

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



**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE LA CARRETERA  
CAÑETE - YAUYOS – CHUPACA CON EQUIPO MERLIN  
TRAMO KM. 99+000 - KM. 104+000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**RENÉ EDUARDO POMA SANCHEZ**

**Lima- Perú**

**2009**

---

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES</b>	<b>11</b>
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. UBICACIÓN	13
1.3. CARACTERÍSTICAS	16
1.4. ESTADO SITUACIONAL	17
1.5. TRAMO EVALUADO KM. 99+000 – 104+000 CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA	21
<b>CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO</b>	<b>25</b>
2.1. ESTADO DEL ARTE	25
2.2. LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO	29
2.3. EQUIPO MERLIN	31
2.3.1. <i>Descripción del equipo MERLIN</i>	31
2.3.2. <i>Determinación de la Rugosidad del Pavimento (D).</i>	34
2.3.3. <i>Correlaciones D vs IRI</i>	36
2.3.4. <i>Factor de Corrección para el ajuste de D</i>	37

<b>CAPÍTULO 3.- APLICACIÓN TRAMO 99+000 – 104+000 CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA</b>	<b>39</b>
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	39
3.2. TOMA DE DATOS	44
3.3. GRÁFICA DEL HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	44
3.4. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO (D)	46
3.5. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL AJUSTE DE D	47
3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	49
3.7. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI)	49
<b>CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>50</b>
4.1. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI) OBTENIDO	50
4.2. DISCUSIÓN DE LA APLICACIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN	50
4.3. PROCESAMIENTO DE VALORES IRI DEL MONITOREO UNI	50
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

El presente informe desarrolla la evaluación de la rugosidad con equipo MERLIN en el marco del monitoreo de los trabajos de mantenimiento y conservación de carreteras, respecto al comportamiento en el tiempo de la superficie de rodadura, para el tramo ubicado entre los poblados de Capillucas (1600msnm) y Calachota (1581msnm) de progresivas Km. 99+000 al Km.104+000 (5 Km.) respectivamente, pertenecientes a la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca (271.73 Km.). Específicamente la evaluación de la rugosidad con equipo MERLIN se ha realizado en el subtramo ubicado entre las progresivas Km. 100+200 al Km.99+800 (400m.), dicho tramo se caracteriza por presentar anchos de plataforma que varían entre 3.0 a 5.0 m.

Es importante que se realicen mediciones de rugosidad con equipo MERLIN debido a que es un método mundialmente aceptado y nos permitirá medir las condiciones de confort, seguridad vial y serviciabilidad; y su seguimiento durante toda la vida útil de la vía, más aun cuando no se tienen valores estándar de rugosidad para el tipo de solución básica que se viene implementando: colocación de un tratamiento superficial monocapa sobre una base estabilizada, construido en el mes de noviembre del 2008.

El valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) obtenido en el presente informe es de 6.48 m/Km y un valor del Índice de Serviabilidad del Pavimento (PSI) de 1.5 que corresponde a una mala transitabilidad.

Se recomienda realizar una medición periódica de la rugosidad con equipo MERLIN para así obtener una data histórica y realizar su seguimiento durante toda la vida útil del tramo en estudio.



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1.01:</b>	Tipo de Superficie de Rodadura antes del Mejoramiento	18
<b>Cuadro N° 1.02:</b>	Tipo de Superficie de Rodadura después del Mejoramiento	18
<b>Cuadro N° 1.03:</b>	Volumen diario clasificado – Estación E8a Tramo Chichicay - Capillucas	23
<b>Cuadro N° 2.01:</b>	Condición Funcional del Pavimento según el PSI	25
<b>Cuadro N° 3.01:</b>	Cuadro de Datos de Rugosidad con equipo MERLIN	44
<b>Cuadro N° 3.02:</b>	Cuadro de Histograma de Frecuencias de Datos de Rugosidad con equipo MERLIN	45
<b>Cuadro N° 3.03:</b>	Determinación de Rugosidad del Pavimento con equipo MERLIN	46
<b>Cuadro N° 3.04:</b>	Calibración del Rugosímetro MERLIN	47
<b>Cuadro N° 4.01:</b>	Evolución del IRI medido con rugosímetro MERLIN	51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.01:</b>	Mapa de Ubicación del Corredor Vial N°13	13
<b>Figura N° 1.02:</b>	Plano Clave del Corredor Vial N°13	14
<b>Figura N° 1.03:</b>	Perfil Longitudinal del Corredor Vial N°13	15
<b>Figura N° 1.04:</b>	Sección típica de Zúñiga a Catahuasi	19
<b>Figura N° 1.05:</b>	Sección típica de Catahuasi a Calachota	20
<b>Figura N° 1.06:</b>	Perfil Estratigráfico de Capillucas (99+000) a Calachota (104+000)	22
<b>Figura N° 1.07:</b>	Sección típica Capillucas a Calachota (Km.99+000 – Km.104+000)	24
<b>Figura N° 2.01:</b>	Esquema del Rugosímetro MERLIN	32
<b>Figura N° 2.02:</b>	Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto al nivel de referencia o cuerda promedio	33
<b>Figura N° 2.03:</b>	Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio	34
<b>Figura N° 2.04:</b>	Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva	35
<b>Figura N° 3.01:</b>	Vista del traslado del Equipo rugosímetro MERLIN	40
<b>Figura N° 3.02:</b>	Vista del inicio del ensayo mediante la colocación de la planilla de toma de datos sobre el Equipo rugosímetro MERLIN	41
<b>Figura N° 3.03:</b>	Vista del proceso de ensayo y toma de datos. Nótese la ubicación posterior de la camioneta como medida de seguridad	41
<b>Figura N° 3.04:</b>	Vista del tipo de falla superficial observado durante la ejecución del ensayo	42

<b>Figura N° 3.05:</b>	Vista de conos y personal de seguridad	42
<b>Figura N° 3.06:</b>	Vista de la ficha de campo para la toma de datos	43
<b>Figura N° 3.07:</b>	Vista de la lectura inicial para hallar el factor de corrección del rugosímetro MERLIN	48
<b>Figura N° 3.08:</b>	Vista del proceso de ensayo y toma de datos para hallar el factor de corrección	48

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

**AASHTO**: American Association of State Highway and Transportation Officials.

**B** : Base.

**CA** : Carpeta asfáltica.

**CBR** : California Bearing Ratio (Razón de Soporte de California)

**EAL** : Equivalent Axis Load (Eje Equivalente de Carga).

**F.C.** : Factor de Corrección.

**IMDa** : Índice Medio Diario anual.

**IRI** : Índice de Rugosidad Internacional.

**Km** : Kilómetro.

**Kg** : Kilogramo.

**m** : Metro.

**m<sup>2</sup>** : Metro cuadrado.

**m<sup>3</sup>** : Metro cúbico.

**MERLIN** : Machine for Evaluation Roughness using Low-cost Instrumentation.

**Mr.** : Módulo resiliente.

**msnm** : Metros sobre el nivel del mar.

**n** : Periodo de diseño.

**PSI** : Índice de Serviciabilidad del Pavimento.

**Pi** : Serviciabilidad inicial.

**Pt** : Serviciabilidad final.

**SB** : Sub base.

**SN** : Número Estructural.

**So** : Desviación estándar.

**SUCS** : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

**TRRL** : Transport and Road Research Laboratory.

**TSM** : Tratamiento Superficial Monocapa.

## INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como parte del Curso de Titulación del presente año 2009, ha programado 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 – Yauyos – Chupaca, tramo Km. 99+000 al Km. 104+000.

El desarrollo del presente informe tiene como objetivo principal aportar con datos estándares de rugosidad en el monitoreo de los trabajos de mantenimiento y conservación de carreteras, respecto al comportamiento en el tiempo de la superficie de rodadura, contribuyendo así a la elaboración de un manual para medición de rugosidad en vías de bajo volumen de tránsito. Cabe destacar que es la primera vez que se realiza la medición de la rugosidad para este tipo de carretera consistente en un tratamiento superficial monocapa (RC-250 + gravilla 3/8”) sobre una base estabilizada (5cm de espesor con emulsión asfáltica al 2%).

Además se tienen como objetivos específicos el realizar la medición de la Rugosidad del Pavimento mediante el uso del Equipo MERLIN en la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca del Km.99+000 al Km.104+000, y presentar el procesamiento de datos de campo, presentar el valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) obtenidos, presentar el cálculo del Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) de acuerdo a la rugosidad obtenida, y finalmente la elaboración de cuadros estadísticos

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

Capítulo 1: *Generalidades*.- Este capítulo sirve como antecedente para tener conocimiento sobre las características y la situación actual de la Carretera Cañete – Yauyos – Chupaca en el tramo analizado por el presente Curso de

Titulación, además de indicar la identificación del sub tramo asignado para la evaluación de la rugosidad del presente informe.

Capítulo 2: *Marco Teórico*.- En este capítulo se desarrollan los fundamentos teóricos y/o conceptuales que se requieren para el desarrollo del presente Informe de Suficiencia.

Capítulo 3: *Aplicación al Tramo Km.99+000 al Km.104+000*.- En este capítulo se presentan todos los procedimientos para obtener, como resultado de la evaluación realizada, el valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y del Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI).

Capítulo 4: *Análisis de Resultados*.- En este capítulo se analizan todos los resultados obtenidos como resultado de la evaluación realizada, los cuales permitirán dar conclusiones y recomendaciones para la correcta ejecución de la obra. Además se desarrolla el procesamiento de Valores IRI proporcionados por el Monitoreo UNI.

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

## CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES

La Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga - Dv.Yauyos – Roncha - Chupaca, con una longitud de 271.73 Km se encuentra entre los departamentos de Lima y Junín, abarcando territorios de las provincias de Cañete, Yauyos y Chupaca.

Mediante la Ley de la Conscripción Vial Territorial del Perú N° 4113, decretada el 11 de mayo de 1920 durante el gobierno de Sr. Augusto B. Leguía, se inicia la construcción de la Carretera Cañete – Dv.Yauyos – Chupaca por tramos, prosiguiendo los trabajos hasta el año 1930. Posteriormente, durante el gobierno de Manuel Prado Ugarteche se desarrolla la carretera desde Cañete hasta Yauyos. Los trabajos en ese tramo se iniciaron en el año 1940, inaugurándose en el año 1944. En el año 1954 a través del Ministerio de Fomento y Obras Públicas se retoma la construcción en el tramo faltante entre Yauyos y Tomas, culminándose esos trabajos en el año 1957.

Durante mucho tiempo en esta vía no se realizaron trabajos de mantenimiento ni rehabilitación, presentándose problemas de transitabilidad y funcionalidad como vía alterna a la Carretera Central. En respuesta a este problema en el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) bajo la dirección de PROVIAS NACIONAL encargó la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca al consultor Ing. Floriano Palacios León con contrato de Estudio N°0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003 obteniéndose la aprobación el 22.11.2004. Posteriormente con oficio N° 1411-2004-EF/68.01 se autoriza la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera a cargo del Consultor AYESA – ALPHA CONSULT en el año 2005.

En el año 2007 la Carretera Cañete – Dv. Yauyos – Chupaca se inserta en el “Proyecto Perú” que es un programa bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL creado mediante Resolución Ministerial N°223-2007-MTC-02, el cual está diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. Éste programa aspira establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

Con fecha 27 de Diciembre de 2007 se realiza la firma del contrato N°288-2007-MTC/20, donde el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS, asume las obligaciones de Contratista Conservador para realizar el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos - Ronchas. Dicha conservación se viene realizando mediante el mejoramiento de la vía a nivel de solución básica consistente en la colocación de un Tratamiento Superficial Monocapa sobre una base estabilizada construido en el mes de noviembre del 2008. Cabe destacar que en el sector de Calachota (Km.106+845) se encuentra el actual campamento del Contratista Consorcio Gestión de Carreteras, el cual desde hace muchos años atrás fue el Campamento Calachota del MTC dedicado a labores de mantenimiento de la carretera en estudio.

Debido a que la actual capacidad vehicular de la Carretera Central está siendo sobrepasada, esta carretera se proyecta como ruta alterna, con lo que se aligerará el tránsito vehicular y disminuirá el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo, además de establecer la integración entre las localidades que atraviesa la carretera tales como: San Vicente de Cañete, Capillucas, Calachota, Tinco Huantán, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San José de Quero, Collpa, Roncha y Chupaca.



## 1.2. UBICACIÓN

Nombre de la Carretera : “Corredor Vial N°13 Cañete – Yauyos – Chupaca”

Departamentos : Lima-Junín

Provincias : Cañete - Yauyos - Chupaca

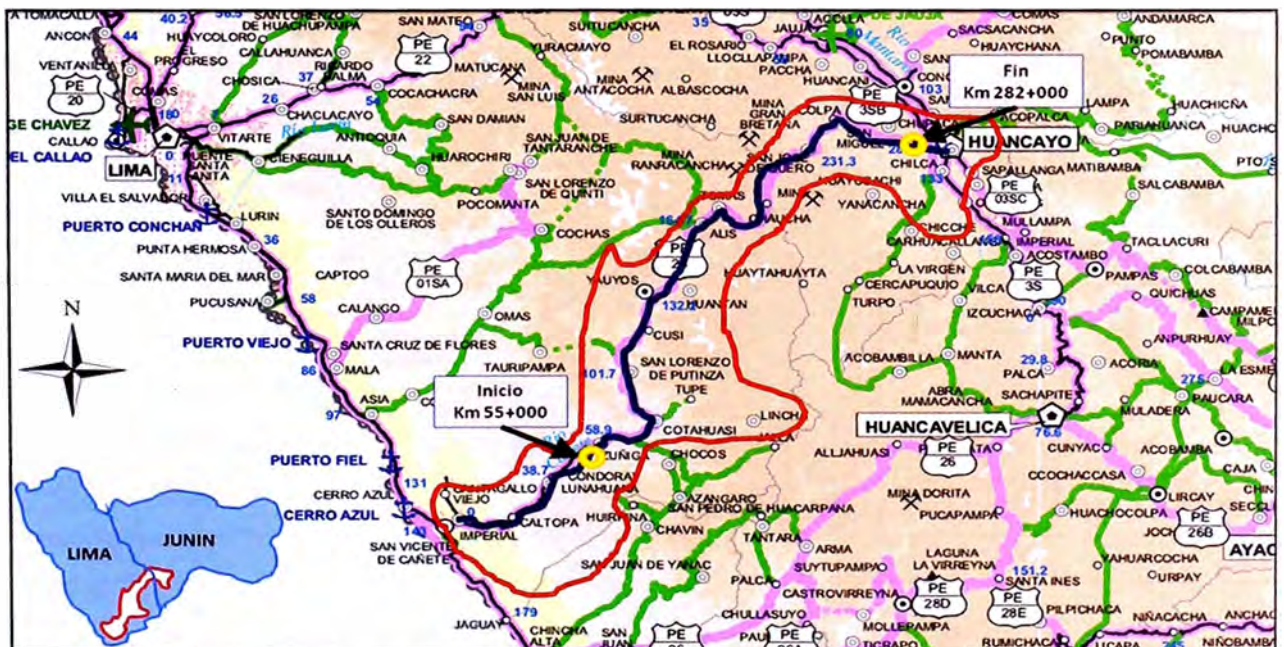
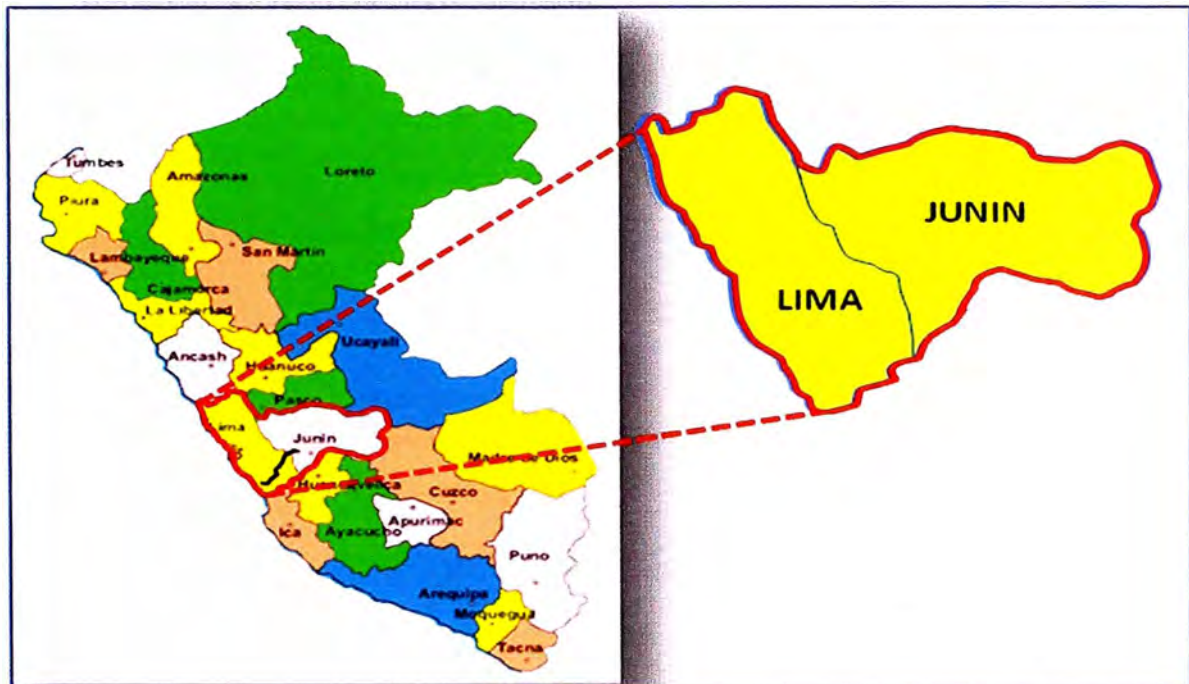


Figura N° 1.01: Mapa de Ubicación del Corredor Vial N°13

Fuente: PROVIAS NACIONAL.

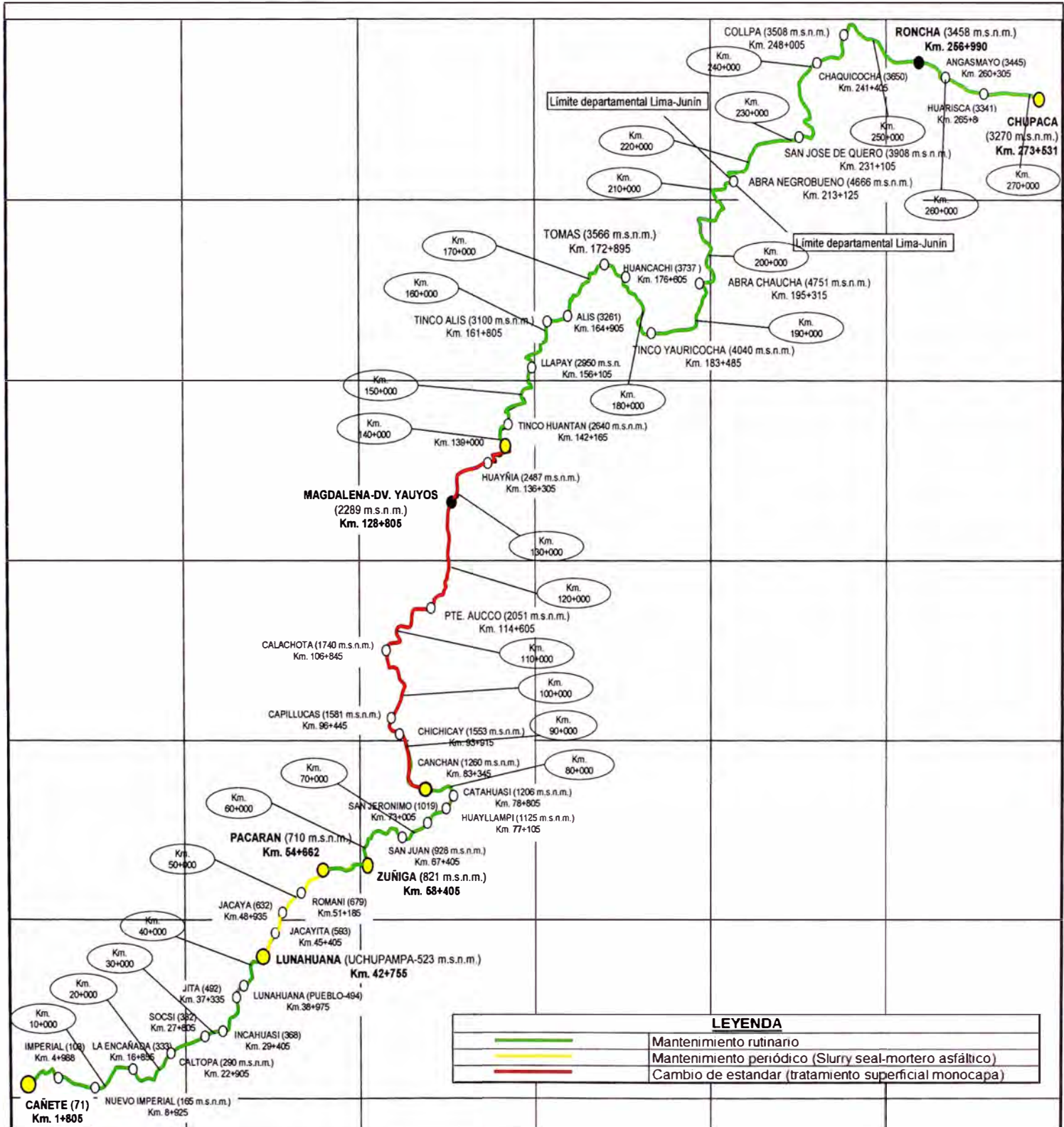
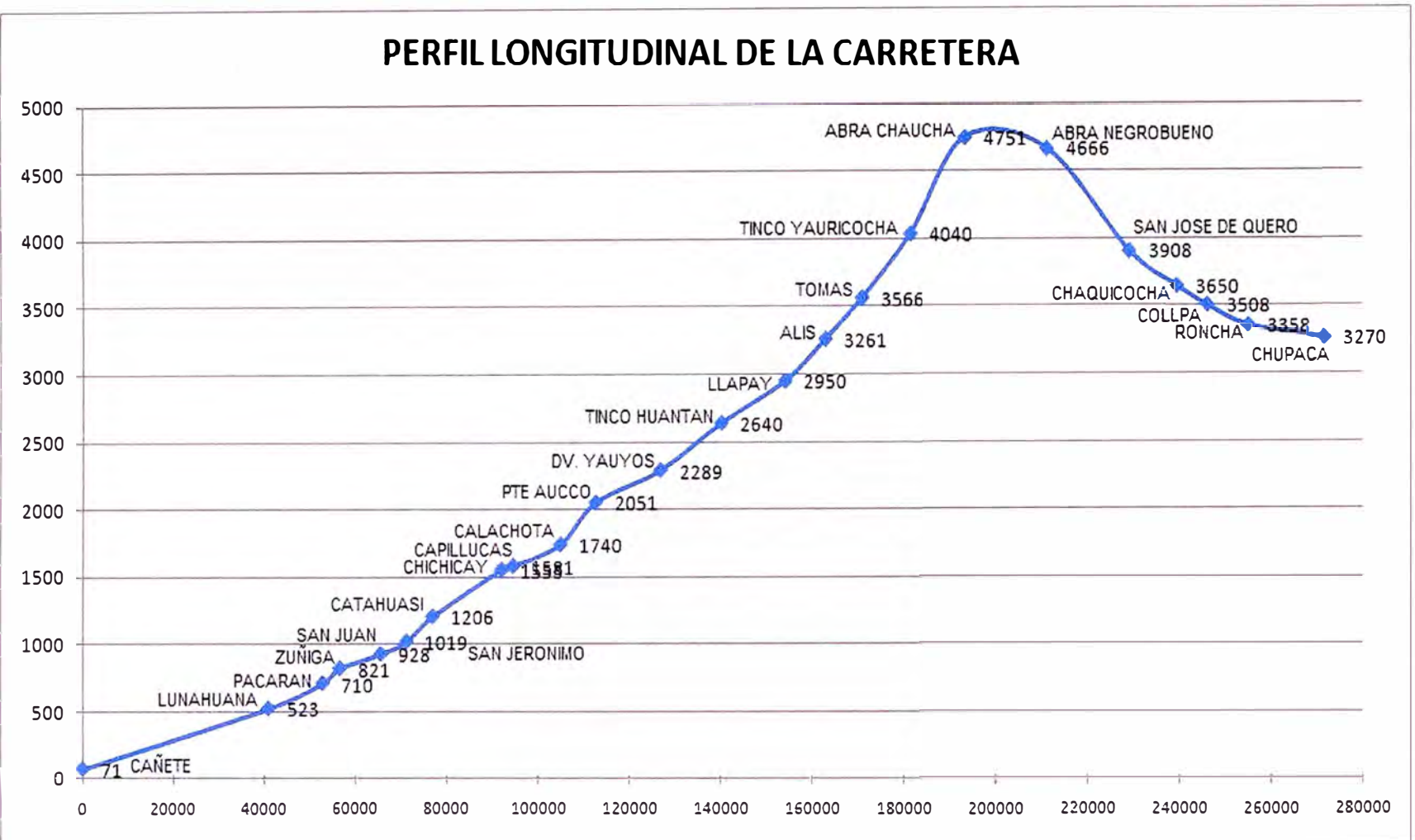


Figura N° 1.02: Plano Clave del Corredor Vial N°13

Fuente: Contratista Consorcio Gestión de Carreteras.





**Figura N° 1.03: Perfil Longitudinal del Corredor Vial N°13**

Fuente: Elaboración Propia.

### 1.3. CARACTERISTICAS

Nombre de la Carretera: CARRETERA CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA.

Lugar de inicio: CAÑETE, Km.1+805.

Lugar de término: CHUPACA, Km.273+531.

Longitud: 271.73 Km.

Años de servicio hasta la fecha: más de 50 años.

Corredor Vial N°13.

Ruta Nacional: 024.

Carretera de 3er Orden.

Ancho de plataforma: 3.0 a 5.0m.

Tipo de Topografía: ondulada a accidentada.

*Tramo evaluado en el Presente Informe:*

Inicio: CAPILLUCAS, km. 99+000; Final: CALACHOTA, km. 104+000

*Sub-Tramo específico evaluado con Equipo MERLIN:*

Inicio: Km. 100+200; Final: Km. 99+800

#### **Descripción de la zona de estudio**

La carretera se desarrolla en las márgenes del Río Cañete; el valle del Río Cañete se forma a manera de una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos. Todas las superficies de los cerros son pétreas, rocallosas, resacas y completamente desprovistas de condiciones naturales para la agricultura, por falta de agua. Esta área corresponde a la región Yunga (500 msnm - 2300 msnm).

#### **Clima**

El tramo de carretera evaluado por el Curso de Titulación corresponde a la región Yunga, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su obra "Geografía del Perú").

A continuación se señalan las temperaturas típicas que se dan en esta región:

Yunga Marítima: Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre 17 y 27°C durante el día; las noches son frescas, a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

#### 1.4. ESTADO SITUACIONAL

##### **a) Antecedentes y motivos que generaron la propuesta del proyecto**

El programa de desarrollo vial "Proyecto Perú" considera dentro de su plan de mejoramiento de la carretera Cañete - Yauyos - Chupaca, elevar su nivel de competitividad y de esta manera convertirse en ruta alterna para la Carretera Central, con lo que se aligerará el tránsito vehicular y disminuirá el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo.

##### **b) Características de la situación negativa que se intenta modificar**

Actualmente la carretera tiene deficiencias en la superficie de rodadura; además de tener características de diseño geométrico que no son las adecuadas para una vía de dos carriles que permita el uso cómodo de la misma. También se observa deficiencias en la señalización y sistemas de drenaje.

##### **c) Razones de interés de la comunidad para resolver dicha situación**

La carretera Cañete - Yauyos - Chupaca, al proyectarse como ruta alterna de la Carretera Central, necesita elevar su capacidad vehicular para atender la demanda futura, además de convertirse en un eje de vital importancia, ya que a través de ella se podrán transportar los productos de exportación de las regiones del centro del país (alcachofas, tara, truchas, cuy, mármoles) hacia otros países, considerando que en la actualidad el Perú viene participando en tratados de libre comercio.

##### **d) Competencia del Estado para resolver dicha situación**

Porque el objetivo del proyecto beneficiará económicamente al país, además de beneficiar directamente a los pobladores de las zonas que se encuentran dentro

su área de influencia, mejorando su calidad de vida y por ende disminuyendo el nivel de pobreza de la zona.

### e) Mejoramiento a Nivel de Solución Básica

En la actualidad se han culminado los trabajos de mejoramiento a nivel de Solución Básica en el tramo evaluado por el Curso de Titulación: Zúñiga - Calachota (km 59+000 – km 104+000). En los cuadros siguientes se muestran los tipos de superficie de rodadura antes y después de la intervención en toda los 271.73 Km. de la Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca:

**Cuadro N° 1.01: Tipo de Superficie de Rodadura antes del Mejoramiento**

Carretera	Tramo	Vía	Tipo de Superficie de rodadura (Antes )	Longitud (Km.)
024	Cañete-Lunahuana	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.950
024	Lunahuana-Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	11.907
024	Pacarán-Zúñiga	Afirmada	Afirmado	3.743
024	Zúñiga-Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmado	70.400
024	Dv. Yauyos-Roncha	Afirmada	Afirmado	128.185
024	Roncha-Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.541
Total				271.726

Fuente: Contratista Consorcio Gestión de Carreteras.

**Cuadro N° 1.02: Tipo de Superficie de Rodadura después del Mejoramiento.**

Carretera	Tramo	Vía	Tipo de Superficie de rodadura (Después)	Longitud (Km.)
024	Cañete-Lunahuana	Asfaltada	Carpeta Asfáltica	40.950
024	Lunahuana-Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	11.907
024	Pacarán- Catahuasi	Afirmada	Slurry Seal	24.143
024	Catahuasi-Dv. Yauyos	Afirmada	Monocapa	50.000
024	Dv. Yauyos -Tinco Alis - Roncha	Afirmada	Monocapa (33 Km) – Afirmado (95.185 Km)	128.185
024	Roncha-Chupaca	Afirmada	Afirmado	16.541
Total				271.726

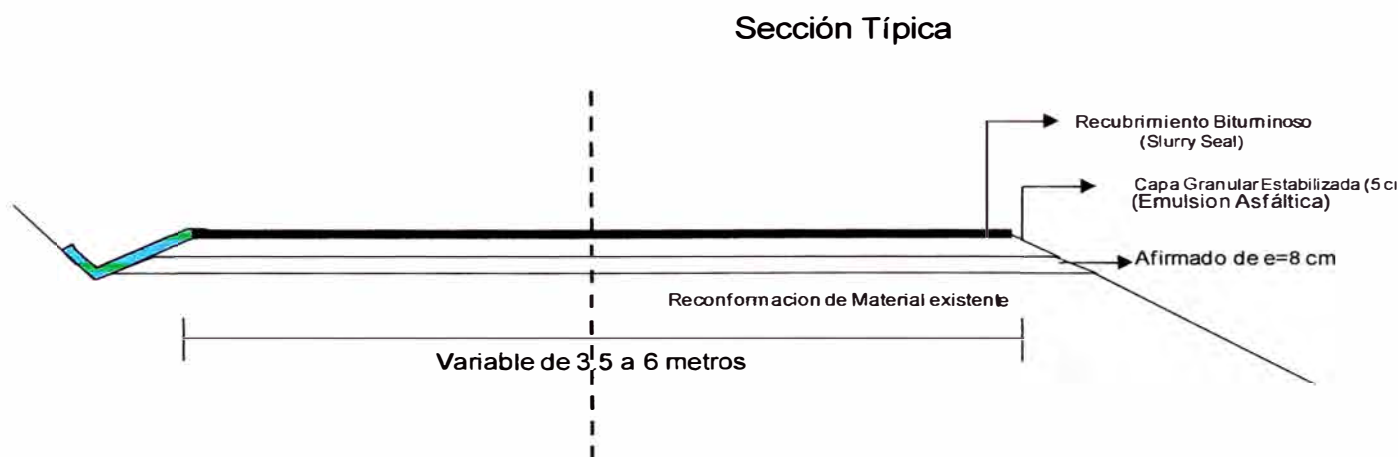
Fuente: Contratista Consorcio Gestión de Carreteras.

Con esta solución básica aplicada se busca obtener un “Cambio de Estándar” de la vía, desde el punto de vista del mejoramiento de la serviciabilidad, respecto del actualmente brindado, mediante la colocación de material granular estabilizado con emulsión asfáltica y protegida con una capa bituminosa. Dicha capa bituminosa que trabaja como una superficie de rodadura corresponde al siguiente material:

- Slurry Seal de Zúñiga a Catahuasi (59+000 – 79+000).
- Tratamiento Superficial Monocapa de Catahuasi a Calachota (79+000 – 104+000).

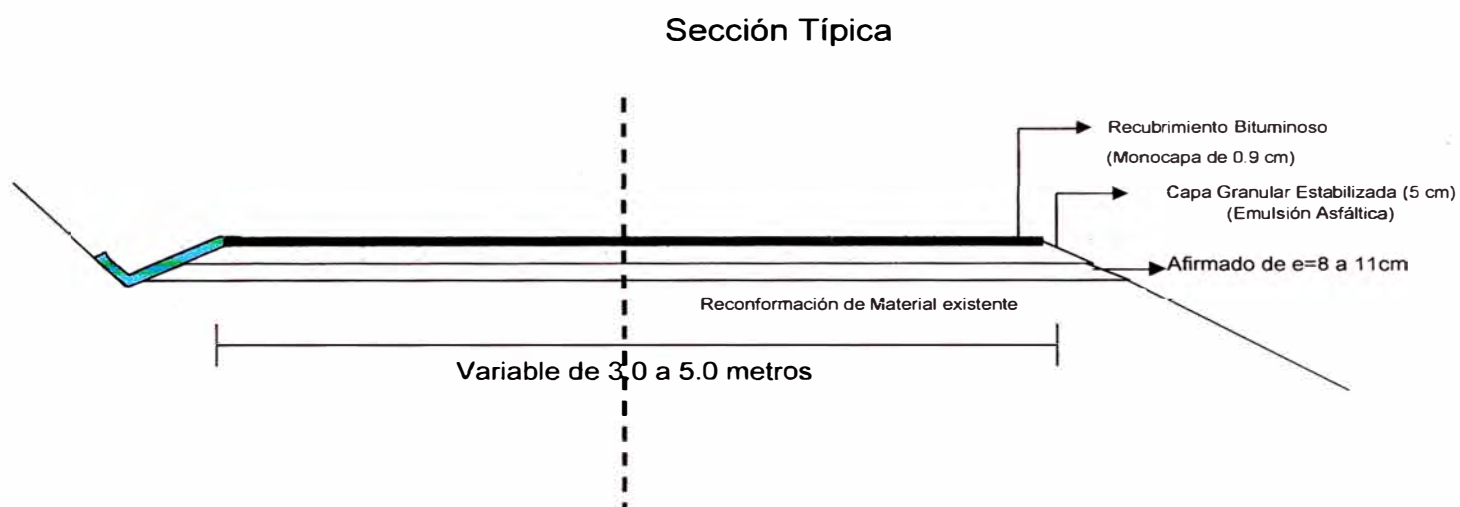
Cabe indicar que la vía ha sido previamente reconformada antes de colocar la Solución Básica que se observa sobre la superficie actual, además no se han realizado cambios en la geometría en planta ni en perfil.

En las figuras siguientes se muestra las secciones típicas de la plataforma en el tramo evaluado por el Curso de Titulación: Zúñiga - Calachota (km 59+000 – km 104+000):



**Figura N° 1.04: Sección típica de Zúñiga a Catahuasi.**

Fuente: Contratista Consorcio Gestión de Carreteras.



**Figura N° 1.05: Sección típica de Catahuasi a Calachota.**

Fuente: Contratista Consorcio Gestión de Carreteras.



## 1.5. TRAMO EVALUADO KM.99+000 – 104+000 CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

A continuación se presentan las características técnicas del sub tramo asignado para la evaluación de la rugosidad:

Inicio: CAPILLUCAS (1581m.s.n.m.), Km. 99+000.

Final: CALACHOTA (1740m.s.n.m.), Km. 104+000.

Longitud: 5.00 Km.

Coordenadas UTM del punto de inicio: 395041 E, 8595955 S.

Coordenadas UTM del punto de final: 395259 E, 8601794 S.

Altitud: 1660m.s.n.m. prom.

Ancho de plataforma: 3.0 a 5.0m.

Superficie de Rodadura: Tratamiento Superficial Monocapa (TSM).

Tipo de Topografía: ondulada a accidentada.

Temp. Mín: 17°C, Temp. Max.: 27°C.

Época de lluvias: Diciembre a Marzo.

Valor de CBR de diseño: 20%

Ejes Proyecto: 8.4E+04(EAL 2009-2013)

Contratista : CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS.

Supervisor : UNIDAD ZONAL DE LIMA DE PROVIAS NACIONAL.

Monitoreo : CONVENIO UNI - MTC.

Proyecto : Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del  
Corredor Vial N°13 (Cañete - Dv. Yauyos - Chupaca).

Fecha Contrato: 27 de Diciembre del 2007.

Presupuesto : S/. 131'589,139.71 inc. I.G.V.

Periodo : 5 años.

Fecha del cambio de estándar: Noviembre del 2008 (ver Anexo 07: Panel Fotográfico del proceso de cambio de estándar del tramo en estudio).

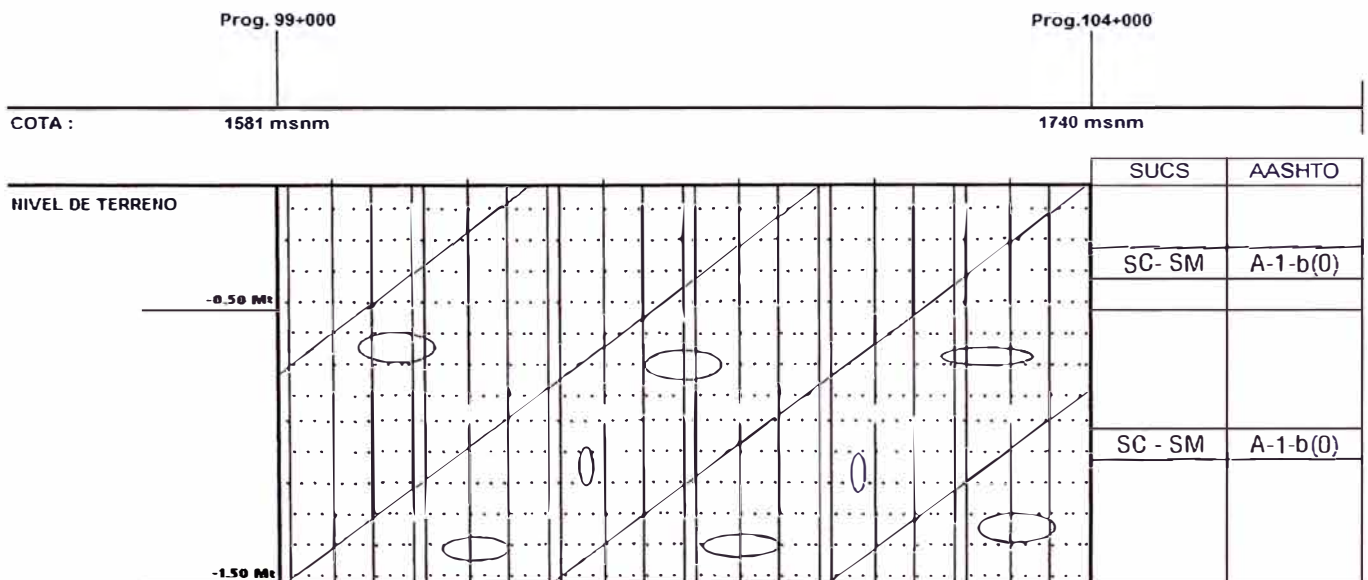
**Topografía:**

El sub tramo evaluado se desarrolla en la margen izquierda del Rio Cañete, siguiendo un corte a media ladera y desarrollándose en los 5 Km de su recorrido en una topografía del tipo ondulada y accidentada.

**Estudio de Suelos y Perfil Estratigráfico:**

Las perforaciones efectuadas “a cielo abierto” por el Consorcio Gestión de Carreteras tienen una profundidad comprendida entre 1,0m y 1,5m y están ubicadas en la plataforma vial cada 1 Km. Se ha tomado información correspondiente a las características y espesores de los materiales encontrados en los diferentes estratos (ver Anexo 01: Registros de Excavación de Suelos).

Los resultados obtenidos han sido analizados en gabinete teniendo como resultado la presencia mayoritaria de arenas limo-arcillosas, con clasificación de suelos SUCS igual a SC-SM, mientras que en AASHTO es igual a A-1-b(0). Su plasticidad es baja y variable entre 4,9% y 6,0%. Se tiene presencia de bolonerías, en poca proporción en la capa superior, mientras que a partir de 0,50 aumenta su presencia a 50% (ver Figura N° 1.06).



**Figura N° 1.06: Perfil Estratigráfico de Capillucas (99+000) a Calachota (104+000).**

Fuente: Elaboración propia a partir de los Registros de Excavación de Suelos del Consorcio Gestión de Carreteras (Ver Anexo 01).

### **Estudio de Tráfico y Composición Vehicular:**

Debido a las características especiales de volumen y composición vehicular, presentado entre el Km. 65+000+Km. 97+000, se requirió efectuar un estudio específico de tráfico a cargo del Consorcio Gestión de Carreteras, a fin de establecer las características del requerimiento vehicular propio de la obra (ver Anexo 06: Estudio de Tráfico Temporal). Los resultados obtenidos demuestran que debido a la construcción de la Central Hidroeléctrica el Platanal se ha generado un tráfico temporal adicional al existente por lo cual se evidencia una mayor rapidez en el deterioro de la superficie de rodadura, en especial debido a la circulación de carga pesada en Semitrayers tal como se observa en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 1.03: Volumen diario clasificado – Estación (E 8 a)  
Tramo Chichicay - Capillucas**

Tipo de Vehículo	Chichicay-Capilluco	Capilluca-Chichicay	Ambos	%
Auto	2	0	2	1%
Camioneta	29	29	58	25%
C.R.	9	9	18	8%
Micro	3	5	8	3%
Ómnibus 2	6	7	13	6%
Ómnibus +2	0	1	1	0%
Camión 2 Ejes	14	16	30	13%
Camión 3 Ejes	2	0	2	1%
Camión 4 Ejes	1	1	2	1%
Semitrayers	47	51	98	42%
Trayers	0	0	0	0%
TOTAL	113	119	232	100%
% sentido	49%	51%	100%	

Fuente: Estudio de tráfico 2008 – Consorcio Gestión de Carreteras.

### **Estructura del Pavimento:**

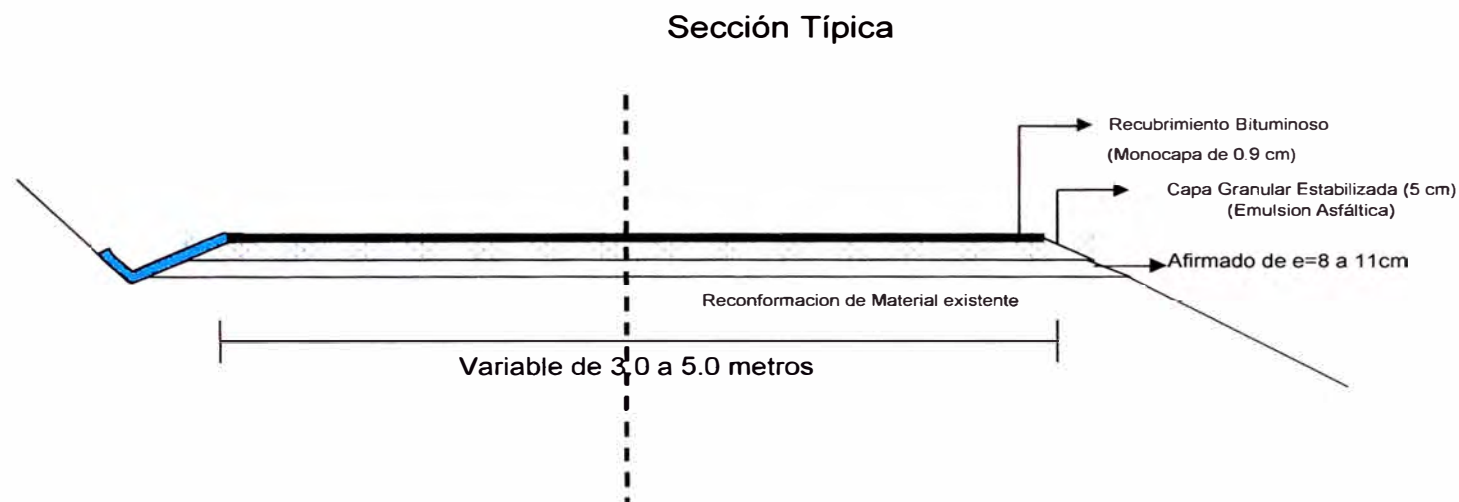
En la actualidad se han culminado los trabajos de Mejoramiento a Nivel de Solución Básica en el sub tramo evaluado por el presente informe: Capillucas - Calachota (km 99+000 – km 104+000).

Con esta solución básica aplicada se busca obtener un “Cambio de Estándar” de la vía, desde el punto de vista del mejoramiento de la serviciabilidad, respecto del actualmente brindado, mediante la colocación de material granular

estabilizado con emulsión asfáltica y protegida con una capa bituminosa. Dicha capa bituminosa que trabaja como una superficie de rodadura corresponde al siguiente material:

*Tratamiento Superficial Monocapa de Capillucas a Calachota (Km.99+000 – Km.104+000).*

Cabe indicar que la vía ha sido previamente reconformada antes de colocar la Solución Básica que se observa sobre la superficie actual de la vía, además no se han realizado cambios en la geometría por lo que ancho promedio en este tramo varía de 3.50m a 5.00m. En la figura siguiente se muestra la sección típica de la plataforma del tramo evaluado en el presente informe: Capillucas - Calachota (km 99+000 – km 104+000):



**Figura N° 1.07: Sección típica Capillucas a Calachota (Km.99+000 – Km.104+000)**

Fuente: Contratista Consorcio Gestión de Carreteras.

#### **Requisitos de los materiales de la base estabilizada:**

- Emulsión Catiónica de Rotura Lenta.
- El material granular estabilizado debe cumplir los requerimientos granulométricos para base granular, Gradación Tipo B.
- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207).
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110).
- Índice de Plasticidad: 0-9 (MTC E 111).
- CBR: 40% Min. (MTC E 132).

## CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO

### 2.1. ESTADO DEL ARTE

#### ***El Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI)***

El concepto de Serviciabilidad ha sido desarrollado en la AASHTO Road Test en el año de 1962 y se define en relación con el propósito para el que fue construido el pavimento y asegurar una circulación suave, cómoda y segura.

El PSI es la medida de la serviciabilidad empleando medios mecánicos. Para su estimación la tendencia más difundida actualmente es la determinación de la rugosidad o deformación longitudinal del pavimento. Se han desarrollado para la determinación del PSI, fórmulas matemáticas diversas que combinan distintos parámetros de deterioro.

Los valores de PSI varían de 1 a 5 y establece la condición funcional del pavimento, desde el punto de vista de la calidad de la transitabilidad, según el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 2.01: Condición Funcional del Pavimento según el PSI.**

<b>Rango de Serviciabilidad del Pavimento (PSI)</b>	<b>Transitabilidad (Calificativo)</b>
0 - 1	Muy Mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente: AASHTO - 1962.

### **El Ensayo Internacional sobre Rugosidad de Caminos (IRRE)**

El IRRE fue realizado en Brasilia, Brasil en mayo y junio de 1982, y fue conducido por equipos de investigación de Brasil, Inglaterra, Francia, los Estados Unidos, y Bélgica. Cuarenta y nueve (49) sitios de prueba fueron medidos usando una variedad de equipos de prueba y condiciones de medida. Los sitios incluyeron una gama de superficies llena de rugosidad como hormigón asfáltico, tratamiento superficial, grava y caminos de tierra.

El objetivo principal del IRRE fue definir un Índice de Rugosidad Internacional (IRI), debido a que el cambio significativo de datos y las conclusiones relacionadas con la rugosidad del camino, en ese entonces, era difícil; y por lo general era logrado sólo con el empleo de ecuaciones de regresión que eran imprecisas y a menudo válidas sólo en condiciones limitadas. Por eso con el IRRE se buscó seleccionar una sola medida de rugosidad estándar a la cual todas las medidas serían escaladas, así la información podría ser comparada directamente.

Con los datos obtenidos en el IRRE se desarrolló una correlación obteniéndose una expresión aproximada establecida por el investigador M. W. Sayers, que relaciona la rugosidad con el Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) según la siguiente expresión:

$$PSI = \frac{5.0}{(IRI)^{1.5}} ; \text{ para } IRI < 12$$

Donde:

PSI: Índice de Serviciabilidad del Pavimento.

IRI: Índice de Rugosidad Internacional.

### **El Rugosímetro MERLIN**

El Transport and Road Research Laboratory (TRRL) de Gran Bretaña publicó en 1991, un documento elaborado por el investigador M. A. Cundill, sobre el equipo para la medición de rugosidad del pavimento denominado MERLIN, un dispositivo de bajo costo desarrollado expresamente para países en vías de desarrollo. MERLIN son las siglas en inglés de Machine for Evaluation Roughness

using Low-cost Instrumentation (Maquina para la Evaluación de la Rugosidad usando Instrumentación de Bajo Costo). Consiste en un bastidor metálico de 1.80m de longitud, con una rueda de bicicleta en el frente, un pie de apoyo en la parte posterior y un apoyo intermedio que se deja descansar sobre la superficie del pavimento y sirve para medir la diferencia de nivel entre la línea imaginaria que une la rueda de la bicicleta con el apoyo posterior.

### ***Evaluación de la Rugosidad en Pavimentos Peruanos***

El rugosímetro MERLIN fue introducido en el Perú por iniciativa del Ing° Pablo Del Águila en 1993, realizándose por primera vez el ensayo en las siguientes condiciones:

Proyecto : Rehabilitación de la Carretera Panamericana Sur.

Sector : Dv. Arequipa – Dv. Moquegua.

Tramo : Dv. Mollendo – El Fiscal.

Subtramo : Km.982+000 – Km.1040+000.

Longitud : 58 Km.

Departamento: Arequipa.

Pavimento : Carpeta Asfáltica Antigua.

Longitud : 58 Km.

Fecha : Mayo de 1993

En el período 1992-1996, se llevó a cabo en el Perú un gran programa de rehabilitación de carreteras, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el cual 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). Los trabajos comprendieron la reparación de la Carretera Panamericana y la Carretera Central, vías fundamentales para el Perú. En consecuencia, fueron dichas carreteras 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, el que incluye las principales vías de penetración hacia el interior del país, y en consecuencia, las mediciones se extienden a dicha red.

Se efectuaron mediciones de rugosidad con equipo MERLIN en 117 proyectos de carreteras ubicados en el Perú, El Salvador y Bolivia (ver Anexo 08), y que corresponden a estudios de rehabilitación, mantenimiento y/o control de calidad; obteniéndose los resultados de rugosidad y serviciabilidad. Se realizó la evaluación de la rugosidad sobre pavimentos de carreteras en El Salvador y Bolivia, a fin de tener un marco comparativo que permita apreciar los resultados respecto de otras realidades.

Los pavimentos asfálticos nuevos en el Perú presentaron una rugosidad característica promedio igual a 2.21 m/km, con un máximo de 3.57m/km y un mínimo de 1.35m/km. El PSI promedio de estos pavimentos es 3.37, con un máximo de 3.91 y un mínimo de 2.61. La transitabilidad, definida de acuerdo a los criterios expuestos, va de Buena a Regular. Los resultados de rugosidad y serviciabilidad obtenidos en el exterior presentan magnitudes similares a los pavimentos peruanos.

Los pavimentos asfálticos antiguos que fueron evaluados durante la ejecución de estudios de rehabilitación, presentaron en promedio una rugosidad característica de 6.28m/km, con un máximo de 9.81m/km y un mínimo de 1.63m/km. El PSI promedio de estos pavimentos es de 1.73, con un máximo de 3.72 y un mínimo de 0.84. La transitabilidad es en consecuencia muy variable y va de Buena a Pésima.

Los recapados asfálticos que se efectuaron como parte de la rehabilitación de la Carretera Panamericana y la Carretera Central, presentaron en promedio una rugosidad característica de 2.16m/km, con un máximo de 3.62m/km y un mínimo de 1.42m/km. El PSI promedio de estos pavimentos es igual a 3.39, con un máximo de 3.86 y un mínimo de 2.59. La transitabilidad, definida de acuerdo a los criterios expuestos, va de Buena a Regular.

Los tratamientos superficiales y los pavimentos afirmados evaluados dieron resultados de rugosidad elevados y, en consecuencia, valores de PSI sumamente bajos. La transitabilidad de estos pavimentos osciló de Regular a Pésima.



## 2.2. LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO

### **EL PERFIL Y LOS PERFILÓMETROS:**

Un perfil es una porción bidimensional de la superficie del camino, tomado a lo largo de una línea imaginaria.

Un perfilómetro es un instrumento usado para producir una secuencia de números relacionados de manera bien definida con un perfil verdadero. Trabaja por la combinación de los tres parámetros que se indican a continuación:

- Una referencia de elevación.
- Una altura relativa a la referencia.
- Distancia longitudinal.

Estos tres parámetros se combinan de diversas maneras.

Aplicaciones de los Perfilómetros:

- Para evaluar la calidad de construcciones nuevas o secciones reparadas.
- Para monitorear la condición de una red vial para un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP).
- Para diagnóstico de la condición de lugares específicos y determinar soluciones apropiadas.
- Para estudiar la condición de lugares específicos para investigación.

Las mediciones de un perfil es la mitad del trabajo, la otra mitad es correr el perfil a través de un programa de cómputo para conseguir un índice de rugosidad.

### **LA RUGOSIDAD:**

La rugosidad es la desviación de la superficie del pavimento respecto de una superficie plana verdadera con las dimensiones características que afectan la dinámica del vehículo y calidad de recorrido.

La rugosidad es un dato empleado en el inventario vial que permite calificar el estado o condición funcional de la vía y permite el cálculo de los costos de operación del usuario.

### **EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI):**

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) es la sumatoria de desviaciones verticales de la superficie del pavimento respecto a una cuerda promedio.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) es el parámetro más recomendado por el Banco Mundial y es el más difundido actualmente para la medición de la rugosidad en pavimentos. Analíticamente el IRI es una transformada matemática específica de un perfil verdadero. Las unidades del IRI son m/Km o mm/m.

### **MÉTODOS PARA MEDIR LA RUGOSIDAD:**

Métodos Clase 1.- Involucran el uso de perfilómetros de precisión: se realizan medidas muy exactas del perfil longitudinal a distancias no mayores a 25 cm

Métodos Clase 2.- Comprende el uso de perfilómetros de alta velocidad: Se basan también en la medición del perfil longitudinal pero son menos precisos que los indicados en la clase 1.

Métodos Clase 3.- Estos métodos involucran ecuaciones de correlación para convertir la data de campo a las unidades internacionales de medición de rugosidad. Usualmente emplean rugosímetros dinámicos. La precisión depende de la calibración.

Métodos Clase 4.- Se basa en una evaluación subjetiva en la cual el IRI se estima con una inspección visual.

## 2.3. EL EQUIPO MERLIN

### 2.3.1. Descripción del Equipo MERLIN

El rugosímetro MERLIN indica la evaluación objetiva de la irregularidad longitudinal causada por hundimientos localizados o generalizados, ondulaciones y/o depresiones en la superficie del pavimento. Es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. Fue introducido en el Perú por iniciativa del Ing° Pablo Del Águila en 1993, existiendo a la fecha varias unidades pertenecientes a empresas constructoras y consultoras del rubro de vías de transporte.

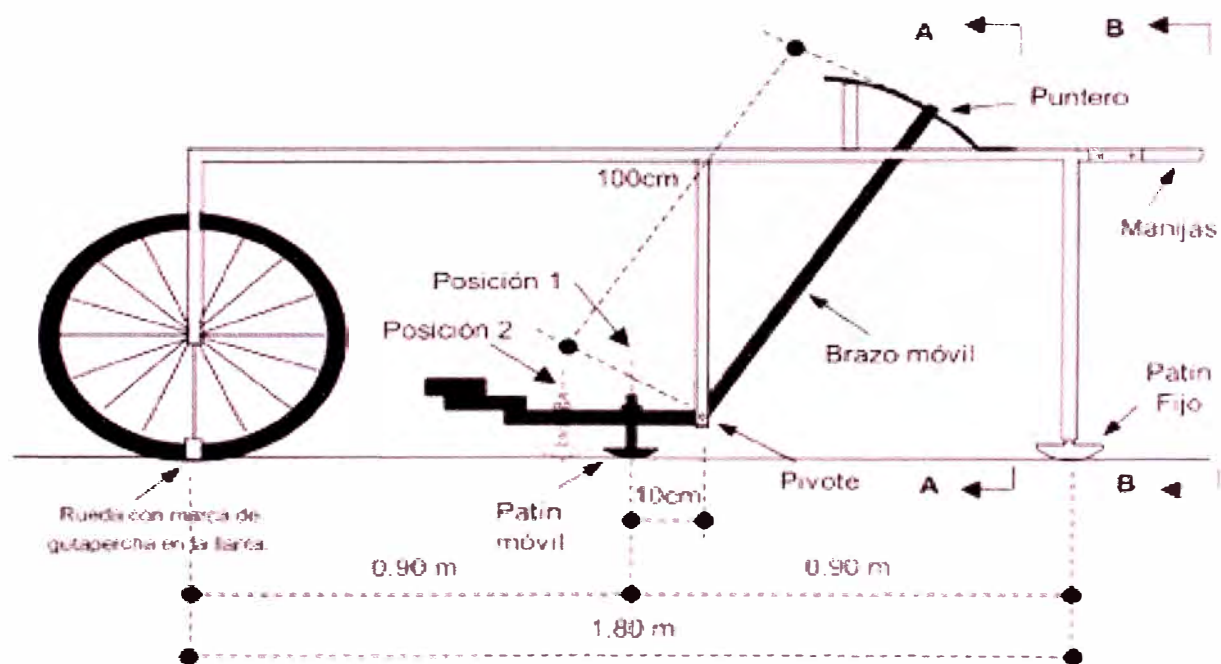
El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 2. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad ( $R^2=0.98$ ).

El MERLIN es un equipo de diseño simple. La Figura N° 2.01 presenta un esquema ilustrativo del instrumento. 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

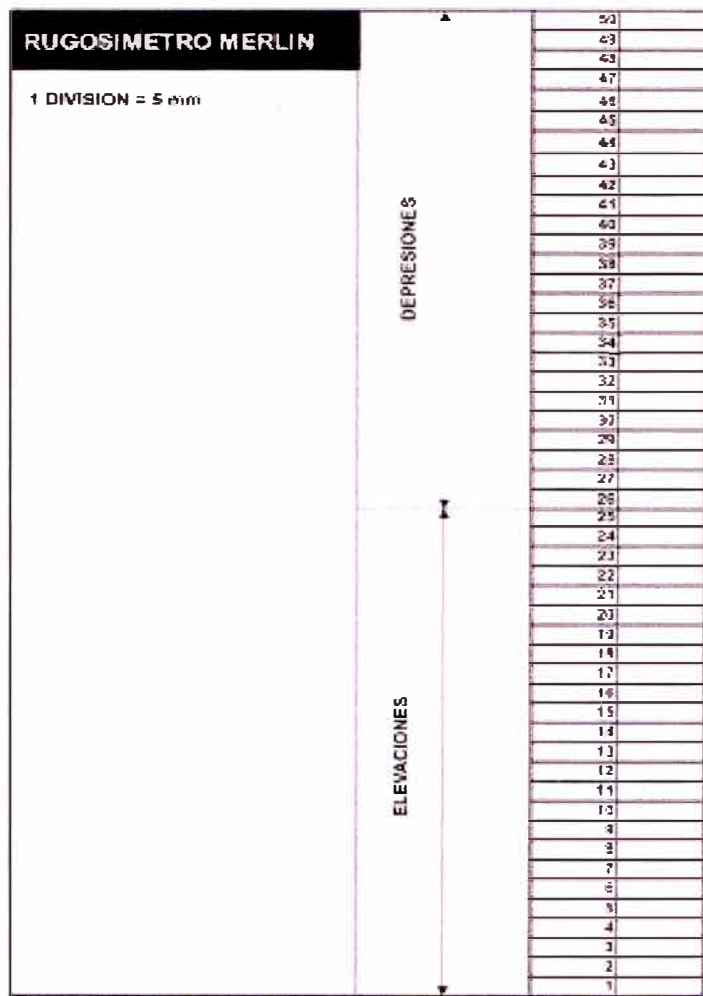
imperfecciones del terreno, mientras que el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el extremo inferior del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento. La relación de brazos entre los segmentos extremo 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 (Ver Figura N° 2.02).



**Figura N° 2.01: Esquema del Rugosímetro MERLIN.**

Fuente: M. A. Cundill – TRRL Research Report 301.

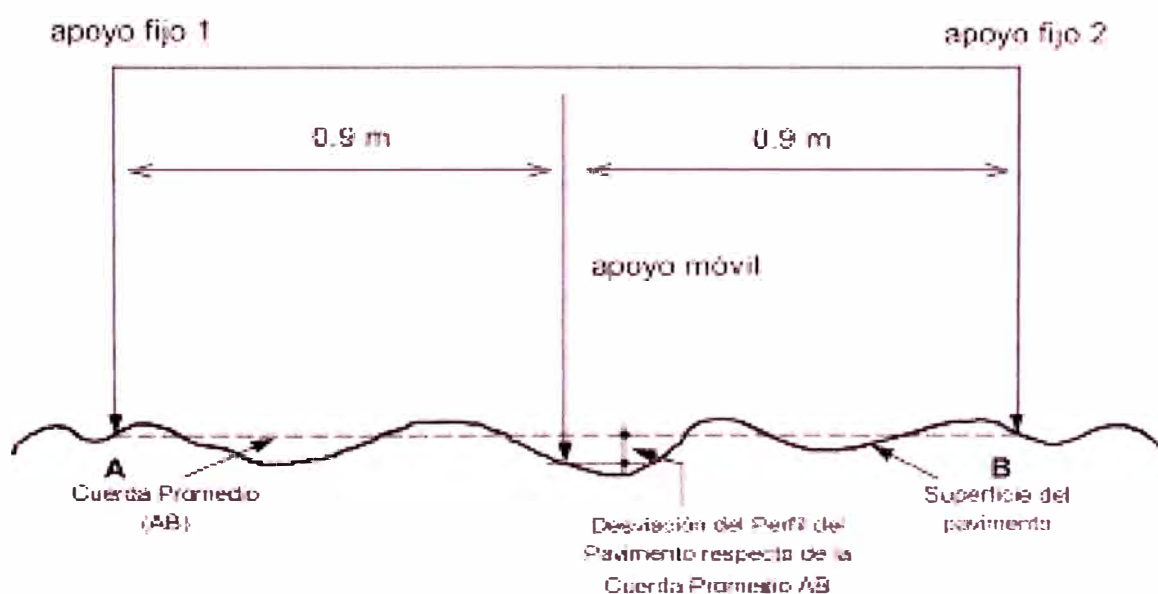


**Figura N° 2.02: Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto al nivel de referencia o cuerda promedio.**

Fuente: M. A. Cundill – TRRL Research Report 301.

### 2.3.2. Determinación de la Rugosidad del Pavimento (D).

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 Figura N° 2.03 ilustra como el MERLIN 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”.

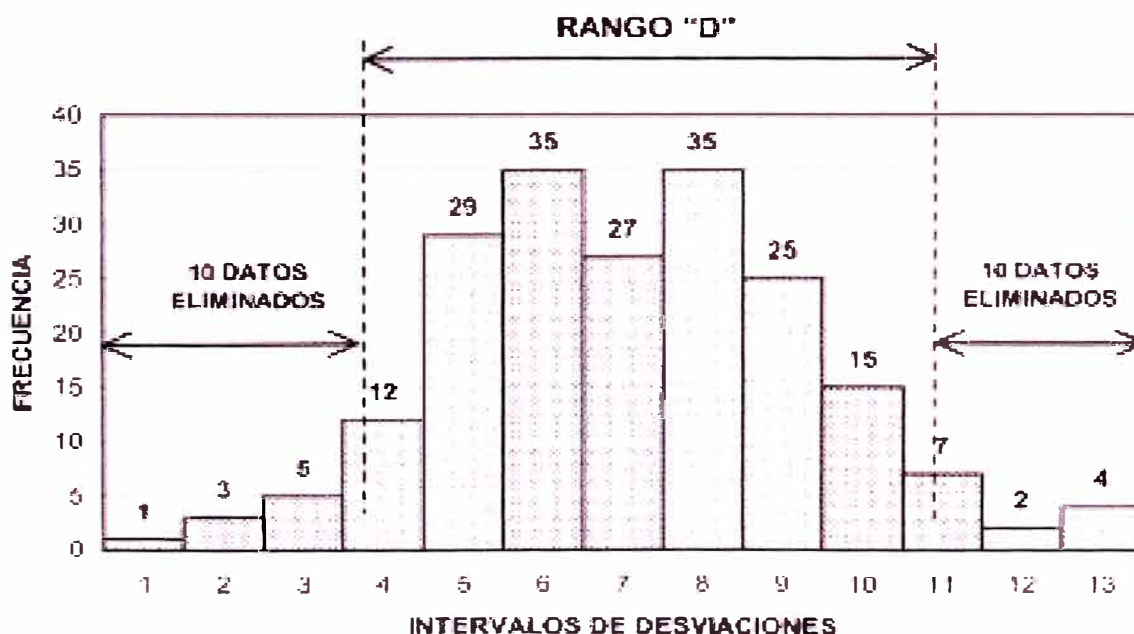


**Figura N° 2.03: Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.**

Fuente: M. A. Cundill – TRRL Research Report 301.

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 (Ver Figura N° 2.04). 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”.



**Figura N° 2.04: Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.**

Fuente: M. A. Cundill – TRRL Research Report 301.

### 2.3.3. Correlaciones D vs IRI

Para relacionar la rugosidad determinada por 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 utiliza la siguiente expresión:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D$$

Donde:

IRI : Índice de Rugosidad Internacional, m/Km.

D : Rugosidad en unidades MERLIN, mm.

La expresión es la ecuación original establecida por el Transport and Road Research Laboratory (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 siguiente:

$$2.4\text{m/Km.} < IRI < 15.9\text{m/Km.}$$



#### 2.3.4. Factor de Corrección para el ajuste de D

La ecuación entre el D y el IRI representa correlaciones entre el valor D y la rugosidad en unidades IRI, las cuales han sido desarrolladas para una condición de relación de brazos del rugosímetro 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:

- 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.
- Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso. 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, lo que significa, considerando que cada casillero mide 5mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y cuando la relación de brazos actual del equipo sea igual a la sumida. 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.

## CAPÍTULO 3.- APLICACIÓN TRAMO Km. 99+000 – 104+000 CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

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. 59+000 – Km. 104+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.

Carretera : CAÑETE – YAUYOS – CHUPACA.

Actividad : Evaluación de Rugosidad.

Método : MERLIN.

Equipo : Rugosímetro MERLIN.

*Tramo evaluado en el Presente Informe:*

Inicio : CAPILLUCAS (Km: 99+000).

Final : CALACHOTA (Km: 104+000).

*Sub - Tramo evaluado con el Rugosímetro MERLIN:*

Inicio del Ensayo : Km. 100+200 (hora: 9:15 a.m.)

Fin del Ensayo : Km. 99+800 (hora: 9:45 a.m.)

Sentido de avance : Decreciente según la progresiva.

Huella de la llanta : Derecha.

Carpeta de Rodadura: Tratamiento Superficial Monocapa.

Cantidad de carriles : Presenta un solo carril.

Ancho de plataforma : 3.0 a 5.0m.

Fecha de Ensayo : 03/10/2009

Hora Inicio del Ensayo: 9:15 a.m.

Hora Fin del Ensayo : 9:45 a.m.

Duración : 30 minutos.

- 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.

La evaluación de la rugosidad se realizó en un tramo representativo de 400m dentro de la longitud asignada de 5 Km a evaluar, los cuales fueron recorridos previamente notándose las irregularidades superficiales existentes.

Un operador llevó el equipo MERLIN a lo largo de los 400m. elegidos efectuando la medición en los puntos indicados por el señalador, mientras un anotador registraba los valores obtenidos en cada medición en la ficha de campo mostrada en la figura 3.1.6. Debido a que los trabajos se realizaron sobre la calzada y en la huella derecha, fue necesario contar con una camioneta, dos banderolas y conos de seguridad que aseguren la culminación de los trabajos sin riesgo alguno. Estos procesos se muestran en las figuras siguientes:



**Figura N° 3.01: Vista del traslado del Equipo rugosímetro MERLIN.**

Fuente: Panel fotográfico de campo.





**Figura N° 3.02: Vista del inicio del ensayo mediante la colocación de la planilla de toma de datos sobre el Equipo rugosímetro MERLIN.**

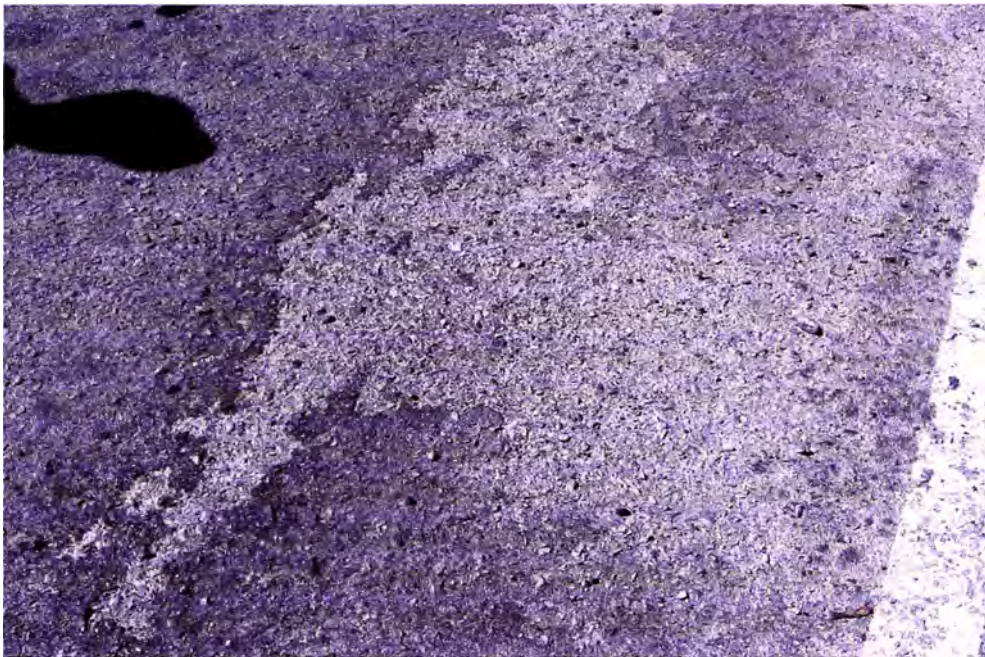
Fuente: Panel fotográfico de campo.



**Figura N° 3.03: Vista del proceso de ensayo y toma de datos. Nótese la ubicación posterior de la camioneta como medida de seguridad.**

Fuente: Panel fotográfico de campo.





**Figura N° 3.04: Vista del tipo de falla superficial observado durante la ejecución del ensayo.**


Fuente: Panel fotográfico de campo.




**Figura N° 3.05: Vista de conos y personal de seguridad.**

Fuente: Panel fotográfico de campo.





**UNI - FIC**  
**GRUPO 7°**



**MERLIN**

CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA DEL KM. 89+000 AL KM. 94+000	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46																																																																																																																																																																																																																																						
TRAMO : 100+200 - 100+000																																																																																																																																																																																																																																							
HUELLA : DERECHA (HUMEDAD - CAÑETE)																																																																																																																																																																																																																																							
OPERADOR : RENE POMA Registro: JUAN CARLOS GONZALEZ																																																																																																																																																																																																																																							
FECHA : 03/10/2009																																																																																																																																																																																																																																							
ENSAYO N° : 1																																																																																																																																																																																																																																							
Final } Ancho banda 3.2m D = { Ancho plataforma 5.2m  Fórmula de Auer 1.47 RUGOSIDAD = 0.593 + 0.0471 * D =																																																																																																																																																																																																																																							
OBSERVACIONES :																																																																																																																																																																																																																																							
Inicio 100+200 - 100+000 9.16 9.16																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>19</td><td>20</td><td>17</td><td>15</td><td>25</td><td>16</td><td>13</td><td>10</td><td>13</td><td>22</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>32</td><td>16</td><td>20</td><td>15</td><td>16</td><td>7</td><td>13</td><td>26</td><td>22</td><td>23</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td><td>17</td><td>7</td><td>12</td><td>10</td><td>32</td><td>18</td><td>29</td><td>15</td><td>29</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>24</td><td>18</td><td>22</td><td>13</td><td>20</td><td>18</td><td>11</td><td>18</td><td>22</td><td>19</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>15</td><td>15</td><td>12</td><td>12</td><td>17</td><td>20</td><td>23</td><td>25</td><td>20</td><td>28</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>24</td><td>26</td><td>17</td><td>24</td><td>26</td><td>30</td><td>28</td><td>27</td><td>26</td><td>17</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>11</td><td>19</td><td>20</td><td>25</td><td>25</td><td>24</td><td>19</td><td>20</td><td>25</td><td>33</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>26</td><td>19</td><td>16</td><td>22</td><td>16</td><td>25</td><td>18</td><td>12</td><td>18</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>19</td><td>23</td><td>23</td><td>29</td><td>16</td><td>12</td><td>25</td><td>12</td><td>13</td><td>19</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>19</td><td>19</td><td>16</td><td>28</td><td>15</td><td>15</td><td>27</td><td>19</td><td>20</td><td>20</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>29</td><td>32</td><td>19</td><td>28</td><td>34</td><td>31</td><td>34</td><td>31</td><td>28</td><td>38</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>23</td><td>30</td><td>22</td><td>35</td><td>26</td><td>43</td><td>28</td><td>35</td><td>28</td><td>40</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>31</td><td>28</td><td>28</td><td>32</td><td>33</td><td>27</td><td>27</td><td>27</td><td>27</td><td>34</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>37</td><td>19</td><td>28</td><td>29</td><td>32</td><td>20</td><td>30</td><td>31</td><td>29</td><td>35</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>24</td><td>30</td><td>30</td><td>25</td><td>25</td><td>39</td><td>28</td><td>22</td><td>21</td><td>21</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>18</td><td>39</td><td>20</td><td>24</td><td>22</td><td>30</td><td>24</td><td>23</td><td>22</td><td>23</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>27</td><td>29</td><td>20</td><td>20</td><td>25</td><td>27</td><td>37</td><td>21</td><td>37</td><td>20</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>28</td><td>26</td><td>26</td><td>20</td><td>5</td><td>13</td><td>29</td><td>28</td><td>21</td><td>29</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>29</td><td>33</td><td>28</td><td>24</td><td>27</td><td>27</td><td>38</td><td>20</td><td>4</td><td>20</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>26</td><td>34</td><td>19</td><td>11</td><td>18</td><td>16</td><td>16</td><td>24</td><td>21</td><td>29</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	19	20	17	15	25	16	13	10	13	22	2	32	16	20	15	16	7	13	26	22	23	3	20	17	7	12	10	32	18	29	15	29	4	24	18	22	13	20	18	11	18	22	19	5	15	15	12	12	17	20	23	25	20	28	6	24	26	17	24	26	30	28	27	26	17	7	11	19	20	25	25	24	19	20	25	33	8	26	19	16	22	16	25	18	12	18	10	9	19	23	23	29	16	12	25	12	13	19	10	19	19	16	28	15	15	27	19	20	20	11	29	32	19	28	34	31	34	31	28	38	12	23	30	22	35	26	43	28	35	28	40	13	31	28	28	32	33	27	27	27	27	34	14	37	19	28	29	32	20	30	31	29	35	15	24	30	30	25	25	39	28	22	21	21	16	18	39	20	24	22	30	24	23	22	23	17	27	29	20	20	25	27	37	21	37	20	18	28	26	26	20	5	13	29	28	21	29	19	29	33	28	24	27	27	38	20	4	20	20	26	34	19	11	18	16	16	24	21
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																													
1	19	20	17	15	25	16	13	10	13	22																																																																																																																																																																																																																													
2	32	16	20	15	16	7	13	26	22	23																																																																																																																																																																																																																													
3	20	17	7	12	10	32	18	29	15	29																																																																																																																																																																																																																													
4	24	18	22	13	20	18	11	18	22	19																																																																																																																																																																																																																													
5	15	15	12	12	17	20	23	25	20	28																																																																																																																																																																																																																													
6	24	26	17	24	26	30	28	27	26	17																																																																																																																																																																																																																													
7	11	19	20	25	25	24	19	20	25	33																																																																																																																																																																																																																													
8	26	19	16	22	16	25	18	12	18	10																																																																																																																																																																																																																													
9	19	23	23	29	16	12	25	12	13	19																																																																																																																																																																																																																													
10	19	19	16	28	15	15	27	19	20	20																																																																																																																																																																																																																													
11	29	32	19	28	34	31	34	31	28	38																																																																																																																																																																																																																													
12	23	30	22	35	26	43	28	35	28	40																																																																																																																																																																																																																													
13	31	28	28	32	33	27	27	27	27	34																																																																																																																																																																																																																													
14	37	19	28	29	32	20	30	31	29	35																																																																																																																																																																																																																													
15	24	30	30	25	25	39	28	22	21	21																																																																																																																																																																																																																													
16	18	39	20	24	22	30	24	23	22	23																																																																																																																																																																																																																													
17	27	29	20	20	25	27	37	21	37	20																																																																																																																																																																																																																													
18	28	26	26	20	5	13	29	28	21	29																																																																																																																																																																																																																													
19	29	33	28	24	27	27	38	20	4	20																																																																																																																																																																																																																													
20	26	34	19	11	18	16	16	24	21	29																																																																																																																																																																																																																													

Figura N° 3.06: Vista de la ficha de campo para la toma de datos.

Fuente: Elaboración propia.



### 3.2. TOMA DE DATOS

Antes de iniciar el ensayo se ubicó la llanta del equipo en la progresiva de inicio Km.100+200 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 el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 3.01: Cuadro de Datos de Rugosidad con equipo MERLIN**

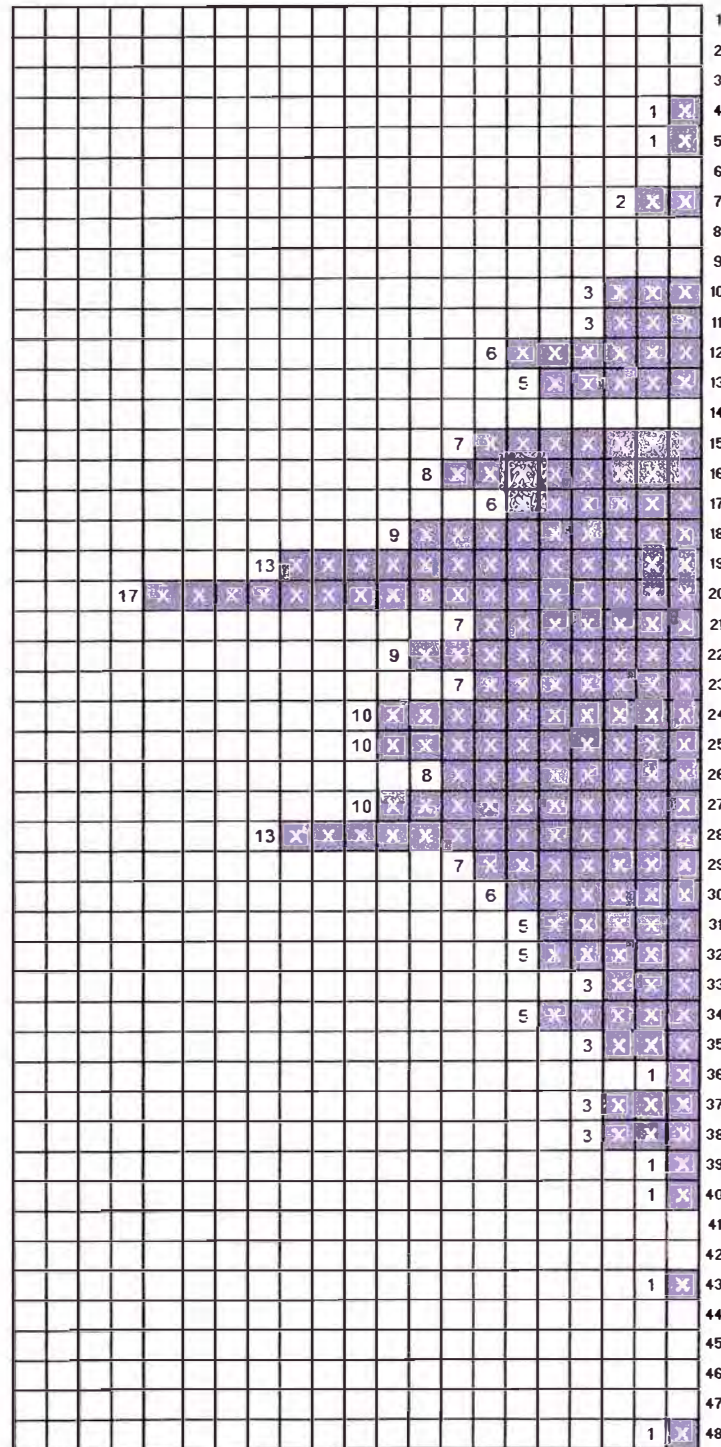
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	19	26	17	15	25	16	13	10	17	22	1
	32	16	20	15	16	7	13	25	22	27	2
	20	17	7	12	10	32	18	29	15	29	3
	24	18	22	13	20	18	11	16	22	19	4
	15	15	12	12	17	20	23	25	20	28	5
	24	26	17	24	26	30	28	23	26	17	6
	11	19	20	25	25	24	19	20	25	33	7
	26	19	16	22	16	25	18	12	18	10	8
	19	23	23	21	16	12	25	12	13	19	9
	19	19	16	28	15	15	27	19	20	20	10
	24	32	19	28	34	31	34	31	28	38	11
	23	30	22	35	26	43	28	35	28	40	12
	31	28	26	32	33	27	27	21	27	34	13
	37	19	28	29	32	20	30	31	29	35	14
	24	30	30	25	25	31	28	22	21	21	15
	18	39	20	24	22	30	24	23	22	23	16
	27	27	20	20	25	27	37	21	37	20	17
	28	36	48	20	5	13	34	36	21	29	18
	29	33	28	24	27	27	38	20	4	20	19
	26	34	19	11	18	18	16	24	21	29	20

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. GRÁFICA DEL HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

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 el cuadro 3.3:

**Cuadro N° 3.02: Histograma de Frecuencias de Datos de Rugosidad con equipo MERLIN**

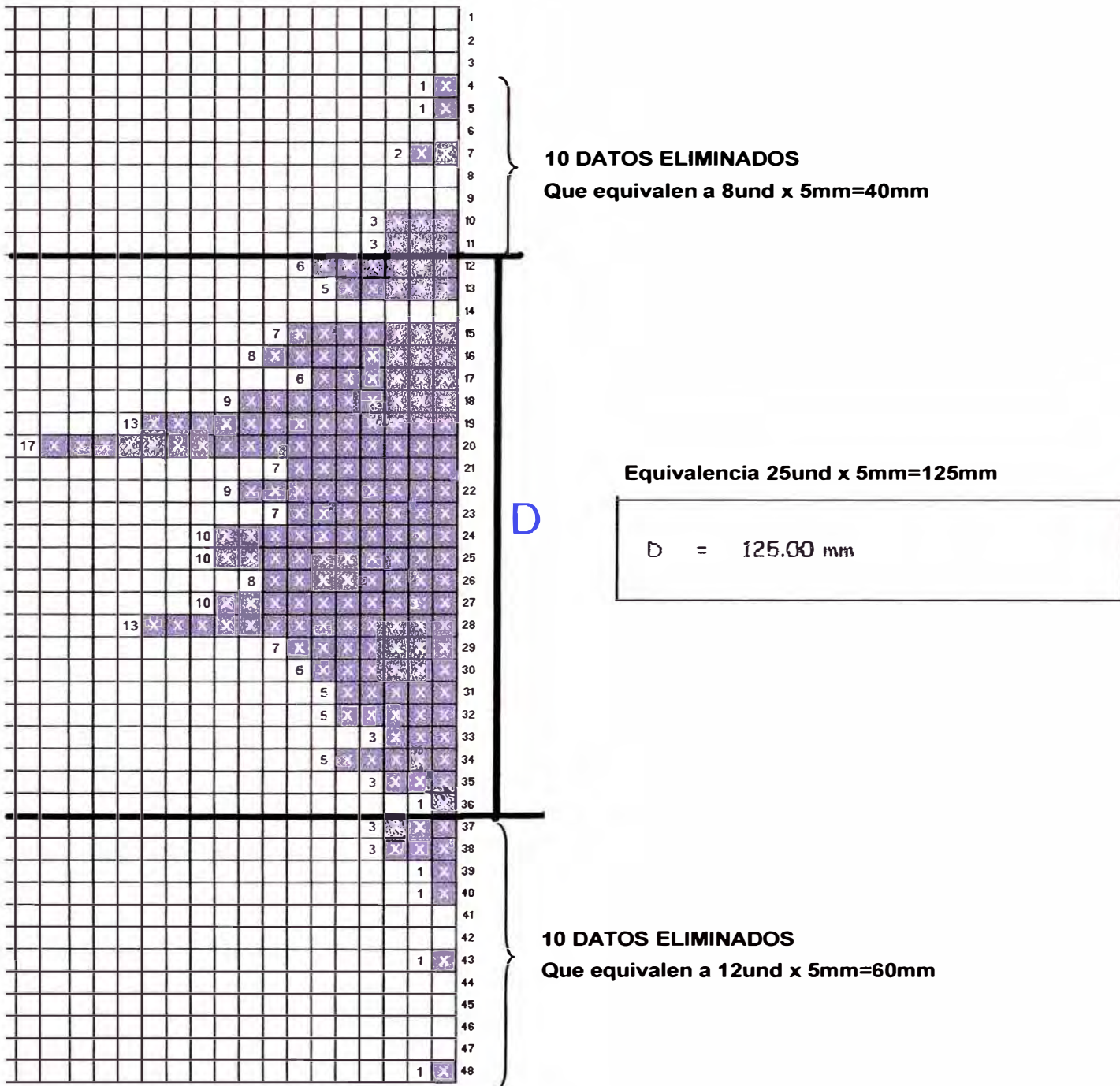


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 2).

### 3.4. DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO (D)

En el histograma obtenido se descarta el 10% de los valores menos representativos obtenidos (10 datos de cada una de las colas del histograma) tal como se muestra en el cuadro N° 3.03. El ancho del histograma (D), determinado una vez descartados los valores extremos se expresa en mm.

**Cuadro N° 3.03: Determinación de Rugosidad del Pavimento con equipo MERLIN**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.5. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL AJUSTE DE D

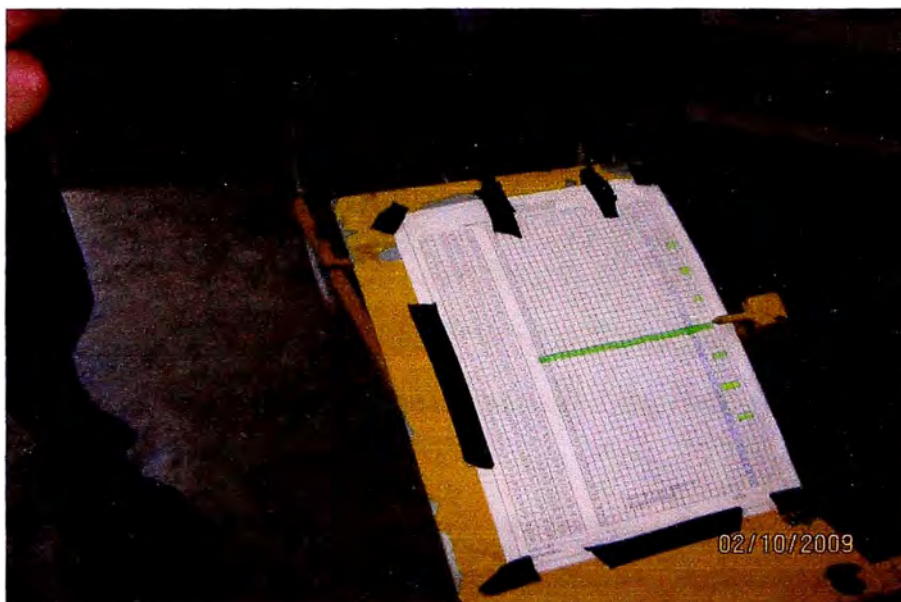
El valor de D debe ser corregido con el factor de corrección tal como se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 3.04: Calibración del Rugosímetro MERLIN**

<b>CALIBRACIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN</b>			
Fecha de calibración		03/10/2009	
Hora de calibración		5:00 p.m.	
Espesor de Pastilla		6.0 mm	
N° de Prueba	Lectura Inicial (Li)	Lectura Final (Lf)	Diferencia de Lecturas
1	25.0	37.0	12.0
2	23.0	35.0	12.0
3	24.0	36.0	12.0
4	24.0	36.0	12.0
Promedios	24.0	36.0	12.0
<p>Ecuación para la determinación del Factor de corrección:</p> $F.C. = (E_p \times 10) / \{(L_f - L_i) \times 5\}$ <p>Espesor de Pastilla (Ep) = 6.00 mm</p> <p>Luego:</p> $F.C. = (6.0 \times 10) / \{(37.0 - 25.0) \times 5\}$ <p><b>Factor de Corrección F.C. = 1.00</b></p> <p>Nota: Factor de Corrección empleado en las secciones:</p> <p>Grupo N°09 : Km 99+600 - Km 104+000</p> <p>Subtramo : Km 100+200 - Km 99+800 (Huella Derecha)</p>			

Fuente: Elaboración propia.





**Figura N° 3.07: Vista de la lectura inicial para hallar el factor de corrección del rugosímetro MERLIN.**

Fuente: Panel fotográfico de campo.



**Figura N° 3.08: Vista del proceso de ensayo y toma de datos para hallar el factor de corrección. Nótese la pastilla de calibración.**

Fuente: Panel fotográfico de campo.

### 3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

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:

$\begin{aligned} \text{RUGOSIDAD} &= 0.593 + 0.0471 * D \\ &= 6.48 \text{ IRI} \end{aligned}$
---

### 3.7. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI)

Con el valor de la rugosidad obtenido, se calcula el Índice de Serviabilidad del Pavimento (PSI) mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

IRI : Índice de Rugosidad Internacional, m/Km.

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

$$PSI = 1.5$$

## **CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO (PSI) OBTENIDO**

Para efectos del presente estudio, la determinación analítica del PSI se efectuó utilizando la expresión aproximada establecida por Sayers, que relaciona la rugosidad con el Índice de Serviabilidad, la correlación adoptada se desarrolló usando los datos obtenidos en el Ensayo Internacional sobre Rugosidad en Caminos, realizado en Brasil en 1982. Se obtuvo como PSI el valor de 1.5 el cual tiene una clasificación de transitabilidad de MALA.

### **4.2. DISCUSIÓN DE LA APLICACIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN**

La aplicabilidad de rugosímetros tipo MERLIN requiere de un mayor cuidado en la ecuación de correlación utilizada para convertir los valores de D a IRI. La expresión a utilizarse debe ser concordante con valores reales y no solamente en premisas teóricas discordantes con la realidad.

### **4.3. PROCESAMIENTO DE VALORES IRI DEL MONITOREO UNI**

Los valores IRI obtenidos por el Monitoreo UNI entre los meses de Junio y Julio del 2009 (ver Anexo 3) son congruentes con el aumento de la rugosidad en el tiempo, dado que los resultados son menores con respecto a la rugosidad obtenida en el presente informe cuya evaluación de rugosidad con equipo MERLIN fue realizada en el mes de Octubre del 2009 para el subtramo analizado: Km 100+200 al Km 99+800. En el cuadro siguiente se muestra la evolución aproximada de los valores IRI para el subtramo evaluado:



**Cuadro N° 4.01: Evolución del IRI medido con rugosímetro MERLIN**

		PROGRESIVA		IRI	SERVICIABILIDAD	MESES
30/11/2008	T.S. Monocapa	99+000	104+000	CONSTRUCCION		
30/06/2009	T.S. Monocapa	100+000	100+400	5.090	2.0	7
03/10/2009	T.S. Monocapa	100+200	99+800	6.480	1.5	11

Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento de los valores IRI obtenidos por el Monitoreo UNI entre los meses de Junio y Julio del 2009 son presentados en el Anexo 4.

## CONCLUSIONES

- La evaluación de la rugosidad con equipo MERLIN se ha efectuado en el subtramo ubicado entre las progresivas Km. 99+800 al Km.100+200 (400 m), obteniéndose un valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 6.48 m/Km y un valor del Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) de 1.5 que corresponde a una mala transitabilidad.
- Las causas del deterioro prematuro que se evidencia en el tramo asignado para la evaluación de la rugosidad se deben principalmente al deficiente proceso constructivo, ya que al tratarse de un sector que presenta anchos variables con zonas muy angostas, la Motoniveladora no pudo efectuar una adecuada mezcla entre el material de base y la emulsión asfáltica.
- Durante los trabajos de campo se observó una pobre adherencia entre la gravilla de 3/8" y el RC-250 que conforman el Tratamiento Superficial Monocapa, contribuyendo así al aumento del valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Según el Monitoreo UNI, esto se debe a que la gravilla fue obtenida del chancado de piedra en zaranda mecánica, proceso que produjo gran cantidad de polvillo que cubrió la gravilla y que no permitió una adecuada adherencia con el RC-250.
- Posteriormente a la construcción del cambio de estándar hubieron factores que contribuyeron al rápido deterioro de la superficie de rodadura como son las deficientes obras de arte y el tráfico temporal adicional al existente generado por la construcción de la Central Hidroeléctrica El Platanal.
- Existe una estrecha relación entre los valores de rugosidad, serviciabilidad y el grado de comodidad de los usuarios de la vía, los costos de operación vehicular, tiempo de transporte y mantenimiento; en consecuencia la medición de la rugosidad se debe realizar con equipos debidamente calibrados y con metodologías que permitan obtener valores que se aproximen lo más posible a la realidad.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una medición periódica de la rugosidad con equipo MERLIN para así obtener una data histórica y realizar su seguimiento durante toda la vida útil del tramo en estudio.
- Se recomienda automatizar el rugosímetro MERLIN para mejorar la velocidad en la toma de datos y su procesamiento, adquiriendo características adicionales como la adquisición autónoma de datos.
- Se recomienda no realizar ensayos de rugosidad con equipo MERLIN cuando se ubique sobre estructuras como badenes, puentes y jibas.
- Las ecuaciones de calibración utilizadas en el procesamiento de la información y los modelos matemáticos en los cuales se basan estas ecuaciones deben ser validadas con data real de campo.
- Si se quieren obtener resultados más confiables del Índice de rugosidad Internacional (IRI) con el rugosímetro MERLIN, se debe realizar una previa calibración con equipos de nivelación de precisión.
- Con el objeto de mejorar los niveles de serviciabilidad se recomienda hacer nivelación topográfica y/o medición de rugosidad en las capas previas a la colocación de la superficie de rodadura.
- En la conformación de las capas del pavimento, deben efectuarse los controles respectivos de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, para así no tener deficiencias durante el proceso de construcción.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 AASHTO; Guide for Design of Pavement Structures; American Association of State Highway and Transportation, USA, 1993.
- 2 ASOCIACIÓN AYESA – ALPHA CONSULT; Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, MTC, Lima, 2005.
- 3 CHANG ALBITRES, CARLOS M.; Pavimentos - Un Enfoque al Futuro; Fondo Editorial ICG, Lima, 2005.
- 4 CUNDILL, M. A.; “The MERLIN Low-cost Road Roughness Measuring Machine”, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport. TRRL Research Report 301. Crowthorne – Gran Bretaña, 1991.
- 5 DEL AGUILA, PABLO M.; Estado del Arte sobre la Medición de la Rugosidad de Pavimentos en el Perú; Fondo Editorial ICG, Lima, 2005.
- 6 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, Oficina de Control de Calidad, Lima - Perú, 2000.
- 7 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, Tarea Asociación Gráfica Educativa, Lima, 2008.
- 8 PALACIOS LEON, FLORIANO; Estudios de Preinversión a Nivel de Perfil para el Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, MTC, Lima, 2004.
- 9 SAYERS, M. W. et al; “Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements”. World Bank Technical Paper N°46. Washington D.C., 1986.

## **ANEXOS**

- 1. REGISTROS DE EXCAVACIÓN DE SUELOS.**
- 2. CÁLCULO DEL IRI KM.100+200 – KM.99+800.**
- 3. VALORES IRI DEL MONITOREO UNI.**
- 4. PROCESAMIENTO DE VALORES IRI DEL MONITOREO UNI.**
- 5. DIRECTIVAS PARA ELABORACION DE MANUAL PARA LA MEDICION DE RUGOSIDAD CON MERLIN.**
- 6. ESTUDIO DE TRÁFICO TEMPORAL, TRAMO KM 65+000 – KM 96+000.**
- 7. PANEL FOTOGRÁFICO.**
- 8. RELACIÓN DE PROYECTOS DE RUGOSIDAD EVALUADA CON MERLIN.**

## **ANEXO 1**

### **REGISTROS DE EXCAVACION DE SUELOS**

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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

OBJETO :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	CALICATA :	C-42
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
UBICACION :	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO :	E.M.H
	99+600	FECHA DE EXCAVACION :	22/06/2009
SENALIZACION :	IZQUIERDO	PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m) :	-

O R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y materia orgánica; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	N.M.	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.750	>				
			mm	mm	mm	mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4	16.1	2.2	3.1		
	Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad baja, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 3% boloneria, material fino sin materia organica. 0% de bloques suelo granular suelto tamaño maximo 5"	SC-SM A-1-b(0)	15.0	53.0	31.0	3.0	25.0	5.4	2.0	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OBRAS: SERVICIO ESPECIAL DE RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

SERVACIONES:

MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+600 LIZO




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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - ORUPACA Y	CALICATA	C-U
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	G.H.M
UBICACION	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	E.M.H
	100+600	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
LADO	DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
TRAMO		PROF. NIVEL FREATICO (m)	-

O R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	KL	N° DE MUESTRA
			<	0.075	4.75	>				
			mm	mm	mm	mm				
		AASHTO	0.075	4.75	75	75	%	%	%	
CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO		GC - GM								
		A-1-a(0)	12.4	43.6	44.4		12.7	1.8	2.6	
 <p>Arena limosa inorgánica, sub angular, color marron claro, humedad media, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia media, 2% boloneria material fino con materia organica. tamaño máximo 4" 0% de bloques suelo granular fino suelo</p>		SC - SM A-1-b(0)	21.0	45.0	34.0	2.0	24.0	6.0	3.0	M-01
CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS OBRA SERV. CIVIL VIAL: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - ORUPACA Y TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS ING. LUIS HERNANDEZ ROZAS PCHOA GERENTE VIAL										

**RECOMENDACIONES:**

MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM:113+600 L.IZO

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAMUJANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CALICATA	: C-48
UBICACIÓN	: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REALIZADO	: G.H.M
KM	: 101+600	REVISADO	: E.M.H
LADO	: DERECHO	FECHA DE EXCAVACION	: 23/06/12
TRAMO	:	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	: 1.00
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	: *

PROP. (m)	O R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	K.M.
				<	0.075 mm	4.75 mm	>			
				AASHTO	0.075 mm	4.750 mm	75 mm			
1.13		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4		12.9	2.1	3.1
1.60		Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 2% boloneria, material fino sin materia organica, material granular suelto 0% de bloques	SC - SM A-1-b(0)	17.2	51.8	31.0	2.0	24.0	5.2	3.0
1.80										
3.00										

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 (C.A.) SERV. COM. VIAL CONSORCIO CAÑETE - LUNAMUJANA - PACARAN - CHUPACA Y RENDE TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 .....  
 ING. LUIS HORACIO ROSAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:

EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+600 L.IZO



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

**CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS**

**M.T.C**

**REGISTRO DE EXCAVACION**

<b>PROYECTO</b> :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARIH - CHUFACA Y	<b>CALICATA</b> :	C-45
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	<b>REALIZADO</b> :	G.H.M
<b>UBICACION</b> :	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	<b>REVISADO</b> :	E.M.H
<b>KM</b> :	102+600	<b>FECHA DE EXCAVACION</b> :	23/06/2008
<b>LADO</b> :	IZQUIERDO	<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m)</b> :	1.50
<b>TRAMO</b> :		<b>PROF. NIVEL FREATICO (m)</b> :	

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	L.P.	M.H.	MUE
				<	0.075	4.750	>				
				mm	mm	mm	mm				
0.14		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4		15.0	2.1	2.5	
0.80		Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad meda, medranamente compresible, medranamente compacto, consistencia dura 4% bolonera, material fino sin materia organica, tamaño maximo 3" 0 % de bloques suelo granular grueso	SC - SM A-1-b(0)	18.3	50.7	31.0	4.0	25.0	6.7	3.0	M-4
3.00		MATERIAL CONGLOMERADO  GRAVA LIMOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO  AGREGADO MAYOR A 2" AL 60%	GM								

**CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS**  
 PARA: SERVICIOS DE CONSULTORIA EN OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HOACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

**OBSERVACIONES:**

PODEMOS COMENTAR QUE DEBAJO DE LOS 0.40 MTS EL AGREGADO EXISTENTE TIENE EXCESO DE BOLONERIA 40% (MATERIAL CONGLOMERADO) EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+500 L.IZO

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

CONSORCIO GESTION  
DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y	CALCATA	: C-17
	: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	: G.H.M
UBICACION	: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	: E.M.H
KM	: 103+600	FECHA DE EXCAVACION	: 23.06/2003
LADO	: DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	: 1.50
TRAMO	:	PROF. NIVEL FREATICO (m)	:

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO <small>Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	MK	M <sup>o</sup> D MUEST
				<	0.075	4.750	>				
				AASHTO	mm	mm	mm				
2.10		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1a(0)	13.1	43.3	44.4		15.2	2.1	3.2	
		Arena limosa inorganica, sub angular, color marron claro, humedad media, plasticidad med.a, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia med.a, 2% boloneria material fino con materia organica, 10% de bloques suelo granular suelto	SC - SM A-1-b(0)	17.8	51.2	31.0	2.0	24.0	4.9	3.5	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 OSU - SERV. COM. VIAL CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN  
 CHUPACA Y RENIE. TRANQUILIDAD DV. YAUYO - RONCHAS  
 .....  
 ING. LUIS HORACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:



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

**CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS**

**M.T.C**

**REGISTRO DE EXCAVACION**

<b>PROYECTO</b> :	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CANETE - LLINAMUANA - PACARAH - CHUPACA Y	<b>CALICATA</b> :	C-48
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	<b>REALIZADO</b> :	G.H.M
<b>UBICACION</b> :	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	<b>REVISADO</b> :	E.M.H
<b>KM</b> :	104+600	<b>FECHA DE EXCAVACION</b> :	23/06/2008
<b>LADO</b> :	IZQUIERDO	<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m)</b> :	1.50
<b>TRAMO</b> :		<b>PROF. NIVEL FREATICO (m)</b> :	*

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bofeos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	KK	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				mm	mm	mm	mm				
0.13		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4		13.1	2.1	2.E	
0.30		Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 4% bolonera, material fino sin materia organica, tamaño maximo 3" material granular grueso	SC - SM A-1-b(0)	17.3	51.7	31.0	4.3	24.0	5.0	3.7	M-01
0.60											
1.00											
1.50											

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 ESPECIALIDAD VIAL C/PTA. CANETE - LLINAMUANA - PACARAH - CHUPACA Y  
 TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 INE. LUIS MOFACIO ROSAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

**OBSERVACIONES:**

PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL - PROCEDENTE DE LA CANTERA KM. 113+000 L IZO

## **ANEXO 2**

**CALCULO DEL IRI KM.100+200 – KM.99+800**

**INFORME DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD**

Evaluación Superficial de La Carretera  
Cañete - Yauyos - Huancayo  
(Km 99+000 - Km 104+000)

Sección Km 100+200 - Km 99+800

Carril / Huella :Derecho

Operador Rene Poma

FECHA : 03/10/2009

ENSAYO Nº 01

F = 1.000

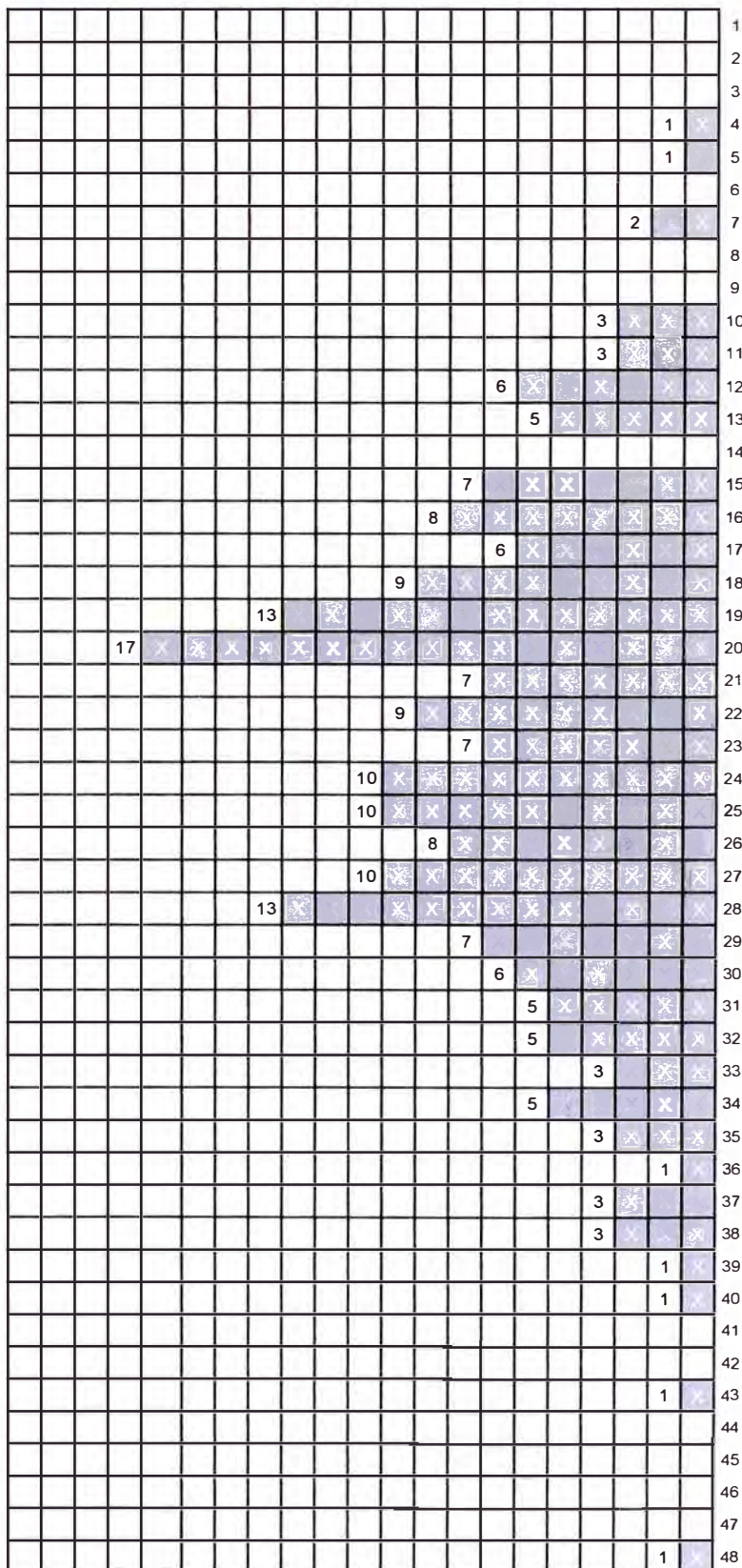
D = 125.00 mm

RUGOSIDAD =  $0.593 + 0.0471 * D$   
= 6.48 IRI

**OBSERVACIONES :**

La ecuación empleada para la obtención del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) corresponde a la desarrollada por el Laboratorio Británico de Transportes (TRRL), válida para el rango  $2.4 < IRI < 15.9$  ( $40 < D < 312$ ).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	26	17	15	25	16	13	10	17	22
32	16	20	15	16	7	13	26	22	27
20	17	7	12	10	32	18	29	15	29
24	18	22	13	20	18	11	18	22	19
15	15	12	12	17	20	23	25	20	28
24	26	17	24	26	30	28	23	26	17
11	19	20	25	25	24	19	20	25	33
26	19	16	22	16	25	18	12	18	10
19	23	23	21	16	12	25	12	13	19
19	19	16	28	15	15	27	19	20	20
24	32	19	28	34	31	34	31	28	38
23	30	22	35	26	43	28	35	28	40
31	28	28	32	33	27	27	21	27	34
37	19	28	29	32	20	30	31	29	35
24	30	30	25	25	31	28	22	21	21
18	39	20	24	22	30	24	23	22	23
27	27	20	20	25	27	37	21	37	20
28	36	48	20	5	13	34	38	21	29
29	33	28	24	27	27	38	20	4	20
26	34	19	11	18	18	16	24	21	29





## **ANEXO 3**

### **VALORES IRI DEL MONITOREO UNI**



**RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL - IRI**

TRAMO TOTAL : DEL 55+050 AL 78+450  
 CARRIL DE ENSAYO : DERECHO  
 CARPETA DE RODADURA: SLURRY SEAL

CODIGO DEL	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG	PROG FINAL			
I - 01	55+050	55+450	A 1m del borde	3.08	23/06/2009
I - 02	55+450	55+850	A 1m del borde	2.30	23/06/2009
I - 03	55+850	56+250	A 1m del borde	3.23	23/06/2009
I - 04	56+250	56+650	A 1m del borde	2.87	23/06/2009
I - 05	57+000	57+400	A 1m del borde	3.28	24/06/2009
I - 06	57+400	57+800	A 1m del borde	3.74	24/06/2009
I - 07	57+800	58+200	A 1m del borde	3.78	24/06/2009
I - 08	58+200	58+600	A 1m del borde	4.00	24/06/2009
I - 09	58+900	59+300	A 1m del borde	3.21	24/06/2009
I - 10	59+300	59+700	A 1m del borde	3.75	24/06/2009
I - 11	59+700	60+100	A 1m del borde	4.08	25/06/2009
I - 12	60+500	60+900	A 1m del borde	3.19	25/06/2009
I - 13	61+500	61+900	A 0.70m del borde	3.61	25/06/2009
I - 14	62+560	62+960	A 1.00m del borde	2.91	26/06/2009
I - 15	63+000	63+400	A 1.00m del borde	3.48	26/06/2009
I - 16	64+100	64+500	A 1.00m del borde	2.54	26/06/2009
I - 17	65+600	66+000	A 1.00m del borde	3.17	02/07/2009
I - 18	66+000	66+400	A 1.00m del borde	3.22	02/07/2009
I - 19	67+600	68+000	A 1.00m del borde	3.74	02/07/2009
I - 20	68+500	68+900	A 1.00m del borde	2.85	02/07/2009
I - 21	69+045	69+445	A 1.00m del borde	3.86	02/07/2009
I - 22	70+150	70+550	A 1.00m del borde	3.08	02/07/2009
I - 23	71+500	71+900	A 1.00m del borde	3.80	02/07/2009
I - 24	72+000	72+400	A 1.00m del borde	3.55	03/07/2009
I - 25	73+100	73+500	A 1.00m del borde	3.34	03/07/2009
I - 26	74+400	74+800	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I - 27	75+000	75+400	A 1.00m del borde	3.57	03/07/2009
I - 28	76+300	76+700	A 1.00m del borde	3.51	03/07/2009
I - 29	77+200	77+600	A 1.00m del borde	3.18	03/07/2009
I - 30	78+050	78+450	A 1.00m del borde	2.84	03/07/2009

**PROMEDIO ARITMETICO**

**3.36**

Rango IRI	Longitud (Kms)	%
0 - 2.000	0.80	0.07
2.001 - 4.000	10.80	0.90
4.001 - 5.000	0.40	0.03
>= 5.001	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>12.00</b>	<b>1.00</b>

**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	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG	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





**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	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG.	PROG. FINAL			
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	4.36	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

**PROMEDIO ARITMETICO**

**4.35**

Rango IRI	Longitud (Km.)	%
0 - 2.800	0.00	0.00
2.800 - 4.000	7.60	0.29
4.000 - 5.000	14.40	0.55
>= 5.000	4.40	0.17
Total	26.40	1.00

**ANEXO 4**  
**PROCESAMIENTO DE VALORES**  
**IRI DEL MONITOREO UNI**





OBRA : Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial N°13 (Cañete - Dv. Yauyos - Chupaca).

NIVEL : Tratamiento Superficial Monocapa.

TRAMO : Km. 99+000 - Km. 104+000

CARRIL : Ambos.

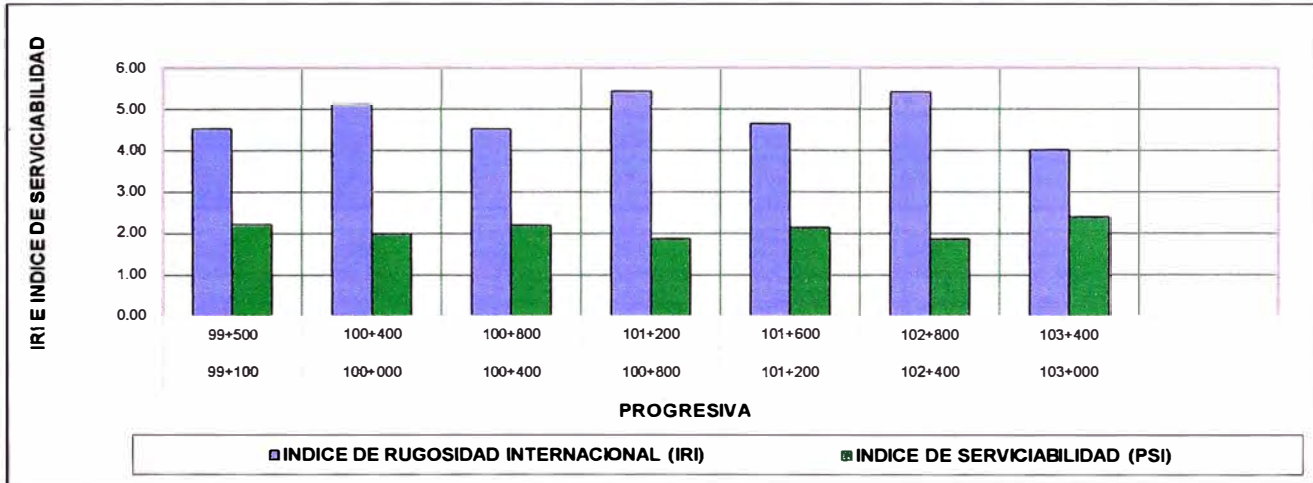
HECHO POR : Elaboración Propia

FECHA : Diciembre de 2009

**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO TERMINADO**  
**GRAFICA DEL PSI e IRI - VALORES IRI OBTENIDOS DEL MONITOREO UNI**  
(Equipo Merlin TRRL)

Km. 99+000 - Km. 104+000

HUELLA DERECHA





**OBRA** : Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial N°13 (Cafete - Dv. Yauyos - Chupaca).  
**NIVEL** : Tratamiento Superficial Monocapa.  
**TRAMO** : Km. 99+000 - Km. 104+000  
**CARRIL** : Ambos.

**HECHO POR** : Elaboracion Propia  
**FECHA** : Diciembre de 2009

**:EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO TERMINADO  
 CÁLCULO DEL PSI A PARTIR DEL IRI - VALORES IRI OBTENIDOS DEL MONITOREO UNI  
 (Equipo Rugosímetro MERLIN)**

**Km. 99+000 - 104+000**

FECHA	CAPA	HUELLA DERECHA				HUELLA IZQUIERDA		
		PROGRESIVA		IRI	SERVICIABILIDAD	PROGRESIVA	IRI	SERVICIABILIDAD
10/07/2009	T.S. Monocapa	99+100	99+500	4.510	2.2			
30/06/2009	T.S. Monocapa	100+000	100+400	5.090	2.0			
30/06/2009	T.S. Monocapa	100+400	100+800	4.520	2.2			
30/06/2009	T.S. Monocapa	100+800	101+200	5.420	1.9			
30/06/2009	T.S. Monocapa	101+200	101+600	4.640	2.2			
30/06/2009	T.S. Monocapa	102+400	102+800	5.400	1.9			
06/07/2009	T.S. Monocapa	103+000	103+400	4.020	2.4			

<b>Numero de Ensayo</b>	
<b>Media</b>	
<b>desviación estandar</b>	
<b>Coefficiente de Variacion</b>	
<b>IRIc</b>	
<b>PSI (Indice de serviciabilidad)</b>	
<b>Maximo</b>	
<b>Minimo</b>	

7	7
4.800	2.1
0.520	0.2
9.223	10.5
<b>5.656</b>	
	<b>2.0</b>
5.420	2.4
4.020	1.9


**CLASIFICACION DE TRANSITABILIDAD**

0-1 (PSI)	Muy Mala	1-2 (PSI)	Mala	2-3 (PSI)	Regular	3-4 (PSI)	Buena	4-5 (PSI)	Muy buena
-----------	----------	-----------	------	-----------	---------	-----------	-------	-----------	-----------

**ANEXO 5**

**DIRECTIVAS PARA ELABORACION DE MANUAL**

**PARA LA MEDICION DE RUGOSIDAD**

**CON MERLIN**

# **MANUAL PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE PAVIMENTOS TIPO TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA CON EQUIPO DE BAJO COSTO Y GRAN PRECISION**

## **Ejecución de ensayo con Rugosímetro MERLIN**

Para la ejecución de los ensayos se requiere del siguiente equipo:

Herramientas : tablero, winchas, formatos, conos de seguridad, banderolas, cámara fotográfica, camioneta.  
Personal : operador de equipo, anotador de datos, señalador, encargado de seguridad y fotógrafo.

Para la ejecución de los ensayos se requiere de tres personas que trabajan conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota (anotador), además de un señalador que indica el punto exacto para realizar dicha lectura. Así mismo, 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 formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha siguiendo un proceso continuo. 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. El espaciado entre los ensayos no es un factor crítico, pero es recomendable que las lecturas se realicen siempre estacionando la rueda en una misma posición, para lo cual sigue las indicaciones del señalador. Ello facilita la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levanta el equipo y controla que la llanta gire una vuelta. Posteriormente a la toma de datos de campo se debe seguir el procedimiento establecido para su procesamiento en el siguiente orden:

### **Cálculo del Rango "D"**

### **Factor de corrección para el ajuste de "D"**

### **Determinación de la rugosidad en la escala del IRI**

**ANEXO 6**  
**CONTEO VEHICULAR**



# ESTUDIO DEL TRAFICO TEMPORAL TRAMO KM 65+000 – KM 96+000

## A. CENTRAL HIDROELECTRICA . PLATANAL



### A.1 LOCALIZACIÓN

Departamento : Lima  
Provincia : Cañete y Yauyos  
Lugar : El Platanal  
SISTEMA: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

## **A.2 SITUACIÓN DEL PROYECTO**

Ubicada entre las provincias limeñas de Cañete y Yauyos.

La culminación de la construcción y pruebas de El Platanal está prevista para el 30 octubre del 2009, fecha en la cual deberá estar entregando energía al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. La construcción de El Platanal, generará 220 megavatios (MW) de energía eléctrica, participarán las constructoras Maz Errázuriz y JJ Camet, y será equipada por Voith-Siemens.

El Platanal inicialmente fue esbozada como un proyecto integral (generación eléctrica más irrigación de tierras áridas de las pampas de Concón-Topará), pero por problemas de invasión de parte del terreno comprometido se dividió y sólo quedó la parte hidroeléctrica. Entonces se planteó una generación de 270 MW.

Al dividirse el proyecto inicial, la inversión será de US\$200 millones, de los cuales US\$120 millones serán financiados por bancos locales, teniendo como estructurador al Banco de Crédito. Los US\$80 millones restantes serán asumidos por las empresas integrantes de Celepsa (además de Cementos Lima, Cemento Andino y Corporación Acero Arequipa).

## **A.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL**

Descripción : El proyecto integral en la cuenca del río Cañete Hidroeléctrica "El Platanal", contará con embalses de regulación en la laguna Paucar Cocha, con un volumen de 55 x 106 m3 y el embalse de regulación horaria en la captación Capillucas de 5 x 106 m3.

## **A.4 ENTIDAD A CARGO**

Compañía Eléctrica El Platanal S.A. (Celepsa), cuyo principal accionista es Cementos Lima (60%).

## B. TRAFICO TEMPORAL DEBIDO A LA CONTRUCCION DE LA HIDROELECTRICA

Debido a las características especiales de volumen y composición vehicular, presentado entre el Km. 65+000+Km. 97+000, se requirió efectuar un estudio específico de trafico, a fin de establecer las características del requerimiento vehicular propio de la obra.

### B.1 Puntos de Aforo

Los Puntos de Conteo vehicular se establecieron en las ubicaciones indicadas en el cuadro B-1

CUADRO B-1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
E 7	Chichicay- . Pueblo Nuevo	Chichicay	Conteo Continuo
E 8	Pueblo Nuevo - San Juan	San Juan	Conteo Continuo
E 7 A	Chichicay-Capilluca	Capilluca	

Fuente: Estudio de trafico 20

### B.2 Resultados de los Conteos Vehiculares

El resumen del conteo vehicular clasificado, se indica en los cuadros B-2 al cuadro B-4

CUADRO B-2 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN E7  
TRAMO CHICHICAY - PUEBLO NUEVO

Tipo de Vehiculo	Chichicay-Pblo	Pblo-Chichicay	Ambos	%
Auto	2	1	3	1%
Camioneta	145	144	289	51%
C.R.	32	29	61	11%
Micro	34	34	68	12%
Ómnibus 2	7	7	14	2%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	22	20	42	7%
Camión 3 Ejes	2	2	4	1%
Camión 4 Ejes	1	1	2	0%
Semitraylers	27	26	53	9%
Traylers	16	17	33	6%
<b>TOTAL</b>	<b>288</b>	<b>281</b>	<b>569</b>	<b>100%</b>
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de trafico 2008

**CUADRO B-3 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 8)  
 TRAMO PUEBLO NUEVO – SAN JUAN**

Tipo de Vehiculo	Pueblo Nuevo-San Juan	San Juan-Pueblo Nuevo	Ambos	%
Auto	3	3	6	1%
Camioneta	96	98	194	42%
C.R.	37	37	74	16%
Micro	25	23	48	10%
Ómnibus 2	7	8	15	3%
Ómnibus +2	0	1	1	0%
Camión 2 Ejes	24	23	47	10%
Camión 3 Ejes	4	5	9	2%
Camión 4 Ejes	0	1	1	0%
Semitraylers	13	15	28	6%
Traylers	19	19	38	8%
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>233</b>	<b>461</b>	<b>100%</b>
% sentido	49%	51%	100%	

Fuente: Estudio de trafico 2008

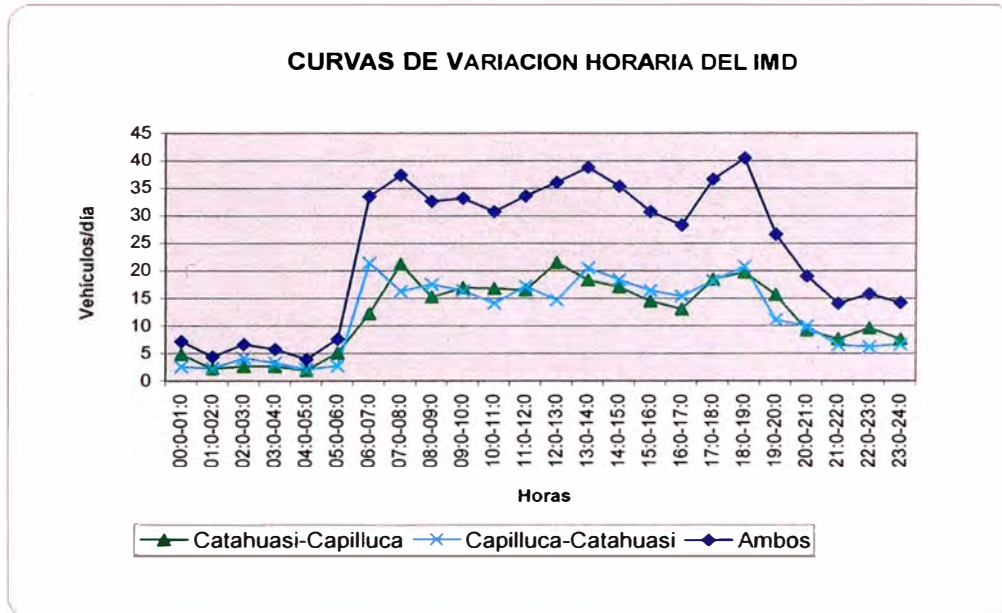
**CUADRO B-4 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO – ESTACIÓN (E 8 a)  
 TRAMO CHICHICAY-CAPILLUCA**

Tipo de Vehiculo	Chichicay-Capilluco	Capilluca-Chichicay	Ambos	%
Auto	2	0	2	1%
Camioneta	29	29	58	25%
C.R.	9	9	18	8%
Micro	3	5	8	3%
Ómnibus 2	6	7	13	6%
Ómnibus +2	0	1	1	0%
Camión 2 Ejes	14	16	30	13%
Camión 3 Ejes	2	0	2	1%
Camión 4 Ejes	1	1	2	1%
Semitraylers	47	51	98	42%
Traylers	0	0	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>113</b>	<b>119</b>	<b>232</b>	<b>100%</b>
% sentido	49%	51%	100%	

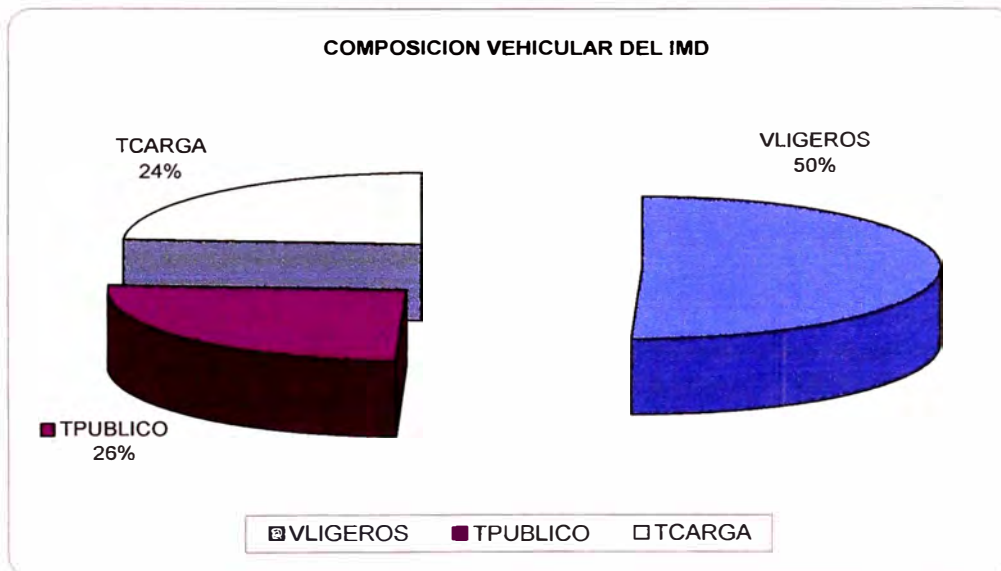
Fuente: Estudio de trafico 2008



**ESTACION CHICHICAY - E7**



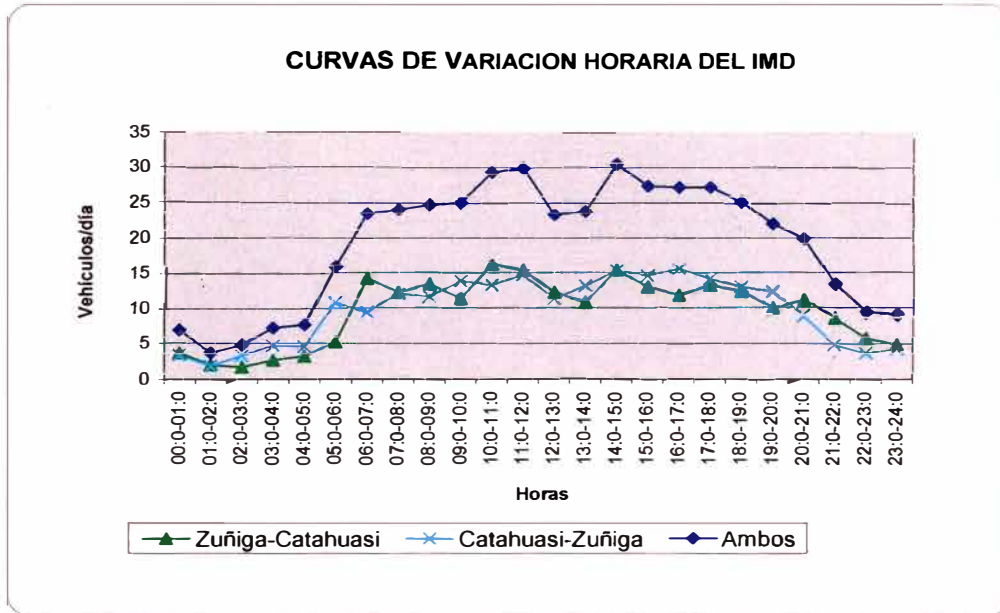
Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)



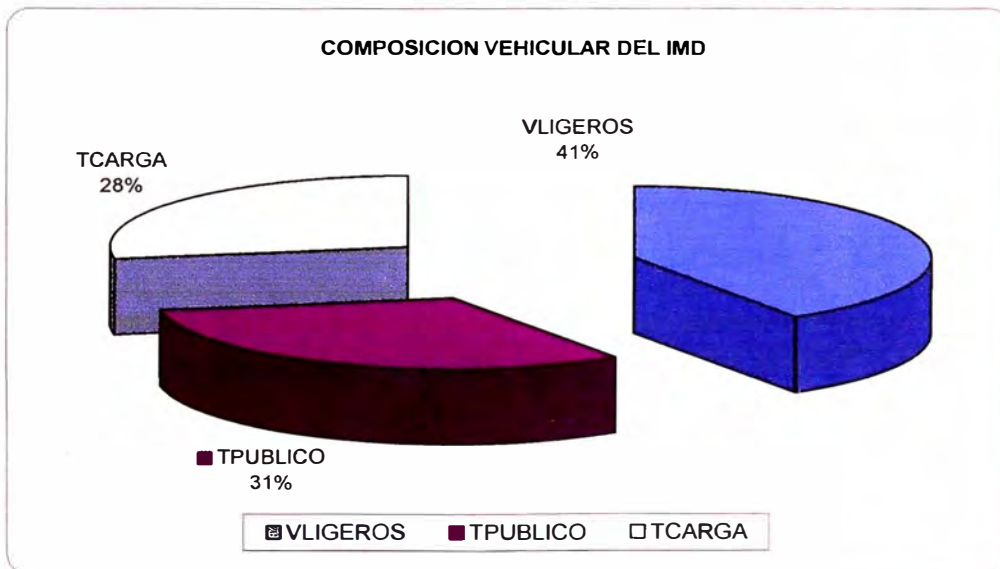
Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)



**ESTACION SAN JUAN - E8**

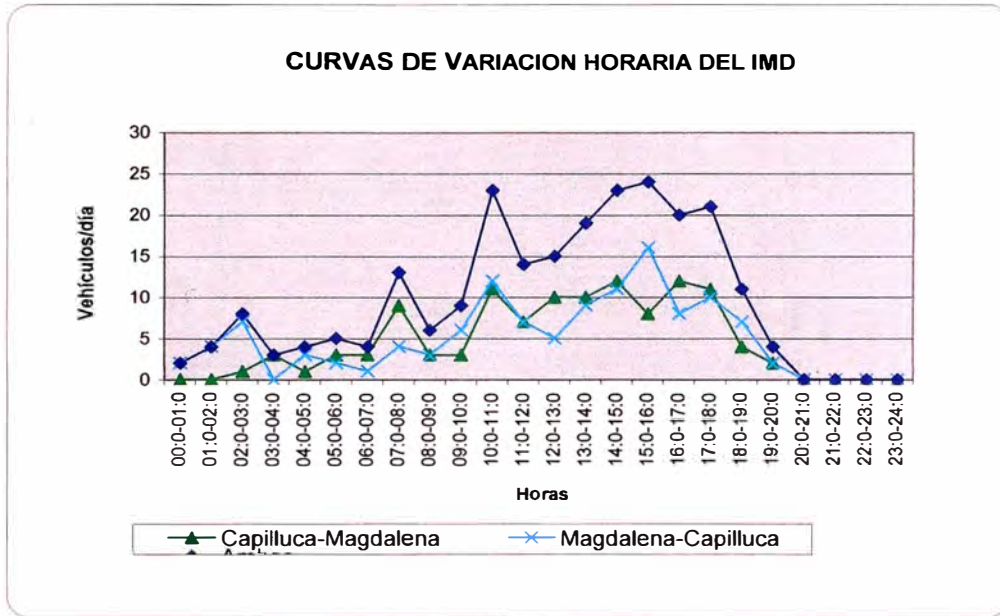


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

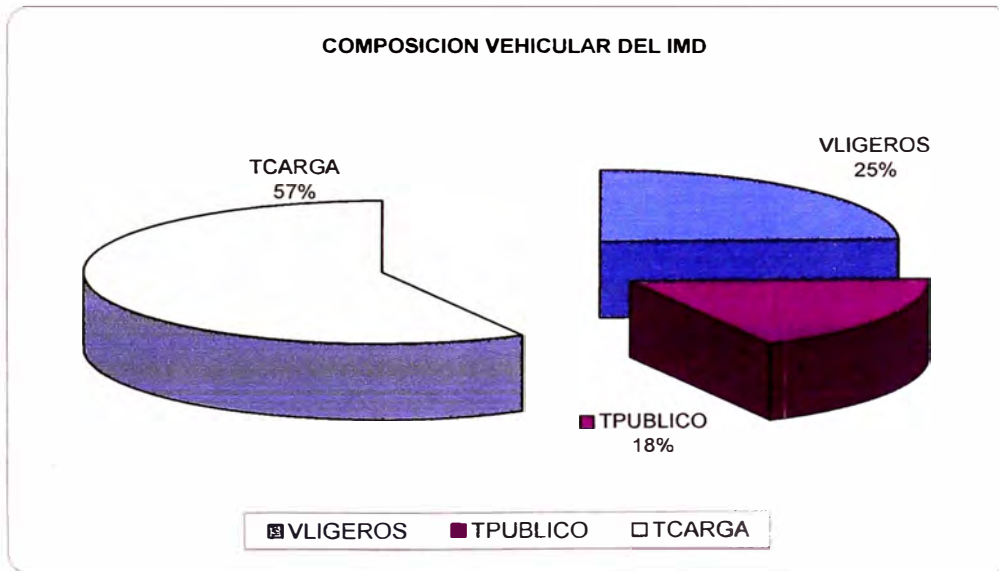


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

**ESTACION CAPILLUCA - E 7 A**



Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)



Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

**CUADRO B-5 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E 7 TRAMO "CHICHICAY-PUEBLO NUEVO" – RN 22**

Dia	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camlon 2 Ejes	Camlon 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrayer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E			
Viernes	Catahuasi-Capilluca	4	4	149	30	59	11	0	26	2	0	32	0	0	0	15	3	0	0	0	335	51.1%
	Capilluca-Catahuasi	0	3	137	27	62	11	0	33	3	2	25	0	0	0	11	6	0	0	0	320	48.9%
	Ambos	4	7	286	57	121	22	0	59	5	2	57	0	0	0	26	9	0	0	0	655	100.0%
Sabado	Catahuasi-Capilluca	3	9	152	46	64	7	0	29	2	1	33	0	1	0	15	8	0	0	0	370	53.4%
	Capilluca-Catahuasi	0	4	148	29	61	6	1	13	1	1	35	0	1	0	16	7	0	0	0	323	46.6%
	Ambos	3	13	300	75	125	13	1	42	3	2	68	0	2	0	31	15	0	0	0	693	100.0%
Domingo	Catahuasi-Capilluca	3	7	83	24	14	8	0	14	1	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	161	46.8%
	Capilluca-Catahuasi	2	9	96	32	15	7	0	15	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	184	53.5%
	Ambos	5	16	179	56	29	15	0	29	1	1	9	0	0	0	4	0	0	0	0	344	100.3%
Lunes	Catahuasi-Capilluca	0	4	143	37	26	7	0	22	2	1	22	0	1	0	12	4	0	0	0	281	45.9%
	Capilluca-Catahuasi	5	7	161	37	30	12	0	19	2	0	25	0	1	0	16	4	0	0	0	319	52.1%
	Ambos	5	11	304	74	56	19	0	41	4	13	47	0	2	0	28	8	0	0	0	612	98.0%
Martes	Catahuasi-Capilluca	0	5	157	29	22	6	0	14	2	1	35	0	0	0	13	6	0	0	0	290	52.3%
	Capilluca-Catahuasi	0	3	149	29	15	4	0	13	0	1	33	0	0	0	12	6	0	0	0	265	47.7%
	Ambos	0	8	306	58	37	10	0	27	2	2	68	0	0	0	25	12	0	0	0	555	100.0%
Miercoles	Catahuasi-Capilluca	0	1	152	26	27	5	1	24	2	1	37	0	0	1	10	5	0	0	0	292	52.1%
	Capilluca-Catahuasi	0	3	137	22	28	3	0	18	2	2	38	0	0	0	11	4	0	0	0	268	47.9%
	Ambos	0	4	289	48	55	8	1	42	4	3	75	0	0	1	21	9	0	0	0	560	100.0%
Jueves	Catahuasi-Capilluca	1	3	143	35	26	6	0	27	2	2	28	0	0	0	9	12	0	0	0	294	49.7%
	Capilluca-Catahuasi	0	8	143	29	28	7	0	32	6	4	19	0	0	0	8	13	0	0	0	297	50.3%
	Ambos	1	11	286	64	54	13	0	59	8	6	47	0	0	0	17	25	0	0	0	591	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

**VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)**

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camlon 2 Ejes	Camlon 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrayer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E			
	Catahuasi-Capilluca	2	5	140	32	34	7	0	22	2	1	27	0	0	0	11	5	0	0	0	288	51%
	Capilluca-Catahuasi	1	5	139	29	34	7	0	20	2	1	26	0	0	0	11	6	0	0	0	281	49%
	Ambos	3	10	279	61	68	14	0	42	4	2	53	0	0	0	22	11	0	0	0	569	100%



**CUADRO B-6 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E 8 TRAMO "PUEBLO NUEVO-SAN JUAN" – RN 22**

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrayer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E			
Sabado	Zuñiga-Catahuasi	7	16	94	53	22	14	0	37	5	0	6	1	0	1	2	15	0	6	0	279	55.8%
	Catahuasi-Zuñiga	0	9	85	35	19	8	1	24	5	0	8	1	0	6	5	12	1	2	0	221	44.2%
	Ambos	7	25	179	88	41	22	1	61	10	0	14	2	0	7	7	27	1	8	0	500	100.0%
Domingo	Zuñiga-Catahuasi	3	14	69	38	26	11	0	17	2	0	3	1	0	0	8	7	0	0	0	199	48.0%
	Catahuasi-Zuñiga	6	15	72	46	23	17	0	16	2	0	3	1	0	0	7	8	0	0	0	216	52.0%
	Ambos	9	29	141	84	49	28	0	33	4	0	6	2	0	0	15	15	0	0	0	415	100.0%
Lunes	Zuñiga-Catahuasi	2	6	82	31	33	6	0	26	2	0	9	2	0	4	5	8	0	2	0	218	49.5%
	Catahuasi-Zuñiga	5	13	79	35	25	8	1	24	4	1	9	3	2	0	5	7	0	2	0	223	50.7%
	Ambos	7	19	161	66	58	14	1	50	6	1	17	5	2	4	10	15	0	4	0	440	100.2%
Martes	Zuñiga-Catahuasi	0	10	89	30	21	4	0	16	3	0	3	4	3	4	9	8	0	2	0	206	47.6%
	Catahuasi-Zuñiga	0	10	93	40	20	5	0	14	5	1	4	5	1	6	6	6	0	1	2	219	50.6%
	Ambos	0	20	182	70	41	9	0	30	8	9	7	9	4	10	15	14	0	3	2	433	98.2%
Miercoles	Zuñiga-Catahuasi	4	4	98	30	32	6	1	27	10	1	10	4	1	6	6	5	1	3	0	249	52.3%
	Catahuasi-Zuñiga	2	6	94	34	21	2	1	20	7	2	9	2	1	4	8	9	1	4	0	227	47.7%
	Ambos	6	10	192	64	53	8	2	47	17	3	19	6	2	10	14	14	2	7	0	476	100.0%
Jueves	Zuñiga-Catahuasi	1	9	93	29	20	4	0	23	7	0	4	2	2	2	9	12	1	5	0	223	47.6%
	Catahuasi-Zuñiga	1	13	91	24	23	9	0	32	7	0	10	4	1	4	10	10	1	5	0	245	52.4%
	Ambos	2	22	184	53	43	13	0	55	14	0	14	6	3	6	19	22	2	10	0	468	100.0%
Viernes	Zuñiga-Catahuasi	2	6	82	46	23	6	0	21	2	1	5	4	1	4	9	8	0	4	0	224	45.5%
	Catahuasi-Zuñiga	4	9	96	45	27	6	2	32	8	1	5	3	2	5	9	8	0	6	0	268	54.5%
	Ambos	6	15	178	91	50	12	2	53	10	2	10	7	3	9	18	16	0	10	0	492	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

**VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)**

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrayer			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E			
IMD	Zuñiga-Catahuasi	3	9	87	37	25	7	0	24	4	0	6	3	1	3	7	9	0	3	0	228	49%
	Catahuasi-Zuñiga	3	11	87	37	23	8	1	23	5	1	7	3	1	4	7	9	0	3	0	233	51%
	Ambos	6	20	174	74	48	15	1	47	9	1	13	6	2	7	14	18	0	6	0	461	100%

**CUADRO B-7 RESUMEN DEL VOLUMEN VEHICULAR ESTACION E 7 A TRAMO "CHICHICAY-CAPILLUCA" – RN 22**

Día	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrayler			Cisternas y Concreteras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E				
Viernes	Capilluca-Magdalena	2	3	26	9	3	6	0	14	2	1	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	48.7%
	Capilluca-Magdalena	0	1	28	9	5	7	1	16	0	1	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	51.3%
	Ambos	2	4	54	18	8	13	1	30	2	2	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	100.0%

Fuente: Elaboracion Propia

**VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Veh/ia)**

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camta pick up	Camta Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camion 2 Ejes	Camion 3 Ejes	Volquete 2E	Volquet e 3E	Semitrayler			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=5E				
IMD	Capilluca-Magdalena	2	3	26	9	3	6	0	14	2	1	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	49%
	Capilluca-Magdalena	0	1	28	9	5	7	1	16	0	1	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	51%
	Ambos	2	4	54	18	8	13	1	30	2	2	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	100%

El volumen vehicular, entre Capilluca-Chichicay, corresponde principalmente a volquetes de/hacia los botaderos



**TIPO DE VEHICULO QUE UTILIZA EL TRAMO SAN JUAN-CAPILLUCA**



**ANEXO 7**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**





Foto. VISTA DE COLOCACION DE BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA KM.99+000 AL KM.104+000.



Foto. VISTA DE COLOCACION DE BASE ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA KM.99+000 AL KM.104+000.





**Foto. VISTA DE COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA KM.99+000 AL KM.104+000.**



**Foto. VISTA DE COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA KM.99+000 AL KM.104+000.**





Foto. VISTA DE COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA KM.99+000 AL KM.104+000.



Foto. VISTA DE COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA KM.99+000 AL KM.104+000.





Foto. VISTA DE COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA KM.99+000 AL KM.104+000.



Foto. VISTA DE COLOCACION DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA KM.99+000 AL KM.104+000.

**MANTENIMIENTO RUTINARIO DESPUES DEL CAMBIO DE ESTANDAR**  
**KM.99+000 AL KM.104+000**



**Foto. ROCE Y COLOCACION DE SEÑALES PROVISIONALES EN EL KM.99+800.**



**Foto. VISTA DE LIMPIEZA DE CUNETAS EN EL KM.99+000.**





Foto. VISTA DEL PARCHADO Y CORRECCION DE IMPERFECCIONES DE CAPILLUCAS A CALACHOTA.



Foto. VISTA DEL PARCHADO Y CORRECCION DE IMPERFECCIONES DE CAPILLUCAS A CALACHOTA.

**ANEXO 8**  
**RELACIÓN DE PROYECTOS DE RUGOSIDAD EVALUADA**  
**CON MERLIN**



Nº	PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
1	PUNAMER CANASUR	DV AZOQUIFA-DV MOQUEGUA	DE SWO MOLLENDOL TISCAL	KM 927+000-KM 1043+000	58.0	AREQUIPA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-03
2	PUNAMER CANASUR	DESVO MOQUEGUA-TACNA	PTE MONTALVO-PTE CAMARA	KM 1140+000-KM 1213+000	73.0	MOQUEGUA-TACNA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-03
3	PUNAMER CANASUR	DESVO MOQUEGUA-TACNA	PTE CAMARA-TACNA	KM 1213+000-KM 1291+000	78.0	TACNA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-03
4	CARRETERA CENTRAL	HUAYE-HUANUCO	HUAYE-CHORIN	KM 207+000-KM 323+500	76.5	JUNIN-PASCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-03
5	CARRETERA CENTRAL	HUAYE-HUANUCO	CHICIN-HUANUCO	KM 2400+000-KM 304+300	38.9	PASCO-HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-03
6	CARRETERA CENTRAL	HUAYE-HUANUCO	CHICIN-HUANUCO	KM 354+300-KM 464+500	7.2	HUANUCO	TRATAMIENTO SUPERFENCAPA	Sep-03
7	CARRETERA CENTRAL	HUAYE-HUANUCO	CHICIN-HUANUCO	KM 464+500-KM 634+500	37.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-03
8	PUNAMER CANANORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	SULLANA-DESVO TAJAMA	KM 1230+000-KM 1230+300	74.0	PUNTA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Oct-03
9	PUNAMER CANANORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	DESVO TAJAMA-CANCAS	KM 1230+300-KM 1116+000	102.7	PURATUMBES	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-03
10	PUNAMER CANANORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANCAS-AGUAS VERDES	KM 1126+000-KM 1234+000	68.0	TUMBES	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-03
11	LA OROYA-TARMA-SATINO	LA OROYA-TARMA	DESVO LAS VEGAS-ARMA	KM 22+000-KM 32+500	12.5	JUNIN	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-04
12	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CONCOCHO-CATAZ	CONDOCHO-PTE. SANHAY	KM 122+000 - KM 127+000	5.0	ANCASH	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Abr-04
13	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CONCOCHO-CATAZ	CONDOCHO-PTE. SANHAY	KM 127+000 - KM 133+400	8.4	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERFENCAPA	Abr-04
14	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CONCOCHO-CATAZ	CONDOCHO-PTE. SANHAY	KM 133+400 - KM 143+200	7.6	ANCASH	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Abr-04
15	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CONCOCHO-CATAZ	FUENTE SANHAY-CITAC	KM 163+200 - KM 163+400	22.2	ANCASH	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Abr-04
16	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CONCOCHO-CATAZ	FUENTE SANHAY-CITAC	KM 163+200 - KM 163+400	22.2	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERFENCAPA	Abr-04
17	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	PTE. SANTA - PACASMAYO	KM 489+000-KM 698+000	223.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-04
18	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	AREQUIPA-JULIACA	YURUPATA-HUASI	KM 0+000 - KM 11+000	11.0	AREQUIPA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-04
19	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	AREQUIPA-JULIACA	YURUPATA-HUASI	KM 11+000 - KM 52+000	41.0	AREQUIPA	BASE GRANULAR O AJIHMADO	Nov-04
20	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PUNAMERICANA-SUR	KM 0+000-KM 7+200	7.2	MOQUEGUA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jan-05
21	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PUNAMERICANA-SUR	KM 7+200-KM 12+900	5.3	MOQUEGUA	BASE GRANULAR O AJIHMADO	Jan-05
22	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PUNAMERICANA-SUR	KM 12+900-KM 40+700	30.2	MOQUEGUA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jan-05
23	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	VAJANTE CEMENTERO	KM 40+700-KM 52+700	8.9	MOQUEGUA	BASE GRANULAR O AJIHMADO	Jan-05
24	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	SAMEGUA-TORATA	KM 52+700-KM 120+000	20.3	MOQUEGUA	TRATAMIENTO SUPERFENCAPA	Jan-05
25	NAZCA-BASANCAT-CUZCO	PUCO-CHALHUANCA	PUCO-DESVO PARPACHIRI	KM 0+000-KM 30+000	60.0	AYACUCHO	BASE GRANULAR O AJIHMADO	Feb-05
26	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 529+700-KM 573+870	5.2	LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-05
27	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 573+870-KM 591+000	17.2	LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Feb-05
28	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 591+000-KM 698+000	77.1	LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Feb-05
29	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	VIA ENTAMIENTO TIRULLO	KM 0+000-KM 6+200	6.2	LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-05
30	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	VIA ENTAMIENTO TIRULLO	KM 6+200-KM 23+000	17.4	LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Feb-05
31	PUNAMER CANANORTE	LMA-CANTA	LMA-LAMA	KM 2+000-KM 71+000	50.0	LMA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-05
32	PUNAMER CANANORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 0+000-KM 6+000	7.2	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Jun-05
33	PUNAMER CANANORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 6+000-KM 63+000	60.0	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-05
34	PUNAMER CANANORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 63+000-KM 81+000	13.0	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Jun-05
35	PUNAMER CANANORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 81+000-KM 86+000	5.0	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-05
36	PUNAMER CANANORTE	RUTA DE OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 86+000-KM 91+000	5.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-05
37	PUNAMER CANANORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANCAS-AGUAS VERDES	KM 1126+000-KM 1234+000	28.0	TUMBES	CARPETA SELLO ASFALTICO	Aug-05
38	PUNAMER CANANORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANCAS-AGUAS VERDES	KM 1234+000-KM 1234+000	70.0	TUMBES	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Aug-05
39	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 574+000-KM 597+000	23.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-05
40	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 597+000-KM 636+000	39.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-05
41	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 636+000-KM 671+000	6.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-05
42	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 671+000-KM 677+000	6.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-05
43	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 677+000-KM 683+000	28.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-05
44	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 683+000-KM 698+000	15.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-05
45	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 698+000-KM 698+000	3.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-05
46	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 698+000-KM 698+000	4.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-05
47	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-PACASMAYO	TIRULLO-PACASMAYO	KM 698+000-KM 698+000	3.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-05
48	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CATA-CANTA	CATA-HUARAN	KM 0+000 - KM 26+000	35.0	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERFENCAPA	Sep-05
49	PATITE CAHUARAN-CANAZ	CATA-CANTA	HUANZANTA	KM 0+000-KM 20+500	20.5	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERFENCAPA	Sep-05
50	PUNAMER CANANORTE	LAMBAYEQUE-LIMA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 0+000-KM 6+000	6.5	LAMBAYEQUE	CARPETA SELLO ASFALTICO	Oct-05
51	PUNAMER CANANORTE	LAMBAYEQUE-LIMA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 6+000-KM 65+000	78.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Oct-05
52	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 683+000-KM 447+200	2.2	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-05
53	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 447+200-KM 457+000	10.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-05
54	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 457+000-KM 474+000	13.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-05
55	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 474+000-KM 475+300	4.3	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-05
56	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 475+300-KM 492+000	10.1	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-05
57	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 492+000-KM 508+700	20.3	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-05
58	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 508+700-KM 544+700	36.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-05
59	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 544+700-KM 552+400	7.7	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-05
60	PUNAMER CANANORTE	FUENTE SANTA-TIRULLO	FUENTE SANTA-TIRULLO	KM 552+400-KM 556+500	6.1	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-05



