde	4.37	07/07/2009
I - 69	110+400	--	110+800	A 1.00m del borde	3.68	07/07/2009
I - 70	111+400	-	111+800	A 1.00m del borde	3.99	07/07/2009
I - 71	112+100	-	112+500	A 1.00m del borde	4.71	07/07/2009
I - 72	113+300	-	113+700	A 1.00m del borde	4.52	07/07/2009
I - 73	114+900	-	115+300	A 1.00m del borde	4.73	07/07/2009
I - 74	115+300	-	115+700	A 1.00m del borde	4.86	07/07/2009
I - 75	116+600	-	117+000	A 1.00m del borde	4.30	08/07/2009
I - 76	117+600	-	118+000	A 1.00m del borde	3.82	08/07/2009
I - 77	118+600	-	119+000	A 1.00m del borde	4.71	08/07/2009
I - 78	119+500	-	119+900	A 1.00m del borde	5.10	08/07/2009
I - 79	120+300	-	120+700	A 1.00m del borde	4.52	08/07/2009
I - 80	121+800	-	122+200	A 1.00m del borde	3.67	08/07/2009
I - 81	123+300	-	123+700	A 1.00m del borde	5.24	08/07/2009
I - 82	124+100	-	124+500	A 1.00m del borde	4.82	08/07/2009
I - 83	125+500	-	125+900	A 1.00m del borde	4.04	08/07/2009
I - 84	126+400	-	126+800	A 1.00m del borde	4.59	08/07/2009
I - 85	127+400	-	127+800	A 1.00m del borde	3.48	09/07/2009
I - 86	127+800	-	128+200	A 1.00m del borde	3.66	09/07/2009
I - 87	129+300	-	129+700	A 1.00m del borde	3.80	09/07/2009
I - 88	130+100	-	130+500	A 1.00m del borde	4.48	09/07/2009
I - 89	131+600	-	132+000	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
I - 90	132+400	-	132+800	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
I - 91	133+500	-	133+900	A 1.00m del borde	4.29	09/07/2009
I - 92	134+500	-	134+900	A 1.00m del borde	4.49	09/07/2009
I - 93	135+500	-	135+900	A 1.00m del borde	3.93	09/07/2009
I - 94	136+590	-	136+990	A 1.00m del borde	5.03	09/07/2009
I - 95	137+300	-	137+700	A 1.00m del borde	4.73	09/07/2009
I - 96	138+535	-	138+935	A 1.00m del borde	4.46	09/07/2009

Depurando datos, en la siguiente tabla se muestra tramos iguales para comparar con la evaluación de mi tramo medido.

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

TRAMO			DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
PROG. INICIAL	-	PROG. FINAL			
106+000	-	106+400	A 1.00m del borde	4,15	06/07/2009
107+700	-	108+100	A 1.00m del borde	3,81	06/07/2009
IRI Mínimo				3,81	
IRI Máximo				4,15	
Promedio Aritmético				3,98	
Desviación Estandar				0,24	
IRI Característico				4,38	