

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



**EVALUACIÓN DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA  
CON RUGOSÍMETRO MERLIN**

**MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA  
CAÑETE – HUANCAYO KM. 102+000 AL KM. 104+000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JENRY WALTER BERNEDO VILCA**

**Lima - Perú**

**2010**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	4
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	5
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b>	
1.1 ANTECEDENTES .....	9
1.2 UBICACIÓN .....	11
1.3 CARACTERÍSTICAS .....	13
1.3.1 Descripción de la Carretera .....	13
1.3.2 Clima .....	14
1.3.3 Geomorfología .....	16
1.3.4 Geología .....	17
1.4 TRAMO EVALUADO KM 102+000 – KM 104+000 .....	18
<b>CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE</b>	
2.1 RUGOSIDAD .....	19
2.2 RUGOSÍMETRO MERLIN .....	22
<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b>	
3.1 ANÁLISIS FUNCIONAL .....	25
3.1.1 Concepto de Rugosidad .....	25
3.1.2 Serviciabilidad .....	27
3.1.3 Índice de Rugosidad Internacional (IRI) .....	28
3.2 DESCRIPCIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN .....	30
3.3 DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD .....	32
3.3.1 Fundamentos Teóricos .....	32
3.3.2 Correlaciones D versus IRI .....	34
3.3.3 Ejecución de Ensayos.....	34
3.3.4 Cálculo del Rango “D” .....	37
3.3.5 Factor de Corrección para el Ajuste de “D” .....	39
3.3.6 Variación de Relación de Brazos .....	40
3.3.7 Cálculo del Rango “D” corregido .....	40
3.3.8 Determinación de la Rugosidad en la Escala del IRI .....	40

<b>CAPÍTULO IV: APLICACIÓN AL TRAMO KM 102+000 AL KM 104+000</b>	
4.1 EJECUCIÓN DEL ENSAYO .....	41
4.1.1 OBTENCIÓN DE LA RUGOSIDAD EN UNIDADES MERLIN .....	44
4.1.2 OBTENCIÓN DEL IRI .....	46
4.1.3 OBTENCIÓN DEL PSI .....	47
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
5.1 RUGOSIDAD EN LOS TRAMOS DE ENSAYO .....	48
5.2 SERVICIABILIDAD PRESENTE EN LOS TRAMOS DE ENSAYO .....	50
5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SERVICIABILIDAD EN ESTE TIPO DE VIA EN PARTICULAR .....	50
5.3.1 Procedimiento Constructivo .....	50
5.3.2 Diseño Geométrico de la Carretera .....	52
5.3.3 Incremento en el IMD .....	54
<b>CONCLUSIONES</b> .....	55
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	57
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	58
<b>ANEXOS</b> .....	59

## **RESUMEN**

Actualmente en el marco del programa Proyecto Perú del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se han establecido contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad en las Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito de la Red Vial Nacional. Tal es el caso de la carretera Cañete-Yauyos – Chupaca que posee una longitud de 271.76 km, se encuentra ubicada en la región central del país entre los departamentos de Lima y Junín.

Las magnitudes de las irregularidades superficiales se expresaron en unidades de rugosidad IRI por ser un parámetro estándar internacional. Se mide la rugosidad con el equipo MERLIN por su fácil manejo y precisión en sus resultados. El tipo de ensayo es no destructivo aplicado directamente sobre la superficie de rodadura de la carretera.

El presente informe desarrolla la evaluación de la rugosidad en el tramo Km 102+000 al Km 104+000, como parte de la evaluación funcional que permitirá definir las correspondientes acciones preventivas y/o correctivas a realizar para brindar el confort y seguridad a los usuarios de esta vía.

El tramo en estudio presenta la colocación de material granular estabilizado con emulsión asfáltica y un tratamiento superficial tipo Monocapa sobre el cual se ha colocado Slurry Seal.

## **LISTA DE CUADROS**

<b>CUADRO N° 2.1</b>	Clasificación de la condición superficial del pavimento .....	19
<b>CUADRO N° 2.2</b>	Requerimiento de IRI – Agencias Públicas .....	21
<b>CUADRO N° 3.1</b>	Clasificación de la condición superficial del pavimento .....	27
<b>CUADRO N° 4.1</b>	Personal para realizar el ensayo .....	41
<b>CUADRO N° 4.2</b>	Calibración de equipo Merlin .....	45
<b>CUADRO N° 5.1</b>	Resumen de los ensayos realizados en el presente informe .....	48
<b>CUADRO N° 5.2</b>	Informe trimestral de resumen de valores de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) .....	49
<b>CUADRO N° 5.3</b>	Comparación de resultados obtenidos UNI vs INFORME .....	49
<b>CUADRO N° 5.4</b>	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) en los tramos ensayados .....	50

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA N° 1.1</b>	<b>Área de influencia indirecta .....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA N° 1.2</b>	<b>Área de influencia directa .....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA N° 1.3</b>	<b>Plano clave - Ubicación de tramo de estudio .....</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA N° 1.4</b>	<b>Perfil longitudinal de la carretera y principales pueblos que cruza .....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA N° 1.5</b>	<b>Sección típica del cambio de estándar .....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA N° 2.1</b>	<b>En 1986 se publica la escala de rugosidad .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA N° 2.2</b>	<b>Equipo Merlin en la actualidad (Curso de Titulación) .....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA N° 2.3</b>	<b>Esquema del rugosímetro Merlin .....</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA N° 3.1</b>	<b>Evaluación de una vía .....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA N° 3.2</b>	<b>Perfiles de una vía .....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA N° 3.3</b>	<b>Modelo Quarter Car para cálculo del IRI .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA N° 3.4</b>	<b>Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA N° 3.5</b>	<b>Esquema del rugosímetro Merlin (vista de perfil) .....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA N° 3.6</b>	<b>Esquema del rugosímetro Merlin (corte) .....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA N° 3.7</b>	<b>Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto a la cuerda promedio .....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA N° 3.8</b>	<b>Histograma de distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva .....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA N° 3.9</b>	<b>Ejecución del ensayo con equipo Merlin .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA N° 3.10</b>	<b>Formato para la recolección de datos de campo .....</b>	<b>36</b>

<b>FIGURA N° 3.11</b> Formato para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento .....	38
<b>FIGURA N° 4.1</b> Puntero colocado en la división N° 25 del formato de dispersiones de desviaciones del ensayo Merlin .....	42
<b>FIGURA N° 4.2</b> Ejecución del ensayo y toma de datos .....	42
<b>FIGURA N° 4.3</b> Hoja de campo llenado con los 200 datos obtenidos en el ensayo .....	43
<b>FIGURA N° 4.4</b> Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva .....	44
<b>FIGURA N° 5.1</b> Irregularidad altimétrica en la vía .....	51
<b>FIGURA N° 5.2</b> Vía angosta y con curvas, se vio la necesidad de colocar una giba .....	52
<b>FIGURA N° 5.3</b> Tramo de carretera con ancho de vía angosto .....	53
<b>FIGURA N° 5.4</b> Presencia de gibas en la vía .....	53
<b>FIGURA N° 5.4</b> Disminución de velocidad por presencia de curvas y gibas .....	54

## **LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS**

<b>AASHO</b>	: Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras
<b>AASTHO</b>	: Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes.
<b>ASTM</b>	: Sociedad Americana de Ensayos de Materiales
<b>IRI</b>	: Índice de Rugosidad Internacional (International Roughness Index)
<b>MERLIN</b>	: Máquina para Evaluación de Rugosidad usando Instrumentación de Bajo Costo (Machine for Evaluating Roughness using Low – Cost Instrumentation)
<b>MTC</b>	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
<b>PROVIAS</b>	: Proyecto Especial de Infraestructura Transporte Nacional.
<b>PSI</b>	: Índice de Serviciabilidad Presente
<b>PSR</b>	: Evaluación de Serviciabilidad Presente
<b>TRRL</b>	: Transport and Road Research Laboratory (Laboratorio de Investigación de Transporte y Seguridad Vial)



## **INTRODUCCIÓN**

La rugosidad es un parámetro que cuantifica el grado de irregularidad longitudinal de una carretera. Este factor influye en el nivel de confort, seguridad y tiempo de transporte, así como en los costos de operación vehicular.

Es importante conocer el estado de la regularidad superficial del pavimento a través del tiempo, desde el inicio de su operación y en cualquier momento en que sea necesario, para definir las correspondientes acciones preventivas y/o correctivas. Uno de los parámetros utilizados para la evaluación de la regularidad de los pavimentos, es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el cual refleja el nivel de servicio y seguridad que percibe el usuario al transitar por la vía.

El presente informe desarrolla la evaluación de la Serviciabilidad de la carretera utilizando el rugosímetro MERLIN en el tramo Km 102+000 al Km 104+000. Teniendo como objetivo principal determinar factores que inciden negativamente en el análisis de la rugosidad y serviciabilidad de la vía, la cual permitirá definir las correspondientes acciones preventivas y/o correctivas a realizar para brindar el confort y seguridad a los usuarios de esta vía.

En el **Capítulo 1**, se describe el perfil del proyecto de la carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca, describiendo también el tramo en estudio.

En el **Capítulo 2**, se da a conocer el estado del arte de la rugosidad para entender el desarrollo del concepto del IRI, así también se desarrolla el estado del arte del equipo MERLIN.

En el **Capítulo 3**, se describe el marco teórico para poder conocer la metodología del equipo MERLIN en la determinación de la rugosidad.

En el **Capítulo 4**, se aplican los conceptos de la metodología dado a conocer para su aplicación práctica en el tramo de estudio, determinando así la rugosidad de la zona de ensayo así como el índice de serviciabilidad presente del lugar.

En el **Capítulo 5**, se desarrolla el análisis de los resultados obtenidos.

Finalmente, se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones del informe.

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 ANTECEDENTES

La carretera de penetración y enlaces Cañete – Yauyos – Chupaca (actualmente corredor vial N° 13) de una longitud de 271.726 Km, fue proyectada y ejecutada por partes durante el segundo gobierno del Sr. Augusto B. Leguía (1919-1930), mediante el D.L. N° 4113 'Ley de Conscripción Vial o del Servicio Obligatorio de Caminos', vigente desde el 10 de mayo de 1920 hasta el 31 de agosto de 1930.

Por el lado de la costa, durante el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944 se avanza con los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurado por el propio Presidente en junio del mismo año. En 1954 el Gobierno Central a través del Ministerio de Fomento continuó con los trabajos para culminar con el tramo faltante entre Yauyos y Tomas, las obras estuvieron a cargo del Ing. Max Atuncar, siendo esto hecho realidad en 1957. (Fuente: "La historia de un imposible" relatada por don Mauro Lara Melo, presente en los trabajos del último tramo faltante).

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio "Asociación Aguas y Estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT SA" para realizar el servicio de consultoría a nivel de estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Lunahuaná - Huancayo. En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil para el mejoramiento y rehabilitación del tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca.

En el marco del programa "Proyecto Perú" que fue creado por Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02 y modificado por Resolución Ministerial N°408-2007-MTC/02 y que es parte del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL), se suscribió el Contrato de

Servicios N° 288-2007 MTC/20 de 27 de diciembre del 2007, con el Consorcio Gestión de Carreteras con un plazo de contrato de cinco años, a fin que éste brinde el Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pararán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo: Zúñiga – Dv. Yauyos – Ronchas.

Como parte de los compromisos contraídos por el Consorcio Gestión de Carreteras, dentro de la fase pre-operativa se realizó un Inventario Vial Calificado (obtención de un registro de todas las estructuras y obras que conforman la carretera), el cual se ejecutó durante los meses de abril, mayo y junio del 2008. Asimismo durante el mes de mayo el Consorcio llevó a cabo un estudio de tráfico de la carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca.

Las actividades de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la carretera comprenden trabajos de conservación rutinaria, periódica y cambio de estándar de afirmado a solución básica a lo largo de la carretera, estos trabajos empezaron los primeros meses del año 2008 y prosiguen hasta la fecha.

Cabe mencionar la participación de la Universidad Nacional de Ingeniería que a través de la Facultad de Ingeniería Civil, firmo un Convenio de Monitoreo con Provías Nacional, dicho monitoreo contempla el seguimiento de las labores de conservación vial que se realizan en dicha carretera, cuyos objetivos entre otros es la elaboración de una Norma de Conservación para carreteras de bajo volumen de tránsito.

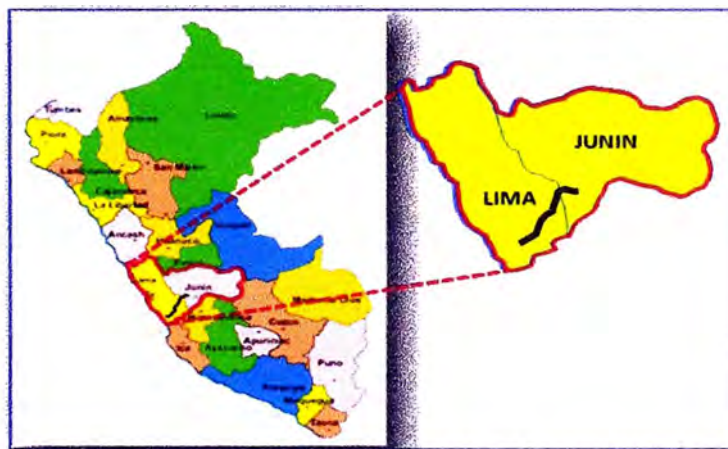
El tramo en estudio Km 102+000 al Km 104+000 actualmente presenta un tratamiento superficial tipo Slurry Seal sobre Monocapa.

## 1.2 UBICACIÓN

La carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca forma parte del corredor vial N° 13. Perteneciente a la Ruta N° 22 de la Red Vial Nacional.

Esta carretera se encuentra ubicada en la región central del país y su ámbito de influencia está entre las provincias de Cañete y Yauyos en el departamento de Lima y las provincias de Concepción y Chupaca en el departamento de Junín.

**Figura N° 1.1**  
**Área de influencia indirecta**



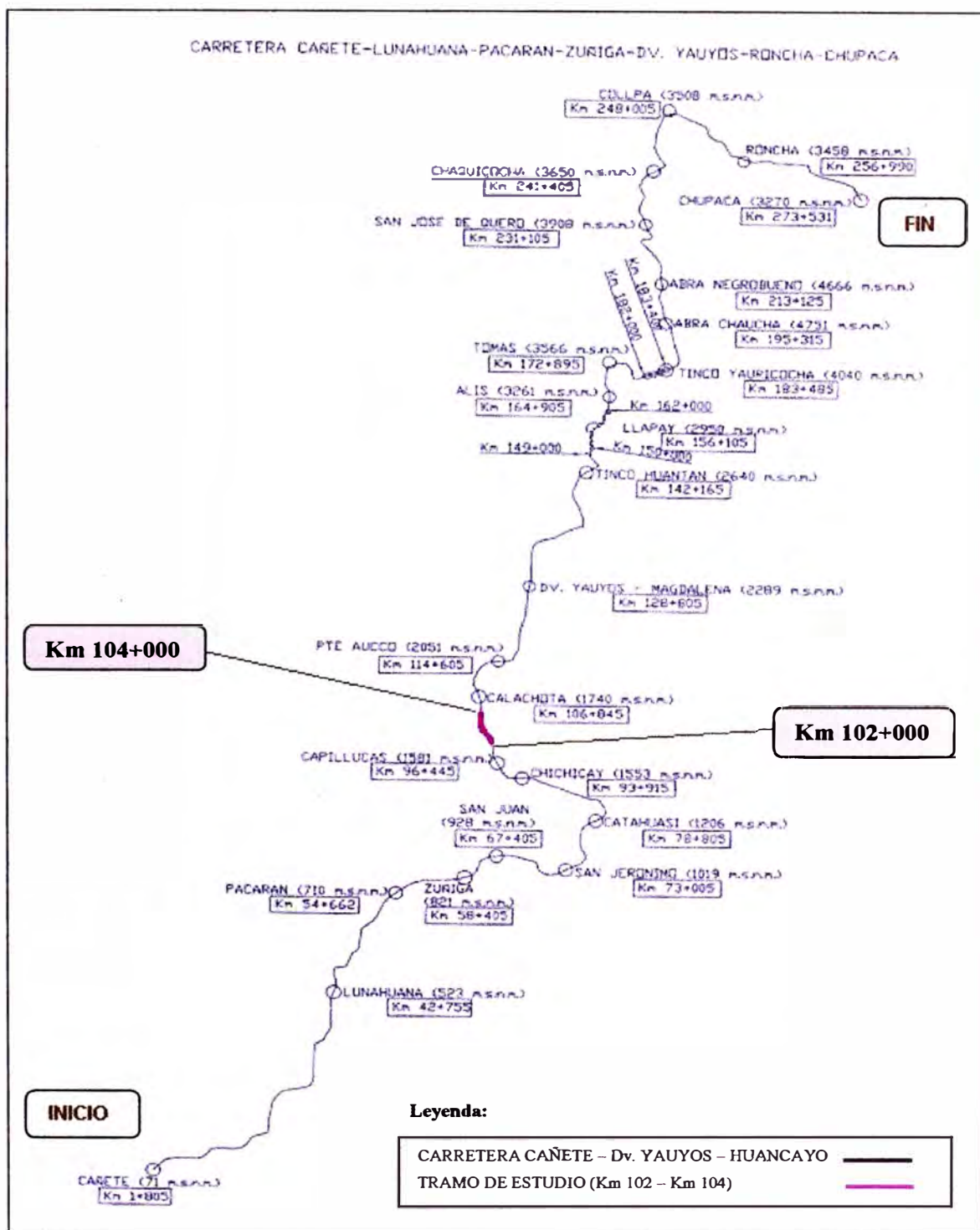
Fuente: Proyecto Perú – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**Figura N° 1.2**  
**Área de influencia directa**



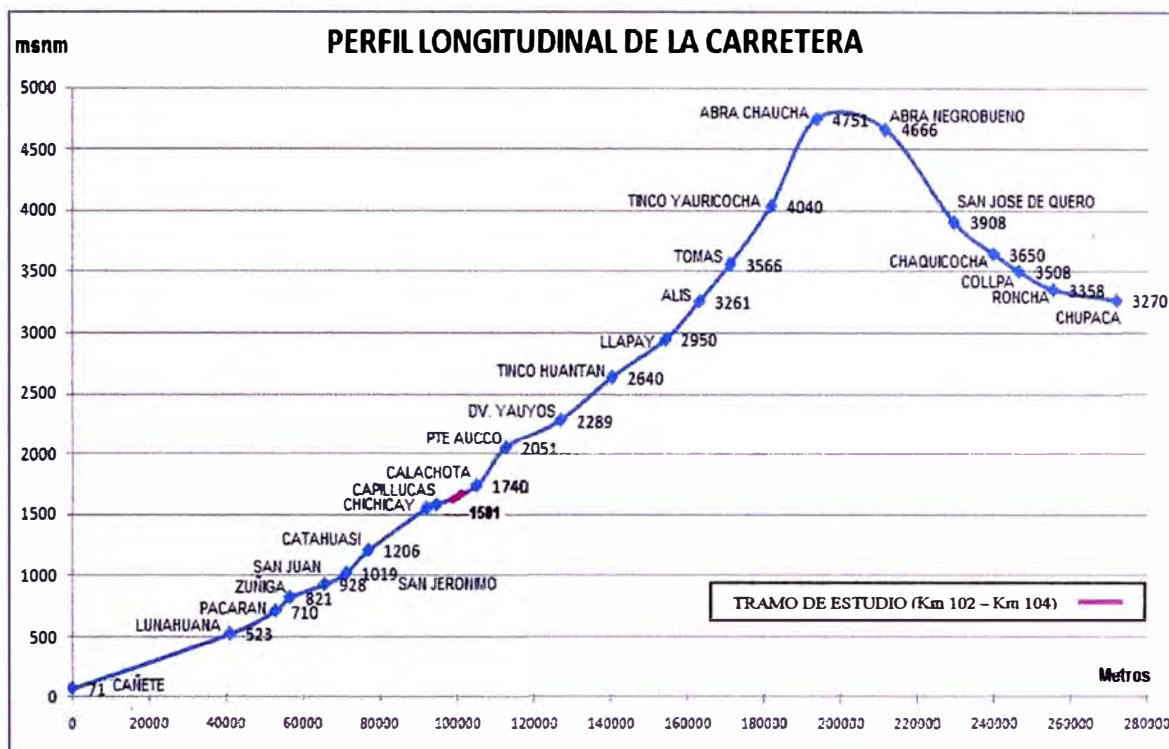
Fuente: Proyecto Perú – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**Figura N° 1.3**  
**Plano Clave – Ubicación de tramo de estudio**



Fuente: Convenio UNI - PROVIAS

**Figura N° 1.4**  
**Perfil longitudinal de la carretera y principales pueblos que cruza**



Fuente: Convenio UNI - PROVIAS

## 1.3 CARACTERISTICAS

### 1.3.1 Descripción de la Carretera

El valle de Cañete es estrecho y de forma triangular siendo más amplio en el límite con la región Chala o Costa y el vértice por el lugar donde ingresa generalmente uno de los afluentes principales del río, en este sector se encuentran terrazas que son empleadas para el cultivo.

Continúa "la quebrada" que 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). Las localidades que se encuentran con esta configuración son: Zúñiga (821 msnm) en el km 56+600, Catahuasi (1206 msnm) en el km 77+000, Capillucas (1581 msnm) en el km 94+640, Calachota (1740 msnm) en el km 105+040, y Dv. Yauyos o Magdalena (2289 msnm) en el km 127+000).

Continúa la vía por la región Quechua (2300 msnm – 3500 msnm), donde por lo general luego de una estrecha garganta o pongo, se abre una nueva quebrada cuyos fondos planos son relativamente estrechos y son inmediatamente continuados por las faldas de los cerros de suave declive, interrumpidas por lomas. Localidades ubicadas en esta región son: Tinco Huantan (2640 msnm) en el km 140+360, Llapay (2950 msnm) en el km 154+300, y Alis (3261 msnm) en el km 163+100. Al otro lado de la cordillera se ubica Ronchas (3358 msnm) en el km 255+185.

Se continúa ascendiendo llegando a la región Suni (3500 msnm a 4000 msnm), donde el escenario cambia a bruscas ascensiones de acantilados, peñas y cerros. En este sector normalmente no se encuentran valles, se tienen quebradas estrechas que abren cañones muy profundos, erosionando las rocas vivas, de modo que al recorrer esta región por el fondo de las quebradas, a orillas del río, el horizonte perceptible se cierra en circuitos pequeños que dan la sensación de un lugar amurallado. La localidad llamada Tomas (km 171+090) se ubicada en esta región. Se encuentra a 3566 msnm. Al otro lado de la cordillera se ubican: San José de Quero (3908 msnm) en el km 229+300, Chaquicocha (3650 msnm) en el km 239+600, y Collpa (3508 msnm) en el km 246+200.

La carretera atraviesa también la región Puna, que comprende alturas entre los 4000 msnm y 4800 msnm. Esta región aparece a ambos lados del declive andino, separando cumbres nevadas entre sí, reuniendo las cumbres, de menos de 4800 metros para formar nudos y mesetas, y hendiendo las cordilleras para dar paso a las abras. Se considera a la Puna como una gran llanura elevada o altiplano; sin embargo esta región ofrece muy variados relieves en relación con su ubicación. En esta región ubicamos localidades o lugares como: Tinco Yauricocha (4040 msnm) en el km 181+680, Abra Chaucha (4751 msnm) en el km 193+510, Abra Negro Bueno (4666 msnm) en el km 211+320.

### **1.3.2 Clima**

#### **a) Temperatura**

Como se ha visto, el área comprometida en el proyecto se ubica en diferentes regiones, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal (expuesta en su tesis "Geografía del Perú").

A continuación se señalan las temperaturas típicas que se dan en estas regiones:

**Yunga Marítima:** Esta región se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre 20°C y 27°C durante el día, las noches son frescas, a causa de los vientos que bajan de las regiones más altas.

**Quechua:** El clima es templado con notable diferencia entre el día y la noche, el sol y la sombra. La temperatura media anual fluctúa entre 11°C y 16°C, las máximas entre 22°C y 29°C y las mínimas entre 7°C y -4°C.

**Suni:** El clima es frío debido a la elevación ya los vientos locales. La temperatura media anual fluctúa entre 7°C y 10°C, máximas superiores a 20°C y mínimas invernales de -1 °C a -16°C. El aire es transparente y las nubes se presentan en grandes cúmulos aborregados, simulando nítidas y caprichosas esculturas, muy blancas y brillantes.

**Puna:** La temperatura media anual es superior a 0°C e inferior a 7°C. La máxima entre setiembre y abril es superior a 15°C llegando hasta 22°C. Las mínimas absolutas, entre mayo y agosto oscilan entre -9°C y -25°C.

## **b) Precipitación**

En el tramo existen tres zonas bien diferenciadas en cuanto a niveles de precipitación:

La primera corresponde al tramo comprendido entre Cañete (71 msnm) y Catahuasi (1206 msnm). Donde las precipitaciones promedio anuales son escasas variando de 10 mm en Cañete a 29 mm en Catahuasi.

Un segundo tramo corresponde a la cuenca media del río Cañete, comprendido entre los 2000 msnm y 3500 msnm con una precipitación promedio de 297.1 mm anuales.

Un tercer tramo correspondiente a la cuenca alta del río Cañete; de la cota de 3500 msnm hasta el nivel de cumbre superiores a los 4500 msnm donde la precipitación se incrementa considerablemente como lo indican las estaciones de Carania 551 mm (3825 m.s.n.m. - Yauyos) y Yauricocha (4522 m.s.n.m.- Alis) 944.1 mm.



En cuanto se refiere a la variación de la precipitación promedio mensual, es conocido que en toda la zona altoandina existe una marcada estacionalidad. A partir de septiembre se inician las primeras lluvias, incrementándose paulatinamente hasta el mes de marzo o abril. En el período entre enero y marzo se concentra el mayor volumen de precipitación. Entre los meses de abril y agosto son escasas las lluvias. (Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras 'Plan de manejo socio ambiental')

### **1.3.3 Geomorfología**

El relieve en el tramo carretero puede subdividirse en tres zonas bioclimáticas que presentan patrones geomorfológicos más o menos definidos: zona alto andina, zona meso andina y la zona del matorral desértico.

#### **Zona Alto andina (cuena alta)**

Comprende relieves de topografía agreste, vertientes de altura relativa superior a 500 metros (entre la cima y base de las elevaciones) y pendiente generalmente superior a 50 %. Las laderas presentan considerables superficies en las que predominan las exposiciones del substrato rocoso, que se alternan con taludes coluviales periglaciares y depósitos morrénicos solifluidos.

#### **Zona Meso andina (cuena media)**

Está constituida por un conjunto de vertientes montañosas, de topografía predominantemente agreste, que se encuentra a altitudes comprendidas aproximadamente entre 2400 y 3800 m.s.n.m. Aquí las glaciaciones cuaternarias no han ejercido acciones morfológicas directas, y el clima holocénico o actual es relativamente templado y húmedo, es decir, que sus temperaturas y precipitaciones permiten desde hace siglos el desarrollo de la tradicional agricultura andina de las vertientes.

En este conjunto, se destaca la presencia de áreas encañonadas, de grandes frecuencia metros y paredes rocosas, que con frecuencia superan los mil metros de desnivel entre la cima y base de las elevaciones. A este respecto cabe mencionar el impresionante cañón de paredes rocosas calcáreas ubicado sobre el río Alis, cinco kilómetros aguas abajo del distrito de Tomas.

### **Zona del Matorral desértico (cuenca baja)**

Los sectores más llanos corresponden a la llanura aluvial reciente del río Cañete, donde las acumulaciones aluviales modernas han cubierto prácticamente todas las irregularidades topográficas salvo algunas lomadas y colinas que aparecen sobre el llano a modo de "montes relictos". En forma más localizada, algunos sectores de llanura interior, alejados del curso fluvial, tienen también muy poca pendiente, debido en parte a la actividad eólica y aluvial de los dos últimos milenios, que contribuyó a rellenar las depresiones regularizando las superficies. Pero de manera dominante, las llanuras interiores tienen numerosos accidentes topográficos, como disecciones, ondulaciones, exposiciones del substrato rocoso y dunas, que se deben a las acciones eólicas y eventuales lluvias en los últimos miles de años.

Los relieves de colinas y montañas que enmarcan las llanuras costeras, son el resultado de la orogenia y elevación plio pleistocénica de los Andes, a consecuencia de la cual, se encajonaron los cursos de agua dando lugar a la configuración montañosa actual de la cordillera andina, especialmente en la sierra y selva alta. En la costa, las colinas y montañas corresponden de manera general a las estribaciones occidentales finales de la Cordillera Occidental, y conjuntamente con las planicies, conforman los grandes conjuntos morfológicos fisiográficos de la costa. (Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras "Plan de manejo socio ambiental")

#### **1.3.4 Geología**

De acuerdo a la información obtenida del ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), se puede indicar que la composición frecuentemente observada son las rocas ígneas intrusivas las que constituyen el batolito andino de la Costa que aflora desde la localidad de Trujillo en el norte de forma ininterrumpida, hasta las cercanías de la quebrada de Pescadores, Arequipa, en el sur del país.

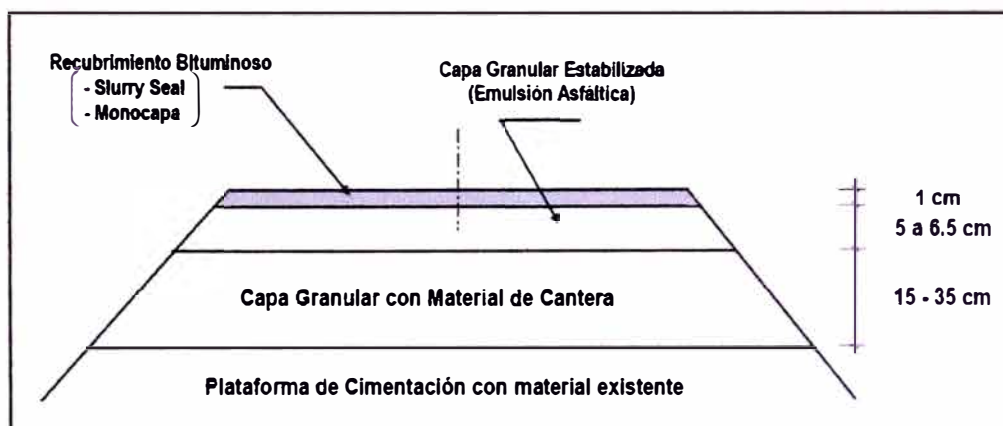
En la cuenca alta del río Cañete se observan además capas de lutitas carbonosas con areniscas de grano fino, estratos de calizas margosas, sill tipo basáltico, calizas masivas dispuestas en bancos potentes, calizas silíceas en gruesos estratos, así como pseudobrechas calcáreas. Este conjunto pétreo es de gran importancia, ya que en las calizas de este grupo están localizadas la

mejor mineralización de la zona, como la evidencian las minas existentes en la cuenca alta. ("Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras "Plan de manejo socio ambiental")

#### 1.4 TRAMO EVALUADO KM 102+000 – KM 104+000

- ❖ El tramo evaluado se encuentra en la provincia de Yauyos entre las localidades de Capillucas y Calachota.
- ❖ El material de fundación en este tramo es el siguiente:  
**km 96+600 — km 106+600.** 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 m de profundidad aumenta su presencia a 50%. (Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras - "Estudios técnicos para el cambio de estándar de afirmado a solución básica, carretera: Cañete – Dv. Yauyos - Chupaca).
- ❖ Como parte del programa "Proyecto Perú", el contratista ha ejecutado un cambio de estándar mediante la aplicación de una capa granular estabilizada, sobre ella se colocó un tratamiento superficial Monocapa. Esto fue en su primera etapa, ya que luego de un tiempo al estar en mal estado la monocapa se procedió a colocar una capa de Slurry Seal de 9 mm la que actualmente se encuentra sobre la vía. Además, se ejecutan mejoras puntuales en el drenaje pero no se realizan mejoras en la geometría de la vía.

Figura N° 1.5  
Sección típica del cambio de estándar



Fuente: Informe Técnico, Convenio UNI – PROVIAS

## CAPÍTULO II

### ESTADO DEL ARTE

#### 2.1 RUGOSIDAD

Considerando que la rugosidad superficial de un pavimento es un factor importante para la comodidad, seguridad y economía del usuario, la American Association of State Highway Officials (AASHO), en el desarrollo del proyecto AASHO Road Test en 1962, introdujo el concepto de Serviciabilidad, definido como la capacidad de un pavimento para proporcionar un recorrido seguro y confortable a los usuarios.

En el ensayo de AASHO, la serviciabilidad se cuantificó inicialmente a través del "Present Serviciability Rating" (PSR), el cual es obtenido mediante la evaluación de un grupo de conductores que manejaban en el pavimento y clasificaban su condición en una escala de 0 a 5, de muy mala a muy buena, respectivamente.

Dicha clasificación se presenta a continuación:

**Cuadro N° 2.1**  
**Clasificación de la condición superficial del pavimento**

<b>PSI</b>	<b>Condición</b>
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente: Sayers, 1998, "The Little Book of Profiling"

En vista que dicha metodología contenía aspectos subjetivos, dentro del proyecto de AASHO Road Test, se realizaron correlaciones entre el PSR mediciones objetivas de la condición del pavimento, en las cuales se consideraban características de rugosidad, agrietamiento, baches y ahuellamiento, lo que contribuyó a determinar el Present Serviciability Index (PSI). La determinación de la rugosidad, se realizó mediante el cálculo de la varianza de la pendiente longitudinal (SV), la cual corresponde a la varianza de

las medidas de desnivel del perfil longitudinal, medido con un equipo denominado perfilómetro.

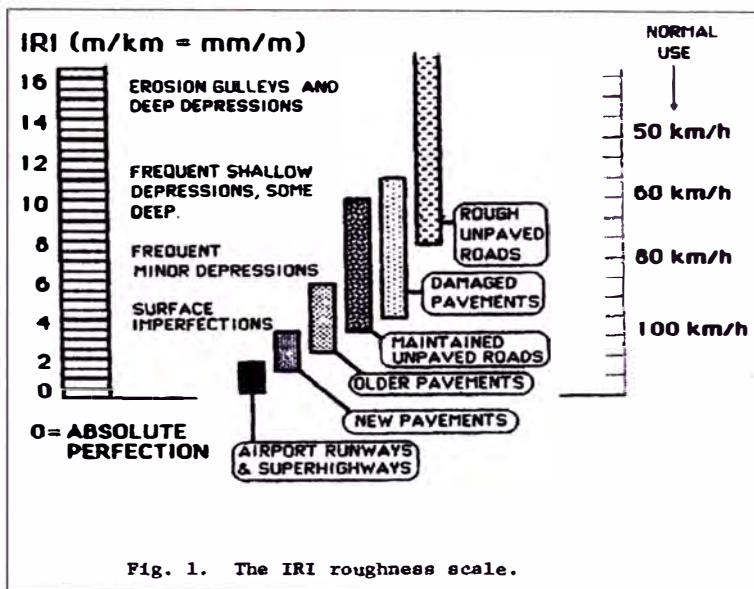
En la década de los 70's, el Banco Mundial financió diferentes programas de investigación a gran escala, entre los cuales se encontraba un proyecto relacionado con la calidad de las vías y los costos a los usuarios, a través del cual se detectó que los datos de rugosidad superficial de diferentes partes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

La existencia de dicha situación, motivó al Banco Mundial a desarrollar el proyecto International Road Roughness Experiment (IRRE), celebrado 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. Los equipos de investigación que participaron son: Agencia de Planificación de Transporte brasileña (GEIPOT), el Instituto de investigación brasileño del camino (IPR/DNER), el Laboratorio de investigación británico de transporte y del camino (TRRL), el Puente francés y Laboratorio de pavimento (LCPC) y la Universidad de Instituto de investigación de transporte del Michigan (UMTR - anteriormente el Instituto de investigación de seguridad de carretera, HSRI). Además, el Centro de investigación belga del camino (CRK) participó en los análisis de los datos después del experimento. Cuarenta y nueve (49) sitios de prueba fueron seleccionados en el área alrededor de Brasilia: Trece de estos eran secciones asfaltadas; doce eran secciones con tratamiento superficial; doce eran caminos afirmados y los doce restantes eran caminos de tierra. El experimento incluyó la participación de once tipos de equipo separados en tres categorías: Siete equipos tipo respuesta (Response-Type Road Roughness Measuring System, o simplemente, RTRRMS), dos perfilómetros dinámicos de alta velocidad (sin embargo sólo los datos de uno fue procesado) y dos perfilómetros estáticos.

A partir de dicho proyecto se seleccionó un parámetro de medición de la rugosidad superficial, el cual satisface completamente los criterios de ser estable en el tiempo, transferible y relevante, denominado: **"Índice de Rugosidad Internacional" (IRI, International Roughness Index).**

Figura N° 2.1

En 1986 se publica la escala de rugosidad.



Fuente: Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Sayers M W, Gillespies T. D, Paterson W D. World Bank Technical Paper Number N° 46, 1986.

Cuadro N° 2.2

Requerimiento de IRI – Agencias Públicas

INSTITUCION PÚBLICA	REQUERIMIENTOS DE IRI SEGÚN TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE																	
	Procedimiento General	Asfáltico	Hidráulico	Tratamientos Superficiales														
Ministerio de Obras Públicas de Chile <sup>1</sup>	IRI obtenido en 5 tramos consecutivos de 200 m de secciones homogéneas	Promedio de 5 tramos $\leq 2.0$ m/km Promedio Individual $\leq 2.8$ m/km		Promedio de 5 tramos $\leq 3.0$ m/km Promedio Individual $\leq 4.0$ m/km														
Ministerio de Fomento de España <sup>2</sup>	IRI obtenido en tramos de 100 m	IRI $\leq 1.5$ m/km, en el 50% de los tramos del proyecto IRI $\leq 2$ m/km, en el 80% de los tramos del proyecto IRI $\leq 2.5$ m/km, en el 100 % de los tramos del proyecto																
Estados Unidos (Wisconsin Department of Transportation, WisDOT) <sup>2</sup>	IRI obtenido en tramos de 1.609 km (1 milla)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IRI m/km</th> <th>Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>&lt;1.1</math></td> <td>Pav. Nuevo</td> </tr> <tr> <td><math>&lt;1.17</math></td> <td>1 Año</td> </tr> <tr> <td><math>&lt;1.29</math></td> <td>2 Años</td> </tr> <tr> <td><math>&lt;1.33</math></td> <td>3 Años</td> </tr> <tr> <td><math>&lt;1.37</math></td> <td>4 Años</td> </tr> <tr> <td><math>&lt;1.45</math></td> <td>5 Años</td> </tr> </tbody> </table>	IRI m/km	Tiempo	$<1.1$	Pav. Nuevo	$<1.17$	1 Año	$<1.29$	2 Años	$<1.33$	3 Años	$<1.37$	4 Años	$<1.45$	5 Años	-----	-----
IRI m/km	Tiempo																	
$<1.1$	Pav. Nuevo																	
$<1.17$	1 Año																	
$<1.29$	2 Años																	
$<1.33$	3 Años																	
$<1.37$	4 Años																	
$<1.45$	5 Años																	
Canada (Québec) <sup>2</sup>	IRI obtenido en tramos de 100 m	- IRI $\leq 1.2$ m/km en 70% de datos - IRI $\leq 1.4$ m/km en 100 % de datos	-----	-----														
Suecia <sup>2</sup>	IRI en tramos de 20 m	IRI $\leq 1.4$ m/km		-----														
	IRI en tramos de 200 m	IRI $\leq 2.4$ m/km		-----														

Fuente: Manual de carreteras del Ministerio de Obras Públicas de Chile, Dirección de Vialidad, Volumen 5, Especificaciones Técnicas Generales Sección 5.407 y 5.408

## 2.2 RUGOSÍMETRO MERLIN

El MERLIN, denominación abreviada proveniente del inglés Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation, es un equipo utilizado para la medición de la rugosidad de los pavimentos, desarrollado durante la década de los 80 y dado a conocer en 1990 por la unidad de ultramar del Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL).

El MERLIN es un equipo de tecnología intermedia que fue diseñado para ser difundido en los países en vías de desarrollo, por las ventajas de su bajo costo de fabricación y por la gran exactitud de los resultados que proporciona.

**Figura N° 2.2**  
**Equipo MERLIN en la actualidad (Curso de Titulación)**



Fuente: Elaboración propia

La introducción del MERLIN en el Perú se produjo en el año 1993, por iniciativa del ingeniero Pablo del Águila, en el marco del primer programa de rehabilitación de carreteras financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El primer estudio de rugosidad con un MERLIN se efectuó durante el mes de mayo de 1993, como parte de los estudios para la rehabilitación de la Panamericana Sur, sector Dv. Arequipa — Dv. Moquegua en el tramo desvío Moliendo — El Fiscal, progresiva Km. 982+000 – Km. 1040+000.

En esa oportunidad la evaluación se efectuó sobre un pavimento asfáltico en avanzado estado de deterioro.

Entre Septiembre de 1993 y Febrero de 1995, las mediciones de rugosidad se efectuaron como parte integrante de estudios desarrollados para proyectos de rehabilitación de pavimentos, la mayoría con avanzado grado de deterioro.

La primera aplicación de importancia del MERLIN para el control de la rugosidad de un pavimento asfáltico nuevo, se produjo en el mes de febrero de 1995, en la Carretera Panamericana Norte, sector Puente Santa - Pacasmayo y en el tramo Trujillo - Pacasmayo, progresiva Km 568+700 - Km 573+870, en el norte del Perú.

Cuando las mediciones de rugosidad se empezaron a utilizar para el control de calidad de pavimentos asfálticos nuevos, se constató que había dificultad para cumplir con los límites exigidos por los pliegos de especificaciones, debido fundamentalmente a que la ecuación de correlación formulada por el TRRL ha sido establecida de una manera general para determinar la rugosidad de un pavimento con un IRI > 2.4, presentando una limitación para su aplicación en el caso de rugosidades menores a 2.4 m/km, rango, en donde caen los valores correspondientes a los pavimentos recién construidos.

El ingeniero Pablo del Águila y otros investigadores tuvieron la iniciativa de desarrollar una nueva ecuación de correlación, que pudiese ser aplicada para un rango de rugosidades entre 0 y 2.4 IRI y que surge como consecuencia de los trabajos de evaluación sobre pavimentos asfálticos nuevos efectuados por varios años. Esta propuesta fue presentada en el año 1998 durante el II Congreso Nacional del Asfalto desarrollado en Lima y desde entonces se empezó a utilizar la nueva ecuación de correlación, con base en la experiencia peruana para el control de calidad de pavimentos nuevos.

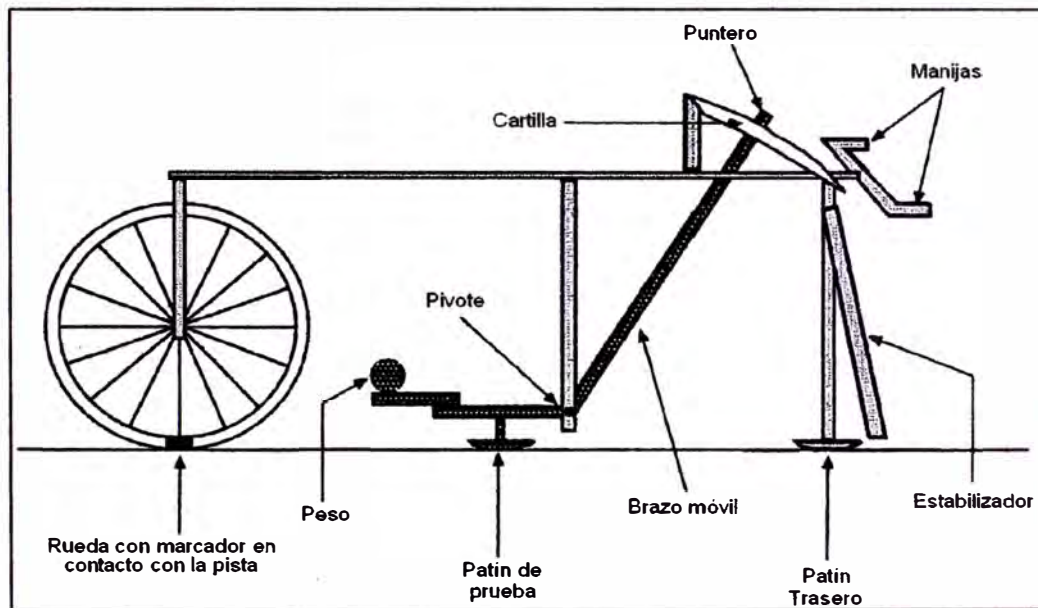
A pesar de la gran exactitud de los resultados que proporciona el MERLIN, sólo superada por la exactitud que proporciona el método topográfico, la desventaja del equipo es su bajo rendimiento si se compara con los rugosímetros dinámicos automatizados, tales como: el Bump Integrator, Mays Meter, Perfilómetro Laser, etc. La gran cantidad de tiempo consumido en la toma de datos y cálculo del IRI, utilizando el método gráfico original establecido por el TRRL, se hace más



notoria cuando se trata de evaluar la rugosidad de vías de gran longitud (100 km o más) y se dispone de muy poco tiempo para ello.

En la actualidad el MERLIN es utilizado para determinar la rugosidad en tramos viales cortos, asimismo se utiliza para encontrar la ecuación de correlación cuando se usa el rugosímetro tipo respuesta Bump Integrator.

Figura N° 2.3  
Esquema del rugosímetro MERLIN



Fuente: Ing Pablo del Águila R., "Metodología para la determinación de la rugosidad"

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 ANÁLISIS FUNCIONAL**

El análisis funcional está relacionado directamente con la percepción del usuario al utilizar la vía. En este sentido, la rugosidad de la superficie de rodadura para la circulación de los vehículos permite ofrecer condiciones de seguridad y confort para los usuarios de la vía. Este efecto tiene incidencia en los costos de operación y mantenimiento de los vehículos, puesto que, dependiendo de la magnitud de las irregularidades superficiales, la velocidad de circulación puede verse afectada en su reducción, lo cual puede reflejarse por un mayor desgaste en las llantas y el consumo de combustible. Adicionalmente, los efectos dinámicos producidos por las irregularidades de las carreteras, pueden reflejarse no sólo en los vehículos, sino también en modificaciones de estado de esfuerzos y deformaciones en la estructura del pavimento, lo que puede incrementar los costos en las actividades de conservación y rehabilitación. Debido a esto, muchos países han utilizado el índice de Rugosidad Internacional (IRI), como parámetro para evaluar la rugosidad y reflejar el confort y seguridad de los usuarios de la vía.

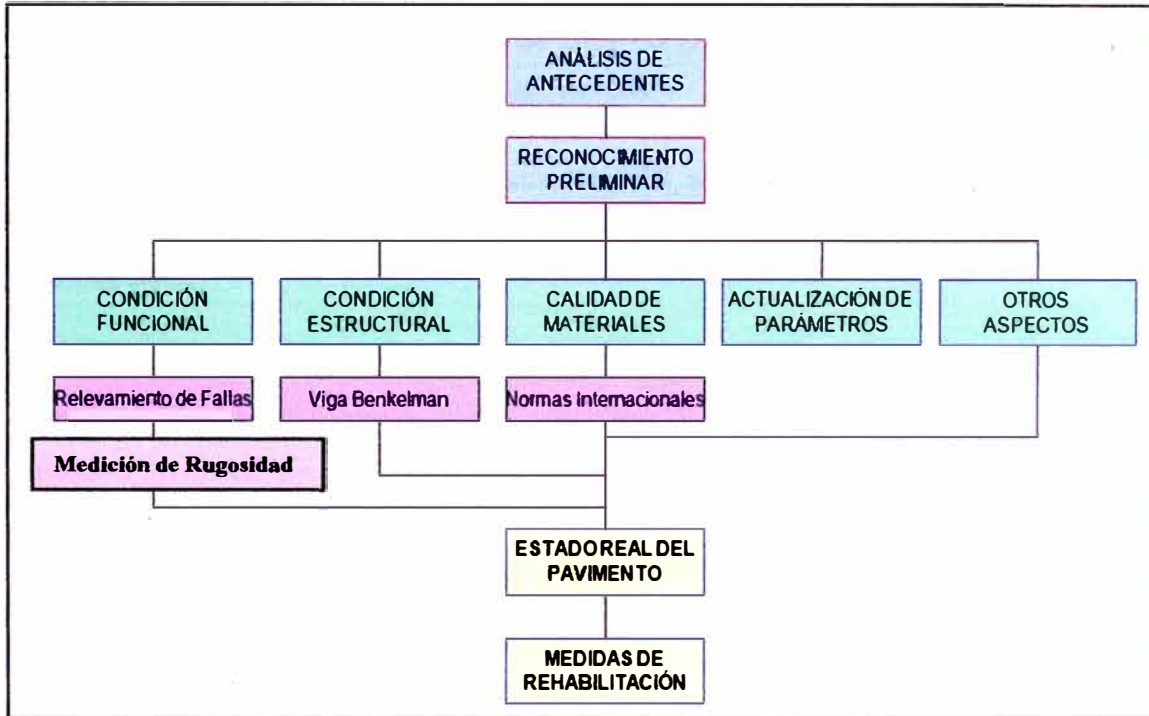
##### **3.1.1 Concepto de Rugosidad**

Parámetro que cuantifica el grado de irregularidad longitudinal de una carretera. En la norma de ensayo ASTM E 867-06 Standard Terminology Relating to Vehicle - Pavement Systems, define Rugosidad (roughness) como la desviación de una determinada superficie de pavimento respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje.

La rugosidad de un pavimento es el parámetro que relaciona la magnitud y frecuencia de las irregularidades superficiales o altimétricas, con la comodidad o confort al transitar sobre él. La unidad de medición de rugosidad que se emplea en el Perú es el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), parámetro desarrollado por el Banco Mundial.

Cabe mencionar que la medición de la rugosidad forma parte de una evaluación integral, para poder dar así un diagnóstico más profundo y tomar las medidas pertinentes según sea el caso.

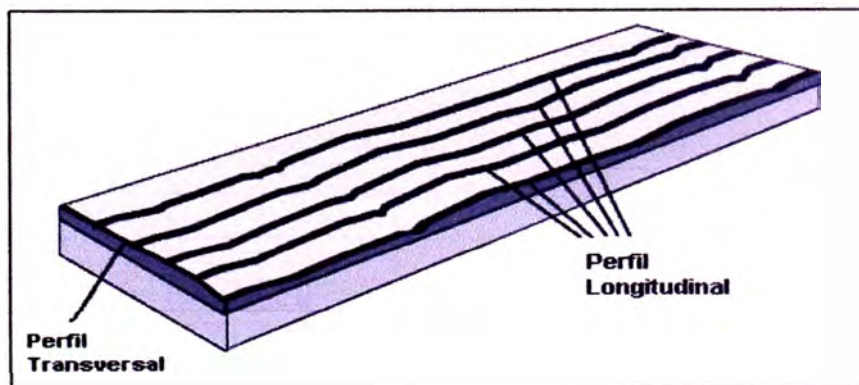
**Figura N° 3.1**  
**Evaluación de una vía**



Fuente: Ing. José Melchor Areche - Curso de Titulación 2010

La medición de la rugosidad no considera el perfil transversal, y sí considera cualquier tipo de deterioro o singularidad (algún tipo de escalonamiento, baches, grietas y/o pérdida de áridos, entre otros) que afecten la medida del perfil longitudinal.

**Figura N° 3.2**  
**Perfiles de una vía**



Fuente: Ing. José Melchor Areche - Curso de Titulación 2010

### 3.1.2 Serviciabilidad

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

En el Perú, la determinación analítica del PSI se efectúa utilizando la expresión establecida por Sayers, que relaciona la Rugosidad con el índice de Serviciabilidad.

La expresión (1) a continuación, es una correlación desarrollada con la base de datos establecida en el Ensayo internacional sobre Rugosidad de Caminos, realizado en Brasil en 1982.

$$PSI = 5 e^{-(IRI / 5.5)} \quad ; \text{ para un IRI} < 12 \quad (1)$$

Donde:

IRI : Índice de Rugosidad Internacional

PS : Índice de Serviciabilidad Presente

La transitabilidad de la vía, es decir, la adjetivación de la calidad de servicio que brinda en un momento determinado el pavimento, se evalúa en función de los valores de PSI calculados, de acuerdo al cuadro N° 3.1:

**Cuadro N° 3.1**  
**Clasificación de la condición superficial del pavimento**

PSI	Condición
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

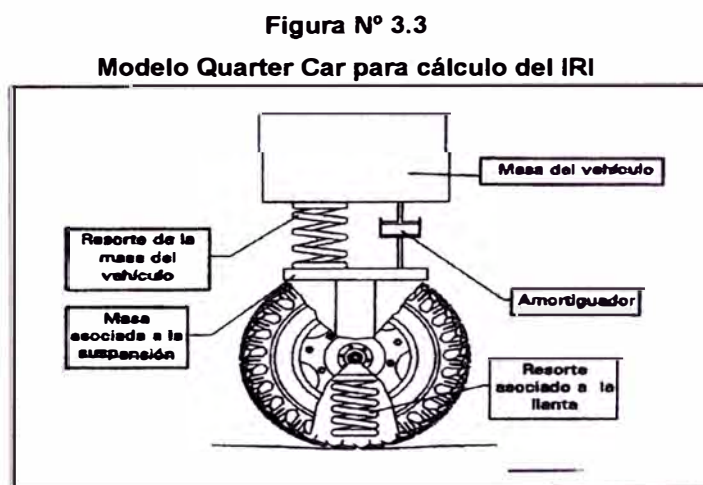
Fuente: Sayers, 1998, "The Little Book of Profiling"

### 3.1.3 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

Para establecer criterios de calidad y comportamiento de los pavimentos que indique las condiciones actuales y futuras del estado superficial de un camino, surgió la necesidad de establecer un índice que permita evaluar las deformaciones verticales de un camino, que afectan la dinámica de los vehículos que transitan sobre él. Se trató de unificar los criterios de evaluación con los equipos de medición de rugosidad a nivel mundial, tales como los perfilómetros o equipos de tipo respuesta, y que de alguna manera sustituyera el método de la AASHO, ahora AASHTO, que permite calificar la condición superficial de un camino solo en forma subjetiva.

El índice Internacional de Rugosidad, mejor conocido como IRI (Internacional Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. El IRI tiene sus orígenes en un programa Norteamericano llamado Nacional Cooperative Highway Research Program (NCHRP) y está basado en un modelo llamado "Quarter Car" descrito en el reporte 228 del NCHRP.

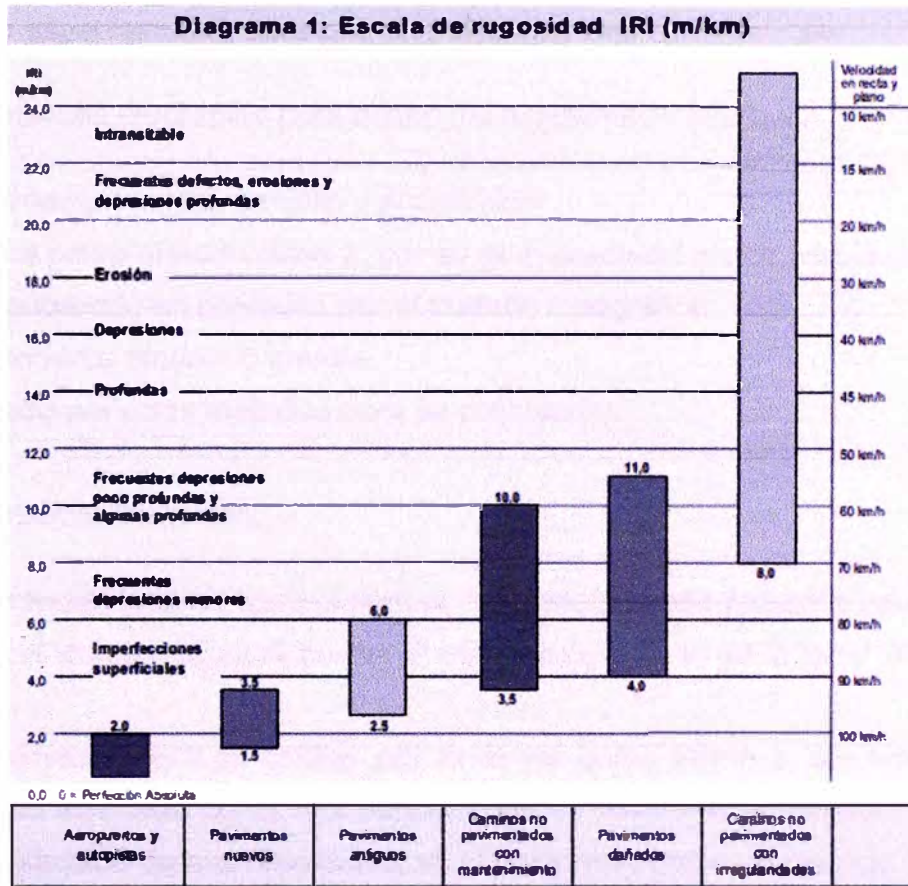
El cálculo matemático del IRI está basado en la acumulación de desplazamientos en valor absoluto, de la masa superior con respecto a la masa inferior (en milímetros, metros o pulgadas) de un modelo de vehículo (cuarto de carro, Figura 3.1), dividido entre la distancia recorrida sobre un camino (en m, km. o millas) que se produce por los movimientos al vehículo, cuando éste viaja a una velocidad de 80 km/hr. Las unidades del IRI son m/Km, mm/m, etc.



Fuente: Ing Pablo del Águila R., "Metodología para la determinación de la rugosidad"

Figura N° 3.4

Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías



Fuente: MTC, "Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito".

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

- ❖ Métodos Clase 1: Son los más exactos (Mira y Nivel, TRRL Beam, Perfilómetros estáticos).
- ❖ Métodos Clase 2: Agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros estáticos y dinámicos, pero que no cumplen con los niveles de exactitud que son exigidos para la Clase, en este grupo se encuentra el equipo MERLIN.
- ❖ Métodos Clase 3: Utilizan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump Integrator, Mays Meter).
- ❖ Métodos Clase 4: Permiten obtener resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLIN.

El rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo.

Características favorables para el uso del rugosímetro MERLIN:

- ❖ Instrumento versátil, sencillo y económico.
- ❖ Califica como método clase 2, por su gran precisión en los resultados.
- ❖ Solo superado en precisión por el método topográfico.
- ❖ Rendimiento diario = 6 km/día.
- ❖ Utilizado por otros métodos para su calibración.

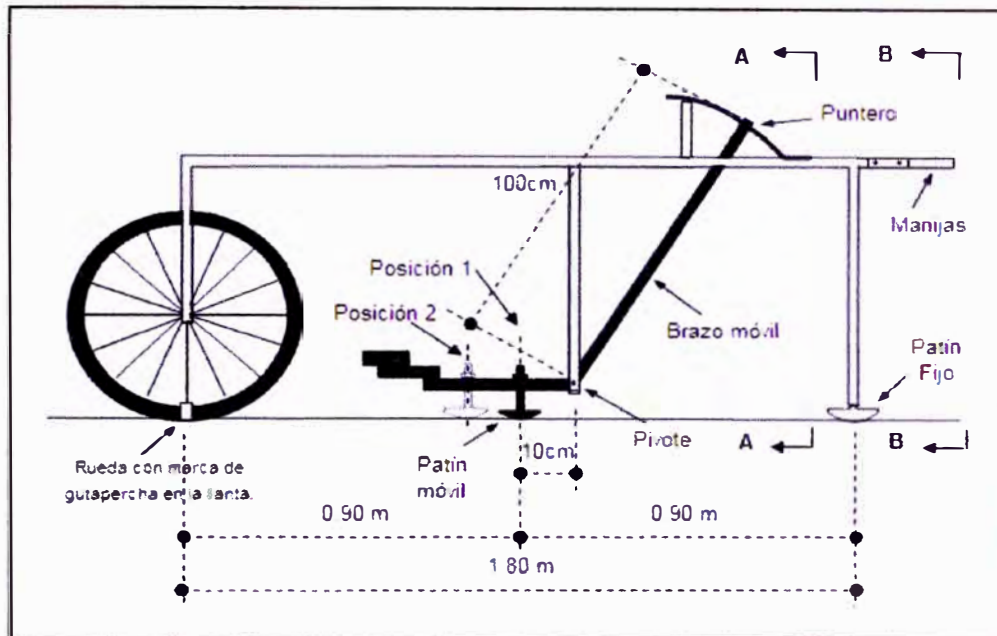
Características limitantes:

- ❖ Bajo rendimiento en tramos largos, recomendándose métodos tipo respuesta como el Bump Integrator por tener mayor rendimiento en la toma de datos.

El rugosímetro MERLIN califica por la forma como Clase 3, sin embargo, por haber sido diseñado como una variación de un perfilómetro estático, y debido a la gran exactitud de sus resultados, es considerado como un método Clase 1. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad ( $R^2=0.98$ ). Por su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (mira y nivel), algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Bump Integrator, Mays Meter, etc.) lo recomiendan para la calibración de sus rugosímetros.

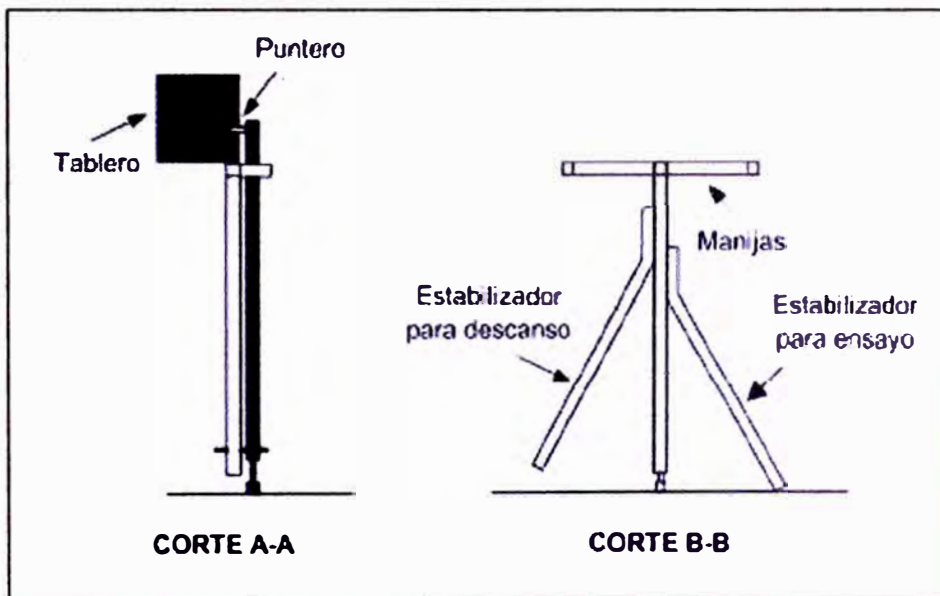
El rugosímetro MERLIN es un equipo de diseño simple (ver figura 3.3), en una estructura metálica rígida, 1,8 m de largo. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el 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.

Figura N° 3.5  
Esquema del rugosímetro MERLIN (vista de perfil)



Fuente: Ing Pablo del Águila R., "Metodología para la determinación de la rugosidad"

Figura N° 3.6  
Esquema del rugosímetro MERLIN (cortes)



Fuente: Ing Pablo del Águila R., "Metodología para la determinación de la rugosidad"

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 adecúa 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.

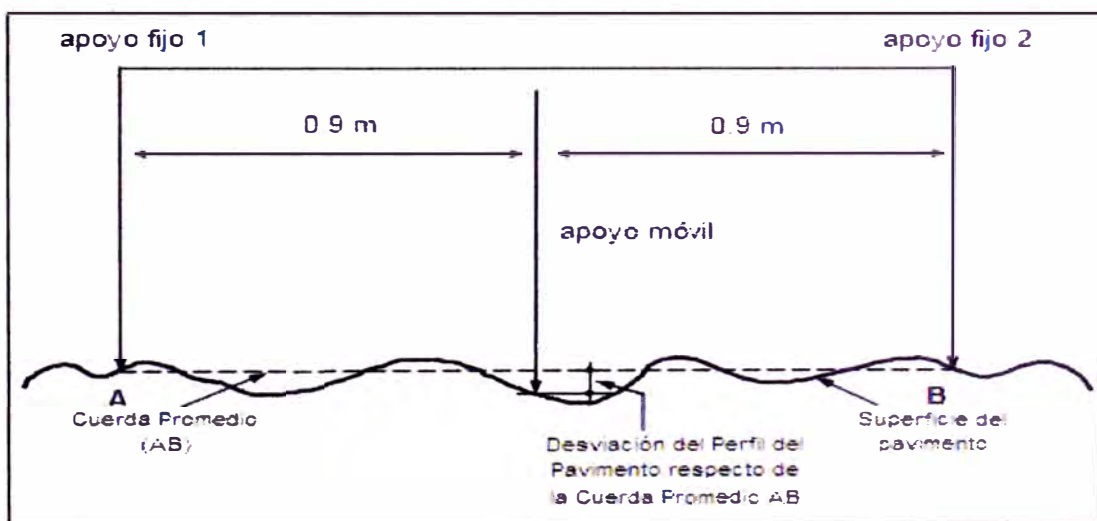
### 3.3 DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD

#### 3.3.1 Fundamentos Teóricos

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° 3.5 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". La longitud de la cuerda promedio es 1.80 m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones.

Figura N° 3.7

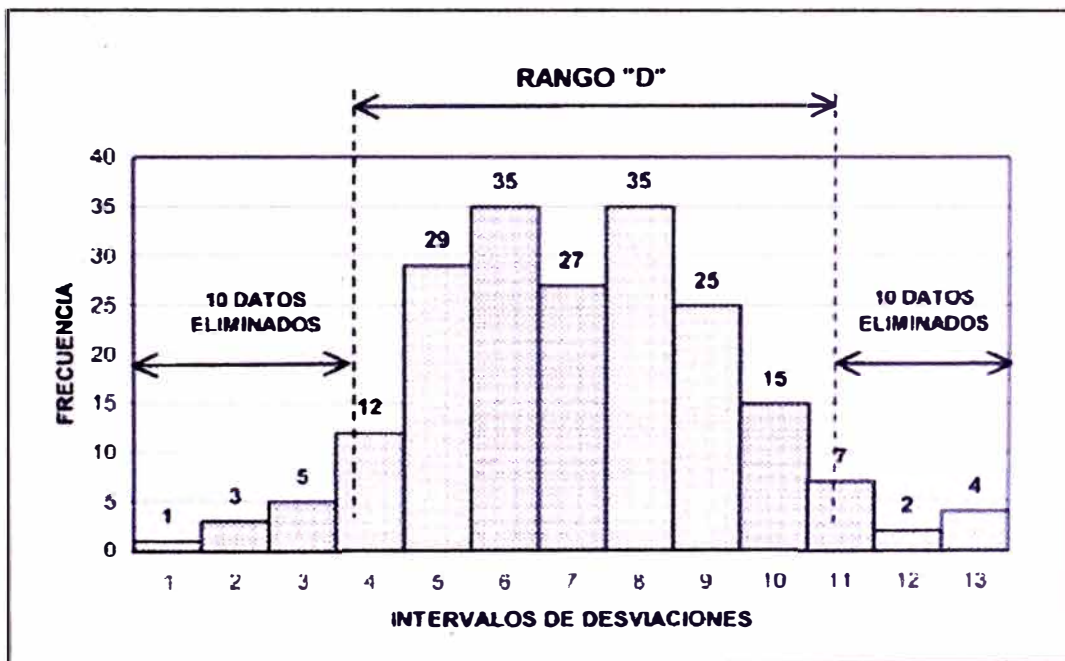
Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio



Fuente: Ing Pablo del Águila R., "Metodología para la determinación de la rugosidad"

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° 3.6). 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° 3.8**  
**Histograma de distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva**



Fuente: Ing Pablo del Águila R., “Metodología para la determinación de la rugosidad”

El concepto de usar la dispersión de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio, como una forma para evaluar la rugosidad de un pavimento, no es nuevo ni original del TRRL. Varios parámetros de rugosidad, precedentes, tal como el conocido Quarter-car Index (QI), han sido propuestos por otros investigadores basándose en el mismo concepto.

### 3.3.2 Correlaciones D versus IRI

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

a) Cuando:  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  .....(1)

b) Cuando:  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  .....(2)

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

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

### 3.3.3 Ejecución del Ensayo

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajen conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota. Asimismo, debe seleccionarse un tramo 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.

**Figura N° 3.9**  
**Ejecución del ensayo con equipo MERLIN**



Fuente: Curso de Titulación 2010, Facultad de Ingeniería Civil

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 (Figura N° 3.4 Corte B-B). La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo, tal como el mostrado en el Figura N° 3.8. 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.

**Figura N° 3.10**  
**Formato para la recolección de datos de campo**

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

PROYECTO : \_\_\_\_\_ OPERADOR : \_\_\_\_\_  
 SECTOR : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_  
 TRAMO : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
 CARRIL : \_\_\_\_\_

ENSAYO N°  KM  +  HORA  :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											TIPO DE PAVIMENTO :
2											AFFRANCO <input type="checkbox"/>
3											BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4											BASE BIFRANDEADA <input type="checkbox"/>
5											TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>
6											CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
7											CARP. EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
8											RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
9											SELLADO <input type="checkbox"/>
10											OTROS <input type="checkbox"/>
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fuente: Convenio UNI - MTC

El proceso de medición es continuo y se realiza a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba empieza estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo, el operador espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar. Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repite la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas. 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 se pone una señal o marca llamativa sobre la llanta (con gutapercha fosforescente, por ejemplo), la que debe quedar siempre en contacto con el piso. Ello facilita la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levanta el equipo y controla que la llanta gire una vuelta haciendo coincidir nuevamente la marca sobre el piso.

### 3.3.4 Cálculo del Rango “D”

Como se ha explicado, para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada sobre el tablero del rugosímetro (Figura N° 3.9) , la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil. La división N° 25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero sobre el tablero cuando el perfil del terreno coincide con la línea o cuerda promedio.

En la medida en que las diversas posiciones del puntero coincidan con la división 25 o con alguna cercana (dispersión baja), el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil igual o cercano a una línea recta (baja rugosidad). Por el contrario, si el puntero adopta repetitivamente posiciones alejadas a la división N°25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada).

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLIN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, la cual puede expresarse, para fines didácticos, en forma de histograma (Figura N° 3.6). Posteriormente se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10% de datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.

Efectuado el descarte de datos, se calcula el “ancho del histograma” en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos.

El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cual se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros (5 mm).



### 3.3.5 Factor de corrección para el ajuste de “D”

Las ecuaciones 1 y 2 representan 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:

- 1) Se determina el espesor de la pastilla, en milímetros, utilizando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm. El espesor se calculará como el valor promedio considerando 4 medidas diametralmente opuestas.
- 2) Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso de terrazo, por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso (por ejemplo, lectura = 25). Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso. Esta acción hará que el puntero sobre el tablero se desplace, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al espesor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir:  $6.2 \times 10 = 62$  mm), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y cuando la relación de brazos actual del equipo sea igual a la asumida. Si no sucede eso, se deberá encontrar un factor de corrección (F.C.) usando la siguiente expresión:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5] \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

- EP : Espesor de la pastilla
- LI : Posición inicial del puntero
- LF : Posición final del puntero



### 3.3.6 Variación de relación de brazos

Para facilidad del trabajo, el rugosímetro admite dos posiciones para el patín del brazo pivotante (Ver Figura N° 3.3):

- a) Una ubicación a 10 cm del punto de pivote, posición estándar que se utiliza en el caso de pavimentos nuevos o superficies muy lisas (baja rugosidad). En ese caso la relación de brazos utilizada será 1 a 10.
- b) Una ubicación a 20 cm del punto de pivote, posición alterna que se utiliza en el caso de pavimentos afirmados muy deformados o pavimentos muy deteriorados. En ese caso la relación de brazos será 1 a 5. De usar esta posición, el valor D determinado deberá multiplicarse por un factor de 2.

### 3.3.7 Cálculo del Rango “D” corregido

El valor D calculado en la sección 3.3.4, deberá modificarse considerando el Factor de Corrección definido en la sección 3.3.5 y la Relación de Brazos empleada en los ensayos. El valor D corregido será el producto de estos tres factores. Este valor llevado a condiciones estándar es la rugosidad en unidades MERLIN

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

Para transformar la rugosidad de unidades MERLIN a la escala del IRI, se usa una de las expresiones (1) ó (2) de la página 32, para obtener finalmente el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

## CAPÍTULO IV

### APLICACIÓN AL TRAMO KM 102+000 AL KM 104+000

#### 4.1 EJECUCIÓN DEL ENSAYO

- Primeramente se hace un reconocimiento del tramo de estudio (Km 102+000 al Km 104+000), luego se escoge las zonas de ensayos por ser tramos representativos, en este caso se escogieron:

- **TRAMO 1:** del Km 102 + 100 al Km 102 + 500 del carril izquierdo (400 m)
- **TRAMO 2:** del Km 103 + 200 al Km 103 + 600 del carril izquierdo (400 m)

Las medidas se efectuaron en el sentido de Chupaca a Cañete sobre la huella derecha del carril izquierdo a 1 m del borde.

- Se conformo un equipo de trabajo para la ejecución del ensayo, el cual estuvo integrado por:

**Cuadro N° 4.1**  
**Personal para realizar el ensayo**

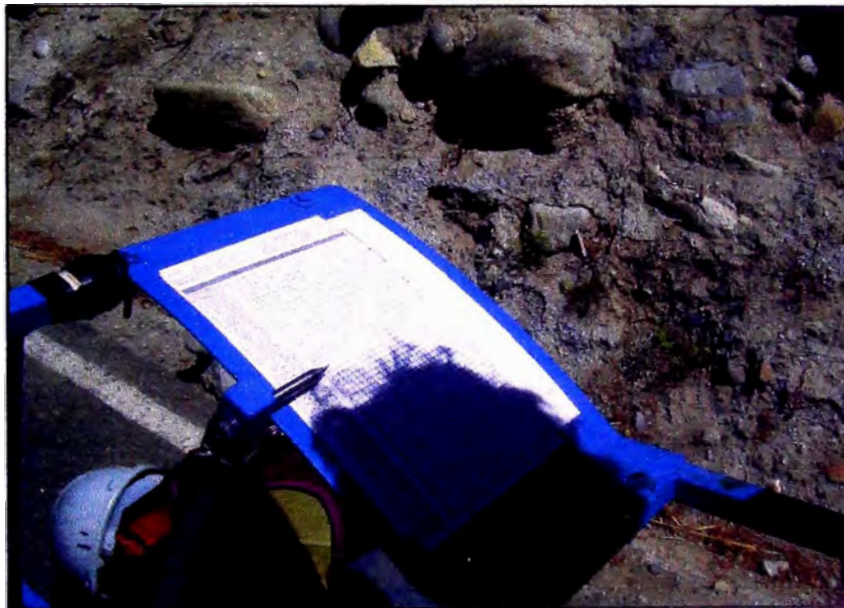
Personal	Función	Cantidad
Operador de equipo	Desplazar el MERLIN y leer la posición final del puntero	1
Registrador	Indicar el estacionamiento del MERLIN y anotar los datos	1
Seguridad - conos	Colocación de conos para el desvío del tránsito.	1
Seguridad - banderola	Se colocará a 30 m del equipo para señalar con la banderola desvío del tráfico	1
Apoyo	Para retirar cualquier obstrucción, medir dimensiones de la carretera y anotar alguna observación resaltante.	2
Fotógrafo	Para registrar fotográficamente el ensayo	1
Chofer	Para conducir la camioneta que transporta el equipo	1
<b>Personal Total</b>		<b>8</b>
<b>Rendimiento (por ensayo)</b>		<b>0.5 h / 400 m</b>

Fuente: Elaboración propia

- Se inicia el ensayo en un punto específico elegido, el cual será marcado como progresiva inicial, además se asegurará que el puntero se encuentre en la división N° 25 del formato de dispersiones que tiene el equipo MERLIN.

**Figura N° 4.1**

**Puntero colocado en la división N° 25 del formato de dispersiones de desviaciones del ensayo MERLIN**



Fuente: Elaboración propia

- Se realizaron 200 lecturas de forma continua, con las medidas de seguridad del caso.

**Figura N° 4.2**

**Ejecución del ensayo y toma de datos**



Fuente: Elaboración propia

- Los datos obtenidos en la ejecución del ensayo se apuntan en un formato (Hoja de campo) que presentamos a continuación en la figura N° 4.3

Figura N° 4.3

Hoja de campo llenado con los 200 datos obtenidos en el ensayo

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

**PROYECTO** *Corredor Vial N° 13* **OPERADOR :**  
**SECTOR** : *Cañete - Chupaca* **SUPERVISOR :**  
**TRAMO** : *Capillucas - Calachota* **FECHA** : *15/05/2010*  
**CARRIL** : *Izquierdo*

**ENSAYO N°**  **KM**  **HORA**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>1</b>	28	29	23	36	26	27	27	28	30	32	<b>TIPOS DE PAVIMENTO:</b>  <b>AFIRMADO</b> <input type="checkbox"/>  <b>BASE GRANULAR</b> <input type="checkbox"/>  <b>BASE IMPRIMADA</b> <input type="checkbox"/>  <b>TRATAMIENTO MONOCAPA</b> <input checked="" type="checkbox"/>  <b>TRATAMIENTO SLURRY SEAL</b> <input checked="" type="checkbox"/>  <b>RECAPEO ASFALTICO</b> <input type="checkbox"/>  <b>SELLO</b> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>
<b>2</b>	33	33	38	25	17	34	33	32	30	31	
<b>3</b>	38	34	33	35	28	21	31	36	32	33	
<b>4</b>	36	34	26	33	30	32	34	34	35	37	
<b>5</b>	42	32	35	36	34	35	7	36	31	29	
<b>6</b>	24	30	33	35	24	28	33	30	36	30	
<b>7</b>	32	39	29	30	23	38	17	35	34	39	
<b>8</b>	34	42	35	29	36	34	34	34	35	29	
<b>9</b>	40	30	38	28	16	37	35	31	35	21	
<b>10</b>	35	40	39	34	35	31	32	29	36	34	
<b>11</b>	34	13	35	35	41	27	30	32	36	34	
<b>12</b>	37	31	40	35	41	36	29	33	25	30	
<b>13</b>	31	36	31	48	36	36	28	36	32	32	
<b>14</b>	41	28	26	23	34	35	36	36	37	33	
<b>15</b>	39	26	37	35	27	34	32	32	32	30	
<b>16</b>	32	19	40	35	30	39	31	31	36	32	
<b>17</b>	24	15	41	29	44	45	29	39	30	28	
<b>18</b>	27	17	42	18	33	32	34	30	30	23	
<b>19</b>	32	29	39	24	29	29	29	33	34	31	
<b>20</b>	19	25	37	29	29	38	36	36	31	15	

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

.....

Fuente: Convenio UNI - MTC

#### 4.1.1 OBTENCIÓN DE LA RUGOSIDAD EN UNIDADES MERLIN

Una vez tomado los datos en campo, se procederá al trabajo de gabinete para calcular la rugosidad en unidades MERLIN.

- **Paso 1**

Se procede a calcular el rango “D”. Para ello se elabora un “Histograma de Distribución de Frecuencias” con los 200 datos tomados en campo.

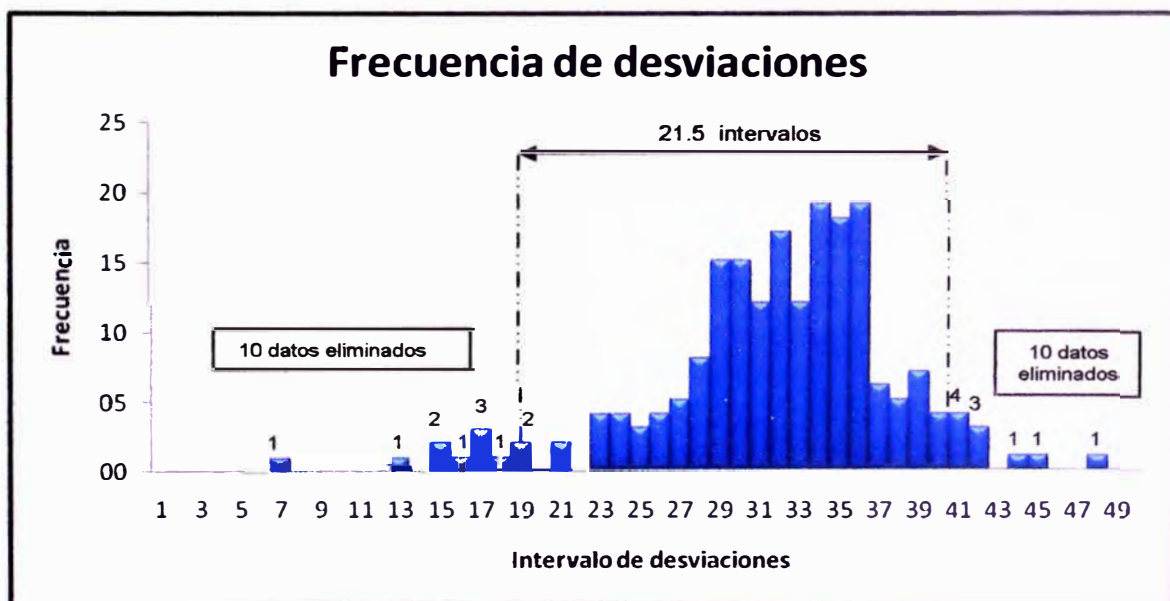
#### TRAMO 1 (Km 102 + 100 al Km 102 + 500) – Carril Izquierdo

Una vez elaborado el histograma con los 200 datos de campo (Figura 4.4), se procederá a la eliminación de 10 datos en el extremo inferior del histograma de donde se elimina los intervalos 7, 13, 15, 16, 17,18 y finalmente el intervalo 19 que se elimina un dato de los dos datos que tiene, quedando una unidad fraccionada del intervalo igual a  $1/2 = 0.5$ .

Caso similar sucede en el extremo superior del histograma, se tiene que por efecto del descarte de los 10 datos se elimina los intervalos 41, 42, 44, 45 y 48.

Se tiene en consecuencia un Rango igual a  $0.5 + 21 = 21.5$  intervalos.

**Figura N° 4.4**  
**Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva**



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se calcula “D” que viene hacer la cantidad de intervalos multiplicado por la medida de cada intervalo (5 mm),  $D = 21.5 \times 5 \text{ mm}$ , entonces se tiene:

$$D = 107.5 \text{ mm}$$

### TRAMO 2 (Km 103 + 200 al Km 103 + 600) – Carril Izquierdo

El mismo procedimiento se hace para este tramo obteniéndose:

$$D = 86.25 \text{ mm}$$

- **Paso 2**

Se determina el Factor de Corrección para el ajuste de “D”, para esto se utilizo una pastilla de cobre para realizar las mediciones con el MERLIN.

**Cuadro N° 4.2**  
**Calibración de equipo MERLIN**

Serie	Factor de corrección		Lecturas con pastillas de calibración							
	Li	Lf	Li 1	Li 2	Li 3	Li 4	Lf 1	Lf 2	Lf 3	Lf 4
511	25	12,00	25	25	25		12	12	12	
529	25	11,67	25	25	25		12	12	11	
540	25	10,50	25	25	25	25	11	10	10	11
541	25	11,00	25	25	25	25	11	11	12	10

Fuente: Convenio UNI - MTC

Para el cálculo del factor de corrección se utilizará la siguiente fórmula:

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

Donde:

F.C. : Factor de corrección.

EP. : Espesor de la pastilla de cobre. (e=6.47mm).

Li : Lectura inicial.

Lf : Lectura final.

Reemplazando los datos en la expresión anterior se tiene:

$$\mathbf{F.C. (SERIE 540) = 0.892}$$

- **Paso 3**

Finalmente se hallara el “D” corregido, que será la rugosidad en unidades MERLIN.

$$\mathbf{D_{CORREGIDO} = D \times F.C.}$$

Reemplazando en la expresión anterior para cada tramo:

TRAMO 1 (Km 102 + 100 al Km 102 + 500)

$$\mathbf{D_{CORREGIDO} = 95.890 \text{ mm}}$$

TRAMO 2 (Km 103 + 200 al Km 103 + 600)

$$\mathbf{D_{CORREGIDO} = 76.935 \text{ mm}}$$

#### **4.1.2 OBTENCIÓN DEL 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, se utiliza la siguiente expresión:

$$\mathbf{IRI = 0.593 + 0.0471 D} \quad (2.4 < IRI < 15.9)$$

Donde:

IRI : Índice de Rugosidad Internacional, m/Km

D : Rugosidad en unidades MERLIN, mm.

Reemplazando los valores calculados de "D", en la expresión anterior se tiene:

- **TRAMO 1 (Km 102 + 100 al Km 102 + 500) – Carril Izquierdo**

$$IRI = 5.11 \text{ m/Km}$$

- **TRAMO 2 (Km 103 + 200 al Km 103 + 600) – Carril Izquierdo**

$$IRI = 4.22 \text{ m/Km}$$

#### 4.1.3 OBTENCIÓN DEL PSI

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

$$PSI = 5 e^{-(IRI / 5.5)} \quad ; \text{ para un } IRI < 12$$

Donde:

IRI : Índice de Rugosidad Internacional, en m/Km.

PSI : Índice de Serviciabilidad del Pavimento

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

- **TRAMO 1 (Km 102 + 100 al Km 102 + 500) – Carril Izquierdo**

Para un IRI = 5.11 m/Km, se tiene:

$$PSI = 1.97$$

- **TRAMO 2 (Km 103 + 200 al Km 103 + 600) – Carril Izquierdo**

Para un IRI = 4.22 m/Km, se tiene:

$$PSI = 2.32$$



## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 5.1 RUGOSIDAD EN LOS TRAMOS DE ENSAYO

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos en el presente informe, producto de los ensayos realizados.

**Cuadro N° 5.1**  
**Resumen de los ensayos realizados en el presente informe**

Tramo		Carril	IRI (m/Km)	PSI	Condición	Fecha de evaluación
Progresiva inicial	Progresiva final					
Km 102 + 100	Km 102 + 500	Izquierdo	5.11	1.97	<b>Mala</b>	15/05/2010
Km 103 + 200	Km 103 + 600	Izquierdo	4.22	2.32	<b>Regular</b>	15/05/2010

Fuente: Elaboración propia

Se observa que las rugosidades en ambos tramos son altas, con respecto al IRI = 2.5 m/Km que propone el MTC en los términos de referencia del contrato. Cabe mencionar que actualmente no se tiene registros del comportamiento de la rugosidad en el tiempo en este tipo de vías.

#### Ensayos anteriores (UNI – MTC)

Se presenta un ensayo realizado por la UNI en marzo del 2010 en el mismo tramo con la finalidad de comparar resultados.

En el cuadro N° 5.2, se puede observar la incertidumbre que hay en los ensayos para un mismo tramo, teniendo valores de rugosidad con gran variación. Observando resultados obtenidos del IRI por la UNI en un mismo tramo, se tiene por ejemplo el tramo 103+500 al 103+900 carril izquierdo, donde se realizaron 3 ensayos teniendo como mínimo valor de IRI = 4.7 m/Km y un máximo valor de IRI = 5.3 m/km, encontrándose una variación de 0.6, lo cual es una incertidumbre muy grande. Haciéndose aun más dificultoso establecer periodos de evaluación razonables en un monitoreo de serviciabilidad en este tipo de vía.

**Cuadro N° 5.2**

**Informe trimestral de resumen de valores de Índice de Rugosidad Internacional (IRI)**

RESUMEN DE LOS VALORES DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)													
TRAMO			IRI (m/km)								Variación		Nivel de Regularidad
			LADO IZQUIERDO				LADO DERECHO				IRI (Mín-Máx)	IRI PROM (Izq-Der)	
P. INICIAL	-	P. FINAL	1ra	2da	3ra	PROM	1ra	2da	3ra	PROM			
102+300	-	102+700	4.9	5.1	4.8	4.9	5.7	5.3	4.4	5.1	1.3	0.2	Medio
103+500	-	103+900	4.9	5.3	4.7	4.9	4.6	4.9	5.6	5.0	1.0	0.1	Bajo

Fuente: Convenio UNI – MTC, Marzo 2010.

**Comparación de Resultados**

Comparando los resultados obtenidos en el **INFORME** y los resultados de la **UNI**, en un mismo tramo de evaluación, se tiene siguiente cuadro:

**Cuadro N° 5.3**

**Comparación de resultados obtenidos UNI vs INFORME**

TRAMO	Ejecutor del Ensayo	Carril	IRI (m/Km)	Fecha de evaluación	Variación del IRI
Km 102 + 000 al Km 103 + 000	UNI	Izquierdo	4.9	01/03/2010	0.21
	INFORME	Izquierdo	5.11	15/05/2010	
Km 103 + 000 al Km 104 + 000	UNI	Izquierdo	4.9	01/03/2010	-0.68
	INFORME	Izquierdo	4.22	15/05/2010	

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se puede observar:

- En el tramo Km 102 + 000 al Km 103 + 000, hay una variación en el IRI de 0.21 m/Km.

- En el tramo Km 103 + 000 al Km 104 + 000, hay una variación negativa en el IRI de - 0.68 m/Km. Esto se debe a lo que se explico anteriormente, a la gran incertidumbre que existe en la toma de datos, y más aun cuando en lapso entre ambos ensayos es corto (2 meses)

## 5.2 SERVICIABILIDAD PRESENTE EN LOS TRAMOS DE ENSAYO

A continuación se presenta las condiciones de serviciabilidad de los dos tramos de ensayo:

Cuadro N° 5.4

Índice de Serviabilidad Presente (PSI) en los tramos ensayados

Tramo		Carril	PSI	Condición	Fecha de evaluación
Progresiva inicial	Progresiva final				
Km 102 + 100	Km 102 + 500	Izquierdo	1.97	Mala	15/05/2010
Km 103 + 200	Km 103 + 600	Izquierdo	2.32	Regular	15/05/2010

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se puede establecer que la vía presenta una transitabilidad que va desde regular a mala de acuerdo a la tabla del PSI (ver cuadro N° 3.1, pág. 25).

## 5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SERVICIABILIDAD EN ESTE TIPO DE VIA EN PARTICULAR.

Se presenta a continuación factores que influyen negativamente en la serviciabilidad de la carretera, distorsionando el concepto de confort y seguridad de la vía.

### 5.3.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Si se parte del concepto de que el IRI refleja la técnica y su evolución del comportamiento constructivo de una carretera, si fue buena, regular, o mala desde el inicio de su puesta en servicio. Adquiere entonces gran importancia el procedimiento constructivo respecto al comportamiento del IRI.

En la etapa del proceso constructivo no se consideraron niveles topográficos en el momento de la conformación de pavimento, es decir no se usaron plantillas niveladas con equipo topográfico. Se intentó en un primer momento usar niveles topográficos pero el rendimiento era bajo, una motoniveladora tenía un rendimiento de 100 m/día, en cambio cuando se trabajó sin niveles topográficos una motoniveladora realizaba trabajos a razón de 700 m/día. Con esto se ahorró tiempo lo que lleva a la reducción de costos.

Debido al procedimiento constructivo ya mencionado, al momento de realizar los ensayos en un mismo tramo se tiene una variación de IRI considerable, es decir al procesar los datos se tiene una gran incertidumbre en los resultados. Este problema se ve claramente en los informes presentados por la UNI al MTC.

**Figura N° 5.1**  
**Irregularidad altimétrica en la vía**



Fuente: Elaboración propia

Si se tiene una gran incertidumbre se hace más dificultoso establecer el comportamiento de la rugosidad en el tiempo en este tipo de vía.

Otro ejemplo de la influencia de un mal procedimiento constructivo en este tramo fue cuando se conformó el tratamiento superficial monocapa, donde se observó una pobre adherencia de la gravilla de 3/8" y el RC-250, contribuyendo así a un aumento del IRI. Según los informes de la 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.

Según la experiencia internacional, es conveniente anticipar controles de regularidad en las capas estructurales inferiores a la superficie de rodado. La evaluación de la capacidad funcional en cada etapa de la construcción, se presenta como una alternativa complementaria a las tradicionales. La evaluación por capas puede permitir corregir eventualmente diferencias en la construcción de una capa y mejorar la regularidad superficial del pavimento.

### 5.3.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

Esta vía no posee diseño geométrico, al tener tales características, esta carretera presenta tramos angosto en algunas zonas que inclusive llegan a los 3 m de ancho, además curvas cerradas que a altas velocidades son peligrosas.

La geometría del trazado existente o por singularidades inevitablemente presentes en el camino, (situaciones insalvables por factores netamente económicos), influye en la medición del IRI, que podría eventualmente verse distorsionada, como consecuencia de ello es conveniente no considerar en el computo del IRI general algunos sectores en donde resultará siempre inadecuado y/o antieconómico mejorar el nivel del confort.

Figura N° 5.2

Vía angosta y con curvas, se vio la necesidad de colocar una giba



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5.3

Tramo de carretera con ancho de vía angosto



Fuente: Elaboración propia

Cuando se realizó el cambio de estándar, hubo un incremento en la velocidad vehicular por parte de los usuarios, esto originó varios accidentes en la zona, por tal motivo decidieron colocar gibas para que se reduzca la velocidad.

Figura N° 5.4

Presencia de gibas en la vía



Fuente: Elaboración propia

Ante tales factores que inciden en la serviciabilidad como son las curvas cerradas, vías angostas, presencia de gibas, no se puede hablar de serviciabilidad de la carretera midiendo solamente el estado superficial de esta.

Resulta ilógico querer tener un IRI = 2.5 m/Km en la vía tal como lo plantea el MTC, si por otro lado se tiene presencia de gibas que obligan al conductor a

tener que desacelerar a cada rato, y esto como consecuencia de la falta de un diseño geométrico en dicha vía.

El concepto de confort, seguridad y ahorro por costo operativo vehicular se pierde, así se logre tener IRI cercanos a lo que pide el MTC, la serviciabilidad se verá afectada negativamente por factores mencionados anteriormente.

**Figura N° 5.5**  
**Disminución de velocidad por presencia de curvas y gibas**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3 INCREMENTO EN EL IMD

Al ser una vía de bajo volumen de tránsito, un incremento inesperado del IMD, afecta considerablemente el estado de la carretera, este problema sucedió en este tramo debido al aumento de tráfico vehicular producido por la construcción de la Central Hidroeléctrica El Platanal.

Este proyecto que en la actualidad ya está terminado, afectó el estado de la vía deteriorándola (Monocapa), teniendo nuevamente que hacer un tratamiento superficial (Slurry Seal) para mejorar la vía.

## **CONCLUSIONES**

1. La evaluación de la rugosidad con el rugosímetro MERLIN se ha efectuado en los tramos cuyas progresivas son: Km 102+100 al Km 102+500 y Km 103+200 al Km 103+600, obteniendo un valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) representativo para cada kilómetro de 5.11 m/km y 4.22 m/km respectivamente y un Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) de 1.97 y 2.32 respectivamente, lo cual clasifica al tramo con transitabilidad de regular a mala.
2. Un mal procedimiento constructivo influirá negativamente en la serviciabilidad de la carretera obteniéndose valores de IRI altos y muy variables entre sí en un mismo tramo. Ya que el IRI refleja la técnica y su evolución del comportamiento constructivo de una vía, si fue buena, regular, o mala desde el inicio de su puesta en servicio.
3. Esta vía no posee diseño geométrico, además esta carretera presenta tramos angostos en algunas zonas donde inclusive llegan a los 3 m de ancho, también se encontraron curvas cerradas que a altas velocidades son peligrosas. Es por eso la presencia de gibas, lo que lleva al usuario a disminuir constantemente su velocidad, viéndose perjudicado así la Serviciabilidad de la carretera.
4. Un mal o inexistente diseño geométrico, influyen negativamente en la mejora del confort y seguridad que percibe el usuario. Resultaría antieconómico querer tratar de mejorar los niveles de servicio con solo hacer trabajos superficiales.
5. Es importante evaluar la rugosidad de toda la carretera mediante un monitoreo periódico y permanente para generar una data histórica del comportamiento de la rugosidad en el tiempo en este tipo de vías, ya que en la actualidad no existe este tipo de información.
6. Al ser vías tratadas con solución básica, cuando hay una variación considerable en el IMD, debido a diversos factores, este aumento influenciará en el estado de la vía y por consiguiente en el IRI de la carretera.



7. El equipo utilizado para la evaluación de la rugosidad resultó ser práctico, sencillo y económico en su aplicación, pero su bajo rendimiento de 400 m de ensayo por cada media hora (aprox. 6 Km/día), no constituye una alternativa viable para realizar ensayos continuos en longitudes mayores.

## **RECOMENDACIONES**

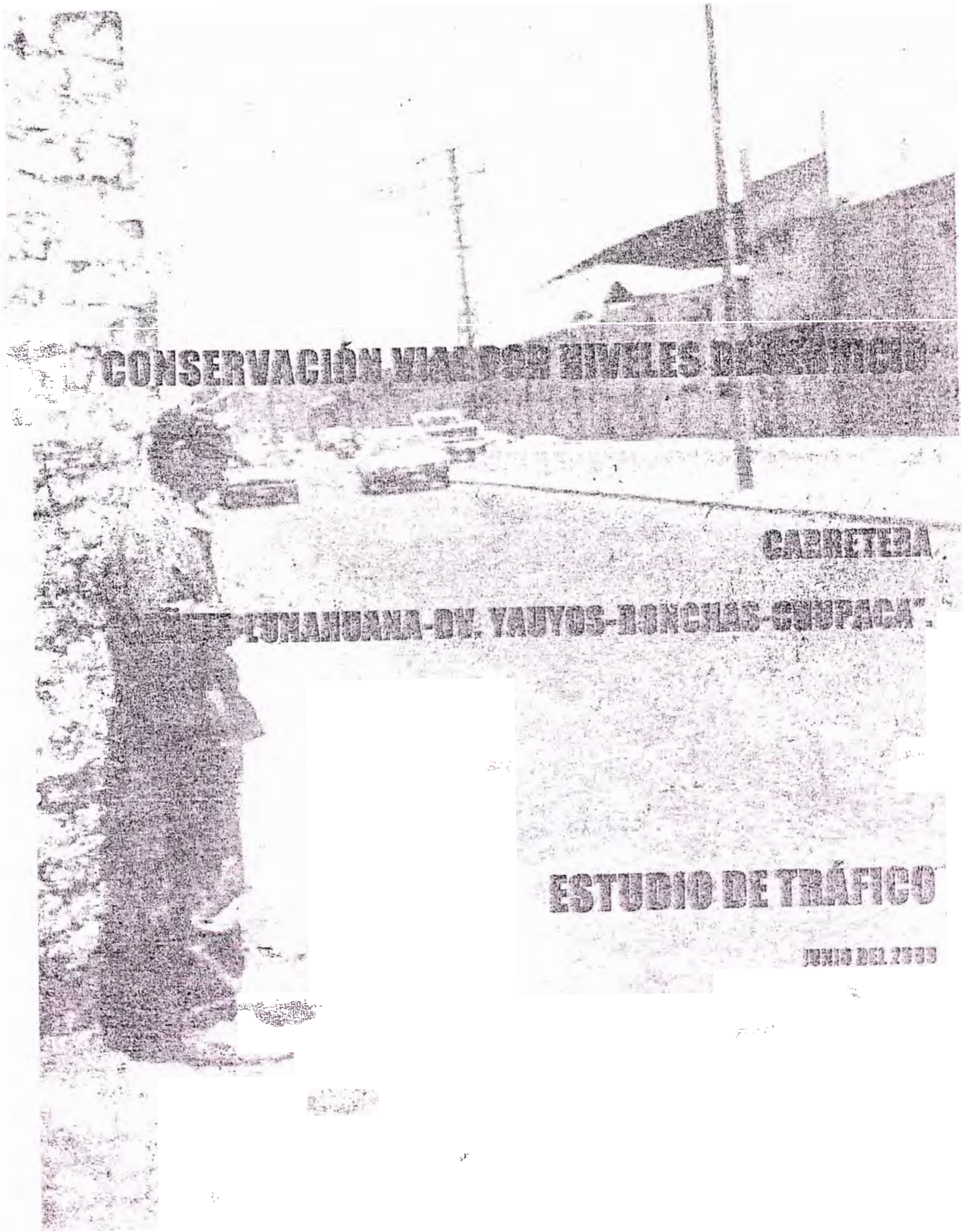
1. Recomendar a PROVIAS NACIONAL la programación de estudios de mejoramiento a los diseños geométricos que influyen negativamente en la mejora del confort y/o simplemente convivir con estas deficiencias. No tendría sentido y resultaría antieconómico querer tratar de mejorar los niveles de servicio con solo hacer trabajos superficiales.
2. Se recomienda mejorar el proceso constructivo, ya que una falla de este afecta negativamente en los resultados del IRI.
3. Si bien es cierto los resultados obtenidos por el IRI, nos dan un alcance de la serviciabilidad de la vía, se recomienda hacer una evaluación integral del pavimento (evaluación estructural, relevamiento de fallas, análisis de la calidad de los materiales, carga que soporta la vía, etc.) para poder dar un diagnóstico más preciso del estado de la vía y las futuras intervenciones.
4. En la actualidad en nuestro país no se encuentra normado un rango IRI para este tipo de pavimentos básicos, por lo que se sugiere realizar ensayos más frecuentes, inclusive se pueden realizar tesis para fomentar la investigación en este tipo de vías.
5. El equipo MERLIN constituye una buena alternativa de uso en tramos de evaluación no mayores a los cinco kilómetros por día, pero para longitudes mayores se recomienda utilizar equipos de tipo respuesta como el Bump Integrator.
6. Es importante que la medición de la rugosidad se realice con equipos debidamente calibrados para obtener buenos resultados de rugosidad y no se tomarán datos en singularidades como: badenes y gibas, debido a que estos no representan deformaciones o deterioros en el pavimento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Consorcio Gestión de Carreteras, “Estudios Técnicos para el Cambio de Estándar de Afirmado a Solución Básica Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca; Tramo: Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas”, Lima, 2008.
2. Consorcio Gestión de Carreteras, “Plan de Conservación Vial de la Carretera: Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Dv. Yauyos – Ronchas – Chupaca”, Lima, 2008.
3. CUNDILL, M.A. “The MERLIN Road Roughness Machine: User Guide”. Transport Research Laboratory, Overseas Development Administration. TRL Report 229, Crowthorne, 1996.
4. Del Águila, Pablo M., “Metodología para la Medición de la Rugosidad de los Pavimentos con Equipo de Bajo Costo y Gran Precisión”. Ponencia presentado al X Congreso Ibero – Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, 1999.
5. Del Águila, Pablo M., “Desarrollo de la Ecuación de Correlación para la Determinación del IRI en Pavimentos Asfálticos Nuevos, Utilizando el Rugosímetro MERLIN”. Ponencia presentado al X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, 1999.
6. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito”, Lima, Perú 2008.
7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pagina web de manuales: [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manuales.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manuales.htm), Perú, 2010.

## **ANEXOS**

1. ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - DV. YAUYOS – RONCHAS - CHUPACA, JUNIO 2009 - ICCGSA
2. ESTUDIO DEL TRÁFICO TEMPORAL DEBIDO AL PROYECTO HIDROELÉCTRICO “EL PLATANAL”
3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO (KM 89+000 AL 120+000)
4. REGISTRO DE EXCAVACIÓN (KM 101+000 AL 104+000)
5. RELACIÓN DE PROYECTOS DE RUGOSIDAD EVALUADO CON EQUIPO MERLIN
6. RESULTADOS DE RUGOSIDAD Y SERVICIABILIDAD
7. RESUMEN DE VALORES DE RUGOSIDAD (IRI) – ENSAYO UNI-MTC (JUNIO-JULIO)
8. HOJA DE CAMPO PARA RECOLECCION DE DATOS
9. FORMATO PARA DETERMINAR LA DISPERSIÓN DE LAS DESVIACIONES DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO
10. DATOS PROCESADO CON FORMATO DE LA UNI PARA LA OBTENCION DEL IRI



**CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO**

**CARRETERA**

**CAÑETE-LUNAHUANA-DR. YAUYOS-RONCHAS-CHUPACA**

**ESTUDIO DE TRÁFICO**

**JUNIO DEL 2009**

2009	CAÑETE - LUNAHUANA	LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN - ZUÑIGA	ZUÑIGA - CATAHUASI	CATAHUASI - CAPILLUCA	CAPILLUCA - DV. YAUYOS	DV. YAUYOS - COLPA	COLPA - HUARISCA	HUARISCA - CHUPACA
<b>CUADRO 3-11, RESUMEN DEL IMDA 2009 - POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)</b>									
Tramo	ESTACION LUNAHUANA E 1	ESTACION PACARAN E 2	ESTACION ZUÑIGA E 3	ESTACION SAN JUAN E 4	ESTACION CHICHICAY E 5	ESTACION YAUYOS E 6	ESTACION COLPA E 7	ESTACION RONCHA E 8	ESTACION HUARISCA E 9
Tipo Vehículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
VL (Auto+SW+Camioneta)	750	273	230	386	361	29	208	309	519
Camta Rural+Micro	555	154	170	499	144	15	24	30	36
Ómnibus	32	14	13	31	32	12	4	6	7
Camión Unitario (2,3,4 Ejes)	103	84	82	70	45	34	41	47	48
Camión Acoplado	37	30	25	159	140	0	28	38	32
IMDa (Veh/día) 2009	1477	555	520	1145	722	90	305	430	642
IMDa (Veh/día) 2009	1010	417	418	461	569	53		347	454
Tasa Prom. Crec. 2009/2009	46.2%	33.1%	24.4%	148.4%	26.9%	69.8%		23.9%	41.4%

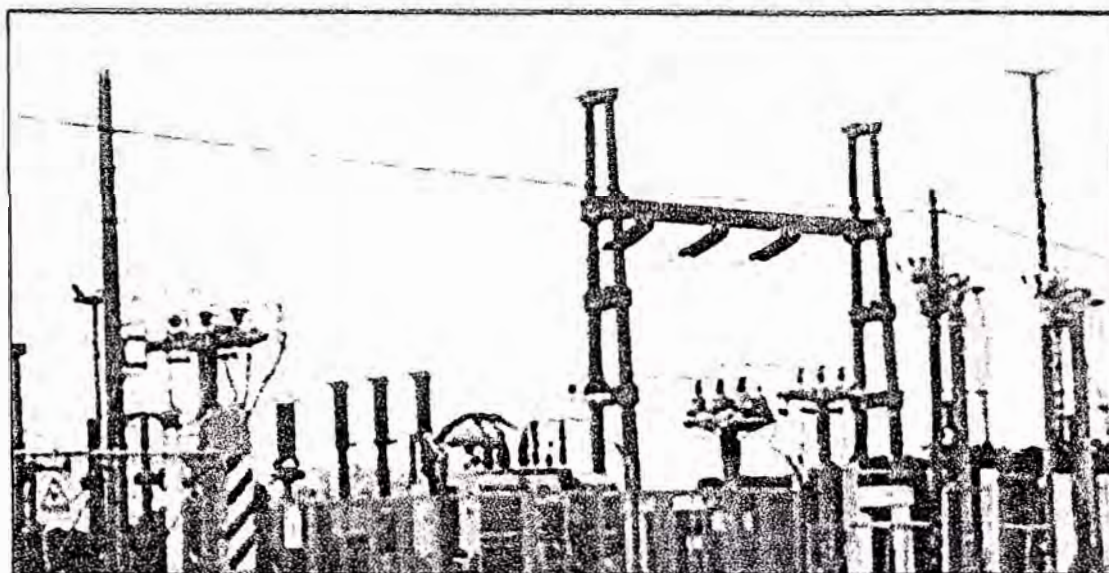
Fuente: Estudio de tráfico 2009

2008	CAÑETE - LUNAHUANA	LUNAHUANA - PACARAN	PACARAN - ZUÑIGA	ZUÑIGA - CATAHUASI	CATAHUASI - CAPILLUCA	CAPILLUCA - DV. YAUYOS	DV. YAUYOS - COLPA	COLPA - HUARISCA	HUARISCA - CHUPACA
<b>CUADRO 3-12 RESUMEN DEL IMDA 2008 - POR ESTACION DE CONTROL (veh/día)</b>									
Tramo	ESTACION LUNAHUANA E 1	ESTACION PACARAN E 2	ESTACION ZUÑIGA E 3	ESTACION SAN JUAN E 4	ESTACION CHICHICAY E 5	ESTACION YAUYOS E 6	ESTACION COLPA E 7	ESTACION RONCHA E 8	ESTACION HUARISCA E 9
Tipo Vehículo	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
VL (Auto+SW+Camioneta)	707	210	223	200	292	21		217	336
Camta Rural+Micro	220	132	122	122	129	4		42	38
Ómnibus	11	10	8	16	14	8		8	9
Camión Unitario (2,3,4 Ejes)	53	49	46	57	48	20		44	41
Camión Acoplado	19	16	19	66	86	0		36	30
<b>IMDa (Veh/día)</b>	<b>1010</b>	<b>417</b>	<b>418</b>	<b>461</b>	<b>569</b>	<b>53</b>		<b>347</b>	<b>454</b>

Fuente: Estudio de tráfico 2008

# ESTUDIO DEL TRÁFICO 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 Celpsa (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. (Celpsa), 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 tráfico, 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 tráfico 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 Vehículo	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%
TOTAL	288	281	569	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de tráfico 2008

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

Tipo de Vehículo	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%	

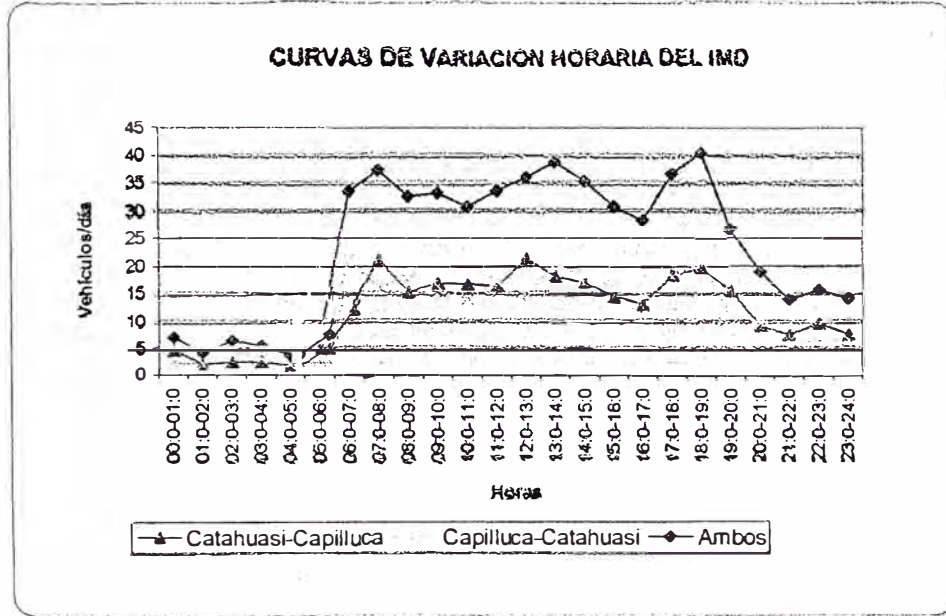
Fuente: Estudio de tráfico 2008

**CUADRO B-4 VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO - ESTACIÓN (E 7 a)  
TRAMO CHICHICAY-CAPILLUCA**

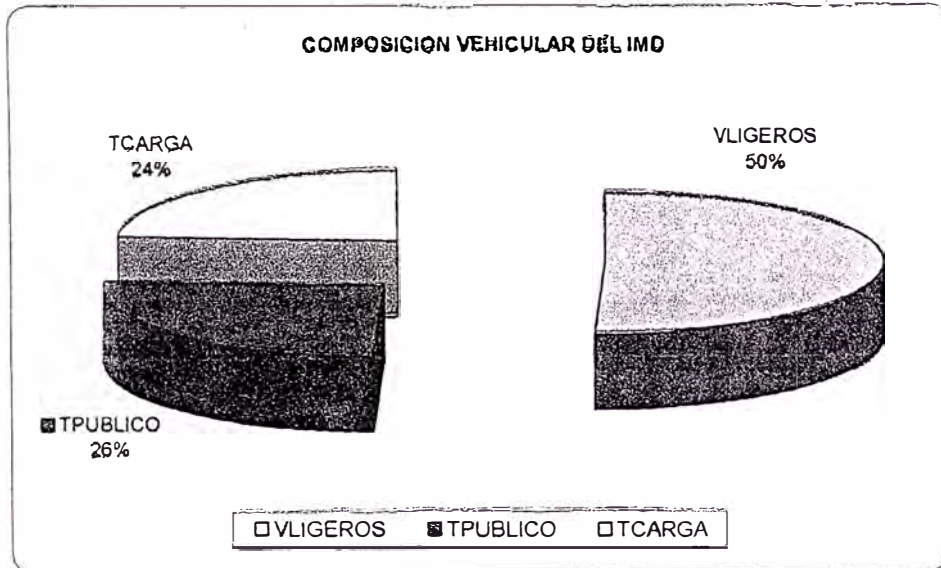
Tipo de Vehículo	Chichicay- Capilluco	Capilluca- Chichicay	Ambos	%
Auto	2	0	2	1%
Camioneta	29	29	58	25%
C.R.	9	9	18	8%
Micro	3	5	8	3%
Ómnibus 2	6	7	13	6%
Ómnibus +2	0	1	1	0%
Camión 2 Ejes	14	16	30	13%
Camión 3 Ejes	2	0	2	1%
Camión 4 Ejes	1	1	2	1%
Semitraylers	47	51	98	42%
Traylers	0	0	0	0%
<b>TOTAL</b>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

Fuente: Estudio de tráfico 2008

**ESTACION CHICHICAY - E7**

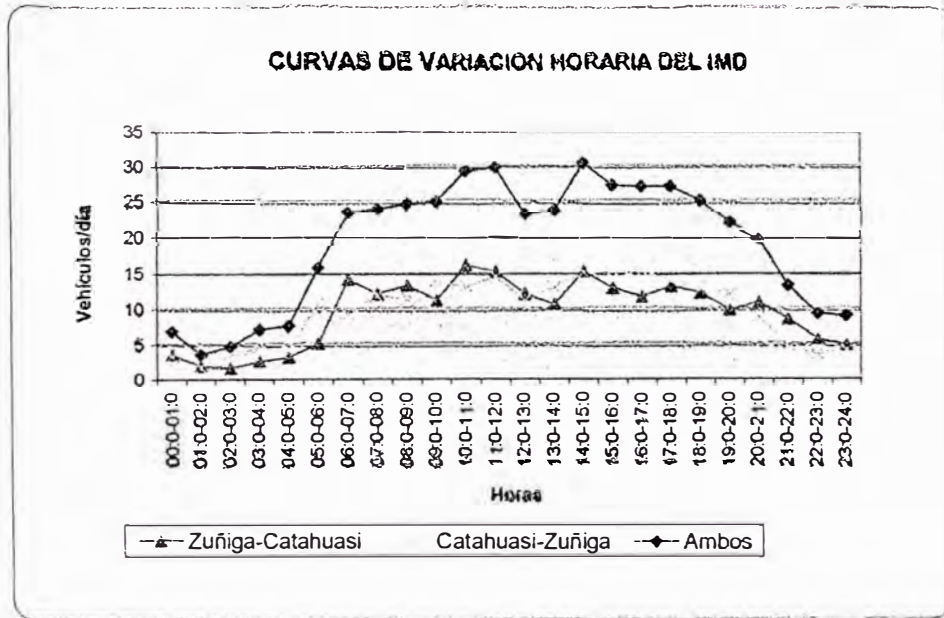


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

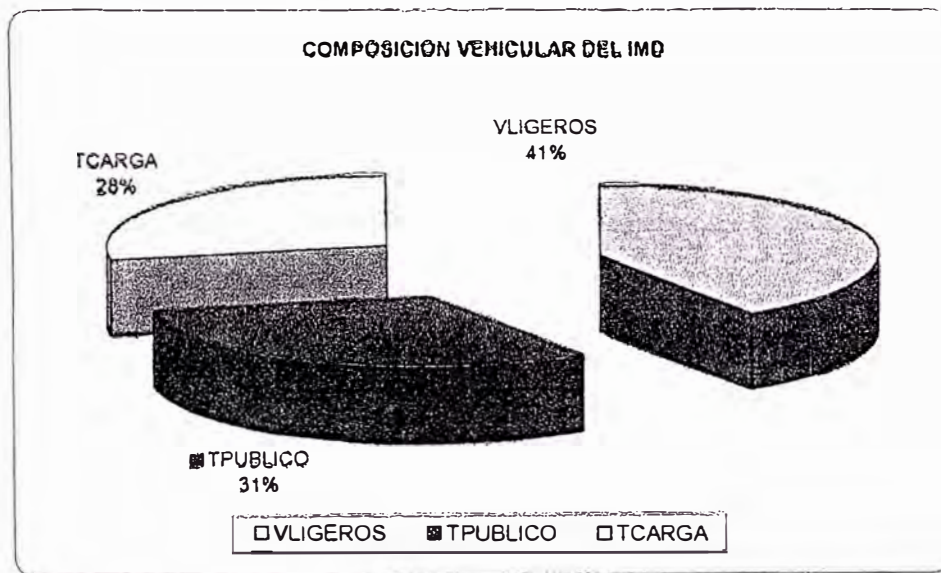


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

ESTACION SAN JUAN - E8

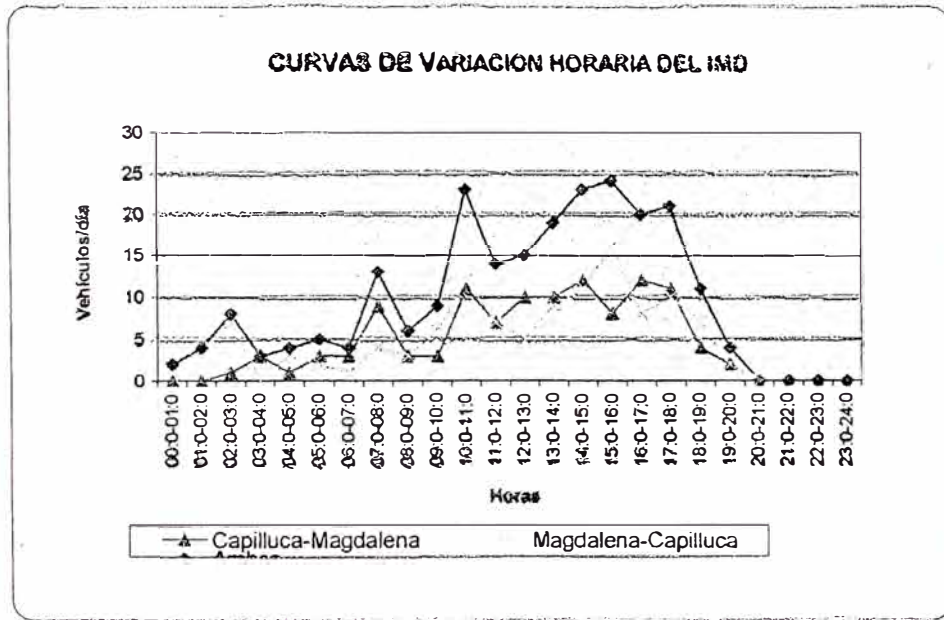


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

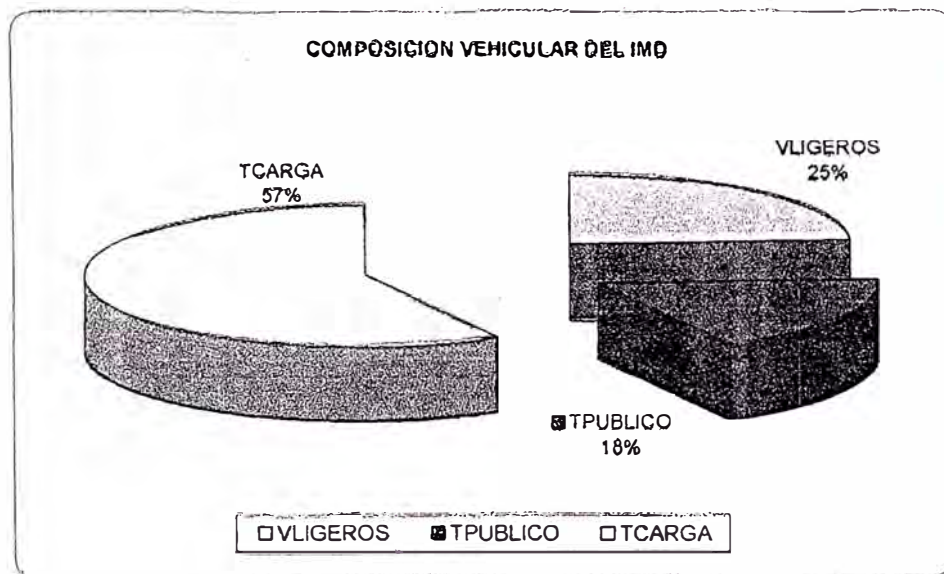


Fuente: Aforo vehicular (junio 2008)

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**

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	Volquete 3E	Semitrayler				Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1	2S2	2S3	2E	3E	4E	>=5E			
Viernes	Catahuasi-Capilluca	4	4	148	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	285	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	101	46.8%	
	Capilluca-Catahuasi	2	9	95	32	15	7	0	15	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	134	53.5%	
	Ambos	5	16	178	56	29	15	0	29	1	1	9	0	0	0	4	0	0	0	0	234	100.3%	
Lunes	Catahuasi-Capilluca	0	4	143	37	26	7	0	22	2	1	22	0	1	0	12	4	0	0	0	201	45.9%	
	Capilluca-Catahuasi	5	7	181	37	30	12	0	18	2	0	25	0	1	0	16	4	0	0	0	319	52.1%	
	Ambos	5	11	304	74	56	19	0	41	4	1	47	0	2	0	28	8	0	0	0	612	98.0%	
Martes	Catahuasi-Capilluca	0	5	157	29	22	8	0	14	2	1	35	0	0	0	13	6	0	0	0	200	52.3%	
	Capilluca-Catahuasi	0	3	149	29	15	4	0	13	0	1	33	0	0	0	12	6	0	0	0	205	47.7%	
	Ambos	0	8	306	58	37	12	0	27	2	2	68	0	0	0	25	12	0	0	0	405	100.0%	
Miercoles	Catahuasi-Capilluca	0	1	152	26	27	5	1	24	2	1	37	0	0	1	10	5	0	0	0	202	52.1%	
	Capilluca-Catahuasi	0	3	137	22	28	3	0	18	2	2	38	0	0	0	11	4	0	0	0	203	47.9%	
	Ambos	0	4	289	48	55	8	1	42	4	3	75	0	0	1	21	9	0	0	0	405	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/La)**

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	Volquete 3E	Semitrayler				Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%
													2S3	3S1	2S2	2S3	2E	3E	4E	>=5E			
IMD	Catahuasi-Capilluca	2	5	140	32	34	7	0	22	2	1	27	0	0	0	11	5	0	0	0	205	51%	
	Capilluca-Catahuasi	1	5	135	29	34	7	0	20	2	1	26	0	0	0	11	6	0	0	0	201	49%	
	Ambos	3	10	275	61	68	14	0	42	4	2	53	0	0	0	22	11	0	0	0	406	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	2S3	2E	3E	4E	>=5E			
Sabado	Zuñiga-Catahuasi	7	16	84	53	22	34	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	189	48.0%
	Catahuasi-Zuñiga	6	15	72	46	23	17	0	18	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	18	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	33	8	9	7	9	4	10	15	14	0	3	2	433	98.2%
Miercoles	Zuñiga-Catahuasi	4	4	82	30	22	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	9	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	2S3	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	5	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	Camión pick up	Camión Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquete 3E	Semitrayler			Cisternas y Concreteras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=6E				
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	18	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%

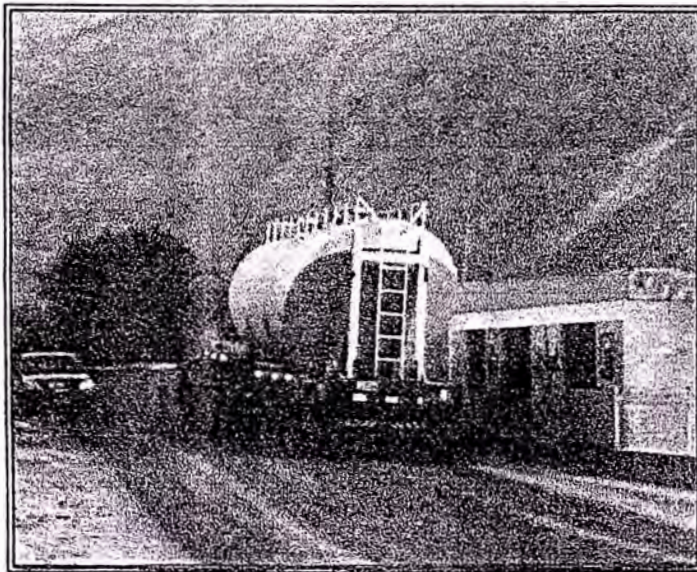
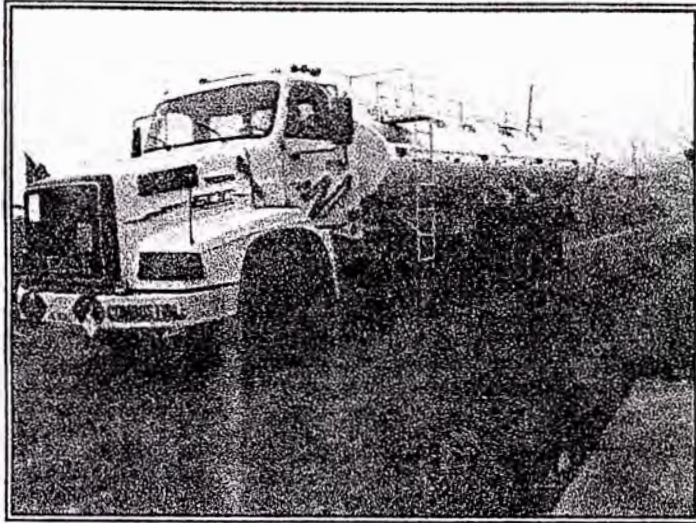
Fuente: Elaboración Propia

**VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR - IMD (Vehía)**

IMD	Sentido	Auto	Station Wagon	Camión pick up	Camión Rural	Micro	Omnib 2 Ejes	Omnib +2 Ejes	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Volquete 2E	Volquete 3E	Semitrayler			Cisternas y Mezcladoras				C 7 Ejes	TOTAL	%	
													2S3	3S1/3S2	3S3	2E	3E	4E	>=6E				
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	18	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**





CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

FECHADO: 01/08/11  
REVISADO: 11/08/11  
FECHA: 11/08/11  
FORMATO: 1/01

CANA: 65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100  
PROYECTO: 11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100

PROYECTO	DESCRIPCION	C-33	C-34	C-35	C-36	C-37	C-38	C-39	C-40	C-41	C-42	C-43	C-45	C-47	C-48
01	SC A-5(2)														
02	SC A-6(2)														
03	SC-33 A-1-b(0)														
04	SC-34 A-1-b(0)														
05	SC-35 A-1-b(0)														
06	SC-36 A-1-b(0)														
07	SC-37 A-1-b(0)														
08	SC-38 A-1-b(0)														
09	SC-39 A-1-b(0)														
10	SC-40 A-1-b(0)														
11	SC-41 A-1-b(0)														
12	SC-42 A-1-b(0)														
13	SC-43 A-1-b(0)														
14	SC-44 A-1-b(0)														
15	SC-45 A-1-b(0)														
16	SC-46 A-1-b(0)														
17	SC-47 A-1-b(0)														
18	SC-48 A-1-b(0)														
19	SC-49 A-1-b(0)														
20	SC-50 A-1-b(0)														
21	SC-51 A-1-b(0)														
22	SC-52 A-1-b(0)														
23	SC-53 A-1-b(0)														
24	SC-54 A-1-b(0)														
25	SC-55 A-1-b(0)														
26	SC-56 A-1-b(0)														
27	SC-57 A-1-b(0)														
28	SC-58 A-1-b(0)														
29	SC-59 A-1-b(0)														
30	SC-60 A-1-b(0)														
31	SC-61 A-1-b(0)														
32	SC-62 A-1-b(0)														
33	SC-63 A-1-b(0)														
34	SC-64 A-1-b(0)														
35	SC-65 A-1-b(0)														
36	SC-66 A-1-b(0)														
37	SC-67 A-1-b(0)														
38	SC-68 A-1-b(0)														
39	SC-69 A-1-b(0)														
40	SC-70 A-1-b(0)														
41	SC-71 A-1-b(0)														
42	SC-72 A-1-b(0)														
43	SC-73 A-1-b(0)														
44	SC-74 A-1-b(0)														
45	SC-75 A-1-b(0)														
46	SC-76 A-1-b(0)														
47	SC-77 A-1-b(0)														
48	SC-78 A-1-b(0)														
49	SC-79 A-1-b(0)														
50	SC-80 A-1-b(0)														
51	SC-81 A-1-b(0)														
52	SC-82 A-1-b(0)														
53	SC-83 A-1-b(0)														
54	SC-84 A-1-b(0)														
55	SC-85 A-1-b(0)														
56	SC-86 A-1-b(0)														
57	SC-87 A-1-b(0)														
58	SC-88 A-1-b(0)														
59	SC-89 A-1-b(0)														
60	SC-90 A-1-b(0)														
61	SC-91 A-1-b(0)														
62	SC-92 A-1-b(0)														
63	SC-93 A-1-b(0)														
64	SC-94 A-1-b(0)														
65	SC-95 A-1-b(0)														
66	SC-96 A-1-b(0)														
67	SC-97 A-1-b(0)														
68	SC-98 A-1-b(0)														
69	SC-99 A-1-b(0)														
70	SC-100 A-1-b(0)														

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
CON VIVIENDA  
CALLE 110 N. BOGOTA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
CON VIVIENDA  
CALLE 110 N. BOGOTA

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
CON VIVIENDA  
CALLE 110 N. BOGOTA

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 - LUNAHUAYLA - PACARAN - CHUPACA Y	CALICATA :	C-46
UBICACION :	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
:	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO :	E.M.H
:	101+600	FECHA DE EXCAVACION :	23/06/2008
CO :	DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	1.60
CAMO :		PROF. NIVEL FREATICO (m) :	

C A R T I D A	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	H.H.	M <sup>o</sup> DE MUESTRA	
				0.075	4.75	75					75
			<	mm	mm	%					%
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.2		12.9	2.1	3.1		
	Arena Ilmosa, 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	M-01	

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 CEAR - SERV. ESPECIAL. VIAL (CONSERVACION DE LA CARRETERA) PROYECTO  
 CHUPACA Y RENESE TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS  
 .....  
 ING. LUIS HORACIO POEAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:  
 EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+600 AL IZQ

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

CONSORCIO GESTION  
 DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

TO : CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - COMPAQAY  
 REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA OV. YAUYO - RONCHAS  
 UBICACION : MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA  
 KM : 102+600  
 : IZQUIERDO

CALICATA : C-48  
 REALIZADO : G.H.M  
 REVISADO : E.M.H  
 FECHA DE EXCAVACION : 23/05/2008  
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50  
 PROF. NIVEL FREATICO (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 cadaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS  AASHTO	GRANULOMETRIA				LL %	LP %	NL %	Nº DE MUESTRA
			<	0.075	0.425	>				
			mm	mm	mm	mm				
	CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC - GM A-1-a(0)	13.1	43.3	44.4		15.0	2.1	2.5	
	Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, mediarmente compresible, mediarmente compacto, consistencia dura 4% bolonera, material fino sin materia organica, tamaño maximo 3" 0 % de bloques suelo granular grueso	SC - SM A-1-a(0)	13.3	53.7	31.0	4.0	25.0	6.7	3.0	M-01
	MATERIAL CONGLOMERADO  GRAVA LIMOSA, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO  AGREGADO MAYOR A 2" AL 60%	GM								

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 PARA EL PROYECTO VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN  
 DEL TRAMO ZUÑIGA OV. YAUYO - RONCHAS  
 ING. LUIS HOYACIO ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

SERVACIONES:  
 DEBEMOS COMENTAR QUE DEBAJO DE LOS 0.40 MTS EL AGREGADO EXISTENTE TIENE EXCESO DE BOLONERIA  
 (MATERIAL CONGLOMERADO) EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+500 L.I.ZO

Página 1/1

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

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNASHUANA - PACARAN - OJUPACA Y	CALICATA :	C-7
	REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO :	G.H.M
SICA 5N :	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO :	E.M.H
I :	103+600	FECHA DE EXCAVACION :	21/06/2003
ADO :	DERECHO	PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	1.50
RAAN :		PROF. NIVEL FREATICO (m) :	

C 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 ondulaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boteos / cantos, etc.</small>	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	XX	M DE MUESTRA
			<	0.075	4.75	75				
			mm	mm	mm	mm				
	<b>CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO</b>	GC - GM								
		A-1a(C)	13.1	43.3	44.4	15.2	2.1	3.2		
	Arena limosa inorganica, sub angular, color marron claro, humedad media, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia media, 2% botoneria material fino con materia organica, 0% de bloques suelo granular suelto	SC - SM A-1-b(C)	17.9	51.2	31.0	2.0	24.0	4.9	3.5	M-01

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DEPARTAMENTO DE VIAL: ESPECIALIDAD: INGENIERIA CIVIL - OJUPACA Y  
 OJUPACA Y RONCHAS TRAMO LUNASHUANA - PACARAN - RONCHAS  
 .....  
 ING. LUIS ADRIAN ROZAS OCHOA  
 GERENTE VIAL

**REFERENCIAS:**

TIPO DE AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+600 L IZQ

M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LLAMALIANA - PACARAN - CHUPACA Y	CALICATA	: C-48
: REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	REALIZADO	: G.H.M
: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	: E.M.H
: 104+600	FECHA DE EXCAVACION	: 23/06/2008
: IZQUIERDO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	: 1.50
	PROF. NIVEL FREATICO (m)	: .

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 boleros / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				LL	LP	MK	N° DE MUESTRA
		<	mm	mm	>				
		0.075	4.75	75	75				
CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GC-GM A-1-b(0)	13.1	43.3	44.4		13.1	2.1	2E	
Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 4% bolonena, material fino sin materia organica, tamaño maximo 3" material granular grueso	SC - SM A-1-b(0)	17.3	51.7	31.0	4.0	24.0	5.0	3.7 M-01	

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS  
 DEL VALLE DEL CAJAMAHA - CANTON YAUYO - PLOZAN  
 ORGANIZACION PARA EL DESARROLLO RURAL  
 ING. LUIS TORO AGUIRRE  
 GERENTE VIAL

SI VACIONES:

MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM: 113+000 L 120

Página

1/1



N°	PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
1	PANAMERICANA SUR	DV. AREQUIPA-CV. MOQUEGUA	DESVI0 MOLLENDO-EL FISCAL	KM 982+000-KM 1040+000	58.0	AREQUIPA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-93
2	PANAMERICANA SUR	DESVI0 MOQUEGUA-TACNA	PTE MONTALVOC-PTE CAMIARA	KM 1140+000-KM 1213+000	73.0	MOQUEGUA-TACNA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-93
3	PANAMERICANA SUR	DESVI0 MOQUEGUA-TACNA	PTE CAMIARA-TACHA	KM 1213+000-KM 1291+000	78.0	TACNA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-93
4	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN	KM 1247+000-KM 323+500	76.5	JUNIN-PASCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
5	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 2+400-KM 33+300	36.9	PASCO-HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
6	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 39+300-KM 46+500	7.2	HUANUCO	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-93
7	CARRETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 146+500-KM 83+500	57.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-93
8	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	SULLANA-DESVI0 TALARÁ	KM 1016+700-KM 1092+300	74.5	PIURA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Oct-93
9	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	DESVI0 TALARÁ-CANGAS	KM 1093+300-KM 1196+000	102.7	PIURA-TUMBES	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-93
10	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANGAS-AGUAS VERDES	KM 1196+000-KM 1294+000	98.0	TUMBES	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-93
11	LA OROYA-TARMA	LA OROYA-TARMA	DESVI0 LAS VEGAS-TARMA	KM 20+000-KM 32+500	12.5	JUJIN	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-94
12	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CONOCOCHA-CATAC	CONOCOCHA-PTE. SAHUAY	KM 122+000 - KM 127+000	5.0	ANCASH	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Abr-94
13	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CONOCOCHA-CATAC	CONOCOCHA-PTE. SAHUAY	KM 127+000 - KM 135+400	8.4	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Abr-94
14	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CONOCOCHA-CATAC	CONOCOCHA-PTE. SAHUAY	KM 135+400 - KM 143+200	7.8	ANCASH	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Abr-94
15	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CONOCOCHA-CATAC	PUENTE SAHUAY-CATAC	KM 143+200 - KM 165+400	22.2	ANCASH	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Abr-94
16	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CONOCOCHA-CATAC	PUENTE SAHUAY-CATAC	KM 143+200 - KM 165+400	22.2	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Abr-94
17	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PTE. SANTA - PACASHAYO	KM 445+087-KM 668+655	223.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Sep-94
18	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	AREQUIPA-JULIACA	YURA-PATAHUASI	KM 0+000 - KM 11+000	11.0	AREQUIPA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-94
19	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	AREQUIPA-JULIACA	YURA-PATAHUASI	KM 11+000 - KM 52+000	41.0	AREQUIPA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Nov-94
20	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PANAMERICANA SUR	KM 0+000-KM 7+200	7.2	MOQUEGUA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jan-95
21	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PANAMERICANA SUR	KM 7+200-KM 12+500	5.3	MOQUEGUA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Jun-95
22	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	ILO-PANAMERICANA SUR	KM 12+500-KM 42+700	30.2	MOQUEGUA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-95
23	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	VARIANTE CEMENTERO	KM 90+800-KM 99+700	8.9	MOQUEGUA	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Jun-95
24	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	ILO-DESAGUADERO	SALGUA-TORATA	KM 99+700-KM 120+000	20.3	MOQUEGUA	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Jan-95
25	NAZCA-ABANICAY-CUZCO	PUQUICHAHUANCA	PUQUIC-DESVI0 PALMYPACHIRI	KM 0+000-KM 90+000	90.0	AYACUCHO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Feb-95
26	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 568+700-KM 573+670	5.2	LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-95
27	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 573+300-KM 591+000	17.2	LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Feb-95
28	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 591+000-KM 668+664	77.1	LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Feb-95
29	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	VIA EVITAMIENTO TRUJILLO	KM 0+000-KM 6+200	6.2	LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-95
30	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	VIA EVITAMIENTO TRUJILLO	KM 6+200-KM 23+600	17.4	LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Feb-95
31	LIMA-CANTA	LIMA-APAN	KM 21+000-KM 71+000	KM 21+000-KM 71+000	50.0	LIMA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-95
32	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LA MBAYEQUE-OLMOS	KM 0+800-KM 6+000	7.2	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Jun-95
33	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LA MBAYEQUE-OLMOS	KM 6+000-KM 63+000	60.0	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-95
34	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LA MBAYEQUE-OLMOS	KM 66+000-KM 81+000	13.0	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Jun-95
35	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LA MBAYEQUE-OLMOS	KM 81+000-KM 26+000	5.0	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-95
36	PANAMERICANA NORTE	RUTA DE OLMOS	LA MBAYEQUE-OLMOS	KM 86+000-KM 31+800	5.8	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-95
37	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANGAS-AGUAS VERDES	KM 1196+000-KM 1224+000	28.0	TUMBES	CARPETA SELLO ASFALTICO	Aug-95
38	PANAMERICANA NORTE	SULLANA-AGUAS VERDES	CANGAS-AGUAS VERDES	KM 1224+000-KM 1294+000	70.0	TUMBES	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Aug-95
39	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 574+000-KM 597+000	23.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
40	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 597+000-KM 605+000	8.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
41	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 605+000-KM 611+000	6.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
42	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 611+000-KM 617+000	6.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
43	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 617+000-KM 643+000	26.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
44	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 643+000-KM 658+000	15.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
45	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 658+000-KM 661+000	3.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
46	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 661+000-KM 665+000	4.0	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-95
47	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	TRUJILLO-PACASHAYO	KM 665+000-KM 668+000	3.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Aug-95
48	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CATAC-ANTA	CATAC-HUARAZ	KM 0+000 - KM 35+000	35.0	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-95
49	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	CATAC-ANTA	HUARAZ-ANTA	KM 0+000-KM 20+500	20.5	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Sep-95
50	PANAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 0+000-KM 6+500	6.5	LAMBAYEQUE	CARPETA SELLO ASFALTICO	Oct-95
51	PANAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-PIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 6+500-KM 85+000	78.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Oct-95
52	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 445+087-KM 447+250	2.2	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95
53	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 447+250-KM 461+000	13.9	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
54	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 461+000-KM 474+000	13.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
55	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 474+000-KM 476+300	4.3	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95
56	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 476+300-KM 486+400	10.1	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
57	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 486+400-KM 506+700	20.3	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95
58	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 506+700-KM 544+700	36.0	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
59	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 544+700-KM 552+400	7.7	LA LIBERTAD	RECAPADO ASFALTICO	Dec-95
60	PANAMERICANA NORTE	PUENTE SANTA-PACASHAYO	PUENTE SANTA-TRUJILLO	KM 552+400-KM 553+000	6.1	LA LIBERTAD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-95

Cuadro N° 1  
Relación de Proyectos de Rugosidad evaluada con MERLIN

EVALUACION DE LA RUGOSIDAD DE LA CARRETERA CAMETE-YAUVOY-CHUPACA CON EQUIPO MERLIN  
TRAMO KM. 89+000 - KM. 94+000  
Juan Carlos Gómez Vega

Nº	PROYECTO	SECTOR	TRAMO	SUBTRAMO	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PAVIMENTO	FECHA
61	PAHAMERICANA NORTE	AUTOPISTA ANCON-HUACHO	RIO GECO-HUACHO	KM 110-KM 149 (VIA IZQUIJ)	39.0	LIMA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jan-96
62	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-OLMOS	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 0+000-KM 6+500	6.5	LAMBAYEQUE	CARPETA SELLO ASFALTICO	Apr-96
63	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-FIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 6+500-KM 86+000	79.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Apr-96
64	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-FIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS	KM 86+000-KM 91+000	5.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
65	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 0+000-KM 5+000	5.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
66	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 5+000-KM 7+000	2.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
67	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 7+000-KM 10+000	3.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
68	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 10+000-KM 43+000	30.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
69	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 40+000-KM 72+000	32.0	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
70	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 72+000-KM 85+500	14.5	PASCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Mar-96
71	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 40+000-KM 85+500	46.5	HUANUCO	RECAPADO ASFALTICO	Jun-96
72	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 40+700-KM 52+000	11.3	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
73	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 52+000-KM 54+600	2.6	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
74	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 54+600-KM 80+000	5.4	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
75	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 60+000-KM 89+000	9.8	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
76	CAJARETERA CENTRAL	HUAYRE-HUANUCO	CHICRIN-HUANUCO	KM 69+800-KM 83+200	13.4	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
77	TRONCAL CA1	SAN RAFAEL - SAN VICENTE	SAN RAFAEL - SAN VICENTE	KM 40+000-KM 53+000	10.0	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
78	CA2 (DEL LITORAL)	LA LIBERTAD-COMALAPA	LA LIBERTAD-COMALAPA	KM 40+000-KM 87+000	20.0	EL SALVADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-96
79	CA2 (DEL LITORAL)	LA LIBERTAD-KILO	LA LIBERTAD-KILO	KM 0+000-KM 20+000	20.0	EL SALVADOR	BASE GRANULAR	Jul-96
80	AUTOPISTA SUR	TORRE DEMOCR.-MONSERRAT	TORRE DEMOCR.-MONSERRAT	CALLE URBANA		EL SALVADOR	TRATAMIENTO MICROPAV.	Jul-96
81	PAHAMERICANA NORTE	DV. ANCON-CHANCAY	SERPENTIN DE PASAMAYO	KM 4+000-KM 85+000	22.0	LIMA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Sep-96
82	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	COHOCCHA-CATAC	COHOCCHA-PJENTE SAHUAY	KM 127+100-KM 125+410	8.5	ANCASH	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Oct-96
83	PAHAMERICANA NORTE	DV. ANCON-CHANCAY	SERPENTIN DE PASAMAYO	KM 143+000-KM 166+000	23.0	LIMA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
84	PAHAMERICANA NORTE	LITE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 713+285-KM 784+383	KM 713+285-KM 766+624	53.3	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
85	PAHAMERICANA NORTE	LITE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 766+624-KM 769+264 (S-N)	KM 766+624-KM 769+264	2.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
86	PAHAMERICANA NORTE	LITE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 766+624-KM 769+264 (N-S)	KM 766+624-KM 769+264	2.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
87	PAHAMERICANA NORTE	LITE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 772+000-KM 782+119 (S-N)	KM 772+000-KM 782+119	10.1	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
88	PAHAMERICANA NORTE	LITE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 772+000-KM 782+119 (N-S)	KM 772+000-KM 782+119	10.1	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
89	PAHAMERICANA NORTE	LITE REG.-EMPALME RUTA 1N	KM 782+119-KM 784+383	KM 782+119-KM 784+383	2.3	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Nov-96
90	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-CARACOL	KM 409+000 - KM 468+000	KM 442+000 - KM 468+000	26.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-96
91	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-CARACOL	KM 432+000 - KM 440+000	KM 432+000 - KM 440+000	8.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Nov-96
92	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	CUZCO-JULIACA	CUZCO-COMBAPATA	KM 0+000 - KM 95+000	96.0	CUZCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	May-97
93	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	CUZCO-JULIACA	CUZCO-COMBAPATA	KM 0+000 - KM 95+000		CUZCO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Jun-97
94	AREQUIPA-JULIACA	AREQUIPA-PATAHUASI (CD)	AREQUIPA-YURA	KM 0+000 - KM 13+000	18.0	AREQUIPA	TRATAMIENTO SUPERF. BICAPA	Jun-97
95	AREQUIPA-JULIACA	AREQUIPA-PATAHUASI (CI)	AREQUIPA-YURA	KM 0+000 - KM 13+000		AREQUIPA	TRATAMIENTO SUP. BICAPA	Jun-97
96	CAJARETERA CENTRAL	LA ORDYA-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN (CD)	KM 0+000 - KM 12+000	72.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-97
97	CAJARETERA CENTRAL	LA ORDYA-HUANUCO	HUAYRE-CHICRIN (CI)	KM 0+000 - KM 12+000		HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-97
98	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-AYACUCHO	AYACUCHO-HUANTA	AYACUCHO-HUANTA	400.0	AYACUCHO	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	Oct-97
99	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-AYACUCHO	HUANTA-MAYOCC	HUANTA-MAYOCC		AYACUCHO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Oct-97
100	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-AYACUCHO	IMPERIAL-MAYOCC	PAMPAS-IMPERIAL		HUANUCO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Oct-97
101	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-AYACUCHO	IMPERIAL-MAYOCC	PAMPAS-MAYOCC		AYACUCHO	BASE GRANULAR O AFIRMADO	Oct-97
102	PISCO-AYACUCHO	SAN CLEMENTE-PUEHTE PACRA	SAN CLEMENTE-PUEHTE PACRA	KM 0+000 - KM 60+000	80.0	ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-97
103	PISCO-AYACUCHO	SAN CLEMENTE-PUEHTE PACRA	SAN CLEMENTE-PUEHTE PACRA	KM 0+000 - KM 60+000		ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-97
104	RIO SECO-DESAGUADERO	RIO SECO-GUAGUI	RIO SECO-GUAGUI	KM 0+612-KM 72+750	72.1	LA PAZ-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-98
105	RIO SECO-DESAGUADERO	RIO SECO-GUAGUI	RIO SECO-GUAGUI	KM 0+612-KM 72+750		LA PAZ-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Feb-98
106	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-OLMOS (2º AÑO)	LAMBAYEQUE-OLMOS (2º AÑO)	KM 0+000-KM 6+500	6.5	LAMBAYEQUE	CARPETA SELLO ASFALTICO	Dec-97
107	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-FIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS (2º AÑO)	KM 6+500-KM 86+000	79.5	LAMBAYEQUE	RECAPADO ASFALTICO	Dec-97
108	PAHAMERICANA NORTE	LAMBAYEQUE-FIURA	LAMBAYEQUE-OLMOS (2º AÑO)	KM 86+000-KM 91+000	5.6	LAMBAYEQUE	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Dec-97
109	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR	KM 409+000 - KM 468+000 (C.D.)	KM 409+000 - KM 468+000	59.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
110	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR	KM 409+000 - KM 468+000 (C.I.)	KM 409+000 - KM 468+000		HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
111	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	KM 468+000 - KM 528+000 (C.D.)	KM 468+000 - KM 528+000	60.0	HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
112	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	KM 468+000 - KM 528+000 (C.I.)	KM 468+000 - KM 528+000		HUANUCO	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jun-98
113	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	VIA NORTE	KM 1+200 - KM 14+600	KM 1+200 - KM 14+600	13.4	COCHABAMBA-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-98
114	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	VIA SUR	KM 1+200 - KM 14+600	KM 1+200 - KM 14+600		COCHABAMBA-BOLIVIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Jul-98
115	RIO NIEVA-RIOJA	PTE. NIEVA-PTE. EL AFLUENTE	PTE. NIEVA-PTE. EL AFLUENTE	KM 381+400 - KM 402+700	21.3	SAN MARTIN	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Aug-98
116	PISCO-AYACUCHO	PTE. PACRA-PTE. CHOCLOCOCHA	KM 60+200 - KM 168+300	KM 60+200 - KM 168+300	88.5	ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Sep-98
117	PISCO-AYACUCHO	PTE. PACRA-PTE. CHOCLOCOCHA	KM 60+200 - KM 168+300	KM 60+200 - KM 168+300		ICA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	Sep-98

Cuadro N° 1 (Continuación)  
Relación de Proyectos de Rugosidad evaluada con MERLIN

EVALUACION DE LA RUGOSIDAD DE LA CARRETERA CAMETE-YAUJOS-CHUPACA CON EQUIPO MERLIN  
TRAMO KM 89+000 - KM 94+000  
Juan Carlos Gómez Vega

N°	PROYECTO	SUBTRAMO	PAVIMENTO	Rpromedio	DESVIACION	COEFICIENTE	Rcaracterístico	SERVICIABILIDAD
				(IRI)	STANDARD	VARIACION	(IRI)	(PSI)
1	PANAMERICANA SUR	KM 582+000-KM 1040+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.11	0.99	16.20	7.74	1.22
2	PANAMERICANA SUR	KM 1140+000-KM 1213+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.48	1.44	22.22	8.85	1.00
3	PANAMERICANA SUR	KM 1213+000-KM 1291+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.35	1.69	29.76	9.46	0.90
4	CARRETERA CENTRAL	KM 247+000-KM 323+500	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.89	1.50	30.67	7.36	1.31
5	CARRETERA CENTRAL	KM 2+400-KM 39+300	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.87	1.23	31.78	5.89	1.71
6	CARRETERA CENTRAL	KM 39+300-KM 45+500	TRATAMIENTO BICAPA	5.13	0.91	17.74	6.63	1.50
7	CARRETERA CENTRAL	KM 46+500-KM 83+500	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.35	0.55	23.40	3.25	2.77
6	PANAMERICANA NORTE	KM 1016+700-KM 1093+300	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	5.01	1.75	34.93	7.69	1.19
9	PANAMERICANA NORTE	KM 1093+300-KM 1196+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.07	0.36	17.29	2.56	3.08
10	PANAMERICANA NORTE	KM 1196+000-KM 1294+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.41	0.37	15.35	3.02	2.89
11	LA OROYA-TARMA-SATIPO	KM 20+000-KM 32+500	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.44	0.33	13.52	2.98	2.91
12	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 122+000 - KM 127+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	7.31	1.00	13.68	8.96	0.98
13	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 127+000 - KM 135+400	TRATAMIENTO BICAPA	3.80	0.29	7.63	4.28	2.30
14	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 135+400 - KM 143+200	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	7.59	1.35	17.79	9.81	0.84
15	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 143+200 - KM 165+400	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.39	1.33	20.81	8.58	1.05
16	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 143+200 - KM 165+400	TRATAMIENTO BICAPA	4.40	0.72	16.36	5.58	1.81
17	PANAMERICANA NORTE	KM 445+087-KM 668+055	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.61	0.71	15.40	5.78	1.75
18	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	KM 0+000 - KM 11+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.07	0.73	17.94	5.27	1.92
19	AREQUIPA-JULIACA-PUNO	KM 11+000 - KM 52+000	BASE GRANULAR O AFIRMADO	10.83	1.51	13.94	13.31	0.44
20	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 0+000-KM 7+200	CARPETA ASFALTICA NUEVA	3.16	0.15	4.75	3.41	2.69
21	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 7+200-KM 12+500	BASE GRANULAR O AFIRMADO	5.33	0.74	13.88	6.55	1.52
22	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 12+500-KM 42+700	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.01	0.94	23.44	5.56	1.82
23	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 90+800-KM 99+700	BASE GRANULAR O AFIRMADO	10.98	2.59	23.59	15.24	0.31
24	ILO-DESAGUADERO-LA PAZ	KM 99+700-KM 120+000	TRATAMIENTO BICAPA	5.41	1.64	30.31	8.11	1.14
25	NAZCA-ABANCAY-CUZCO	KM 0+000-KM 90+000	BASE GRANULAR O AFIRMADO	12.19	0.15	1.23	12.44	0.52
26	PANAMERICANA NORTE	KM 568+700-KM 573+070	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.19	0.14	11.76	1.42	3.96
27	PANAMERICANA NORTE	KM 573+800-KM 591+000	RECAPADO ASFALTICO	1.56	0.20	12.82	1.89	3.55
28	PANAMERICANA NORTE	KM 591+000-KM 668+054	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.22	1.51	35.78	6.70	1.48
29	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+200	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.33	0.16	12.03	1.59	3.74
30	PANAMERICANA NORTE	KM 6+200-KM 23+600	RECAPADO ASFALTICO	1.26	0.18	14.29	1.56	3.77
31	LIMA-CANTA	KM 21+000-KM 71+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	5.61	0.95	16.93	7.17	1.36
32	PANAMERICANA NORTE	KM 0+800-KM 8+000	RECAPADO ASFALTICO	2.90	0.44	15.17	3.62	2.59
33	PANAMERICANA NORTE	KM 8+000-KM 68+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	4.87	1.14	23.41	6.75	1.47
34	PANAMERICANA NORTE	KM 68+000-KM 61+000	RECAPADO ASFALTICO	1.81	0.30	16.57	2.30	3.29
35	PANAMERICANA NORTE	KM 61+000-KM 86+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.56	0.83	12.65	7.93	1.18
36	PANAMERICANA NORTE	KM 86+000-KM 91+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.47	0.15	10.20	1.72	3.66
37	PANAMERICANA NORTE	KM 1196+000-KM 1224+000	CARPETA CON SELLO ASFALT.	1.84	0.35	19.02	2.42	3.22
38	PANAMERICANA NORTE	KM 1224+000-KM 1294+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	1.30	0.20	15.38	1.63	3.72
39	PANAMERICANA NORTE	KM 574+000-KM 597+000	RECAPADO ASFALTICO	1.40	0.18	12.66	1.70	3.67
40	PANAMERICANA NORTE	KM 597+000-KM 605+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.41	0.25	17.73	1.82	3.59
41	PANAMERICANA NORTE	KM 605+000-KM 611+000	RECAPADO ASFALTICO	1.84	0.30	18.29	2.13	3.39
42	PANAMERICANA NORTE	KM 611+000-KM 617+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.36	0.25	16.36	1.77	3.62
43	PANAMERICANA NORTE	KM 617+000-KM 643+000	RECAPADO ASFALTICO	1.39	0.19	13.67	1.70	3.67
44	PANAMERICANA NORTE	KM 643+000-KM 658+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.18	0.16	13.56	1.44	3.65
45	PANAMERICANA NORTE	KM 658+000-KM 661+000	RECAPADO ASFALTICO	1.49	0.33	22.15	2.03	3.46
46	PANAMERICANA NORTE	KM 661+000-KM 665+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.25	0.06	4.80	1.35	3.91
47	PANAMERICANA NORTE	KM 665+000-KM 668+000	RECAPADO ASFALTICO	1.43	0.29	20.28	1.91	3.53
48	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 0+000 - KM 35+000	TRATAMIENTO BICAPA	3.80	0.82	21.58	5.15	1.96
49	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 0+000-KM 20+500	TRATAMIENTO BICAPA	3.99	1.16	29.07	5.90	1.71
50	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+500	CARPETA CON SELLO ASFALT.	2.91	0.60	20.62	3.90	2.46
51	PANAMERICANA NORTE	KM 6+500-KM 85+000	RECAPADO ASFALTICO	2.14	0.38	17.76	2.77	3.02
52	PANAMERICANA NORTE	KM 445+067-KM 447+250	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.49	0.28	18.79	1.95	3.51
53	PANAMERICANA NORTE	KM 447+250-KM 461+000	RECAPADO ASFALTICO	1.21	0.14	11.57	1.44	3.85
54	PANAMERICANA NORTE	KM 461+000-KM 474+000	RECAPADO ASFALTICO	1.62	0.23	17.28	2.03	3.43
55	PANAMERICANA NORTE	KM 474+000-KM 478+300	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.35	0.17	12.59	1.63	3.72
56	PANAMERICANA NORTE	KM 478+300-KM 488+400	RECAPADO ASFALTICO	1.19	0.14	11.76	1.42	3.86
57	PANAMERICANA NORTE	KM 488+400-KM 508+700	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.31	0.19	14.50	1.62	3.72
58	PANAMERICANA NORTE	KM 508+700-KM 544+700	RECAPADO ASFALTICO	1.43	0.33	23.08	1.97	3.49
59	PANAMERICANA NORTE	KM 544+700-KM 552+400	RECAPADO ASFALTICO	1.64	0.53	26.60	2.71	3.05
60	PANAMERICANA NORTE	KM 552+400-KM 558+500	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.29	0.19	14.73	1.60	3.74

Cuadro N° 2  
Resultados de Rugosidad y Serviciabilidad

Fuente: Pablo del Águila R.

Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países

N°	PROYECTO	SUBTRAMO	PAVIMENTO	Rpromedio (IRI)	DESVIACION STANDARD	COEFICIENTE VARIACION	Rcaracteristico (IRI)	SERVICIABILIDAD (PSI)
61	PANAMERICANA NORTE	KM 110-KM 140 (VIA IZQU.)	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.49	0.27	18.12	1.93	3.52
62	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 5+500	CARPETA CON SELLO ASFALT.	2.64	0.28	10.61	3.10	2.85
63	PANAMERICANA NORTE	KM 6+500-KM 86+000	RECAPADO ASFALTICO	1.77	0.36	20.34	2.36	3.25
64	PANAMERICANA NORTE	KM 86+000-KM 91+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.45	0.32	22.07	1.98	3.49
65	CARRETERA CENTRAL	KM 0+000-KM 5+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.28	0.26	11.50	2.69	3.07
66	CARRETERA CENTRAL	KM 5+000-KM 7+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.59	0.15	5.79	2.84	2.99
67	CARRETERA CENTRAL	KM 7+000-KM 10+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.30	0.25	10.87	2.71	3.05
68	CARRETERA CENTRAL	KM 10+000-KM 40+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.35	0.30	12.77	2.84	2.98
69	CARRETERA CENTRAL	KM 40+000-KM 72+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.26	0.36	15.93	2.85	2.98
70	CARRETERA CENTRAL	KM 72+000-KM 86+500	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.87	0.25	13.37	2.28	3.30
71	CARRETERA CENTRAL	KM 40+000-KM 86+500	RECAPADO ASFALTICO	2.13	0.37	17.37	2.74	3.04
72	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 40+700-KM 52+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.58	0.24	15.19	1.97	3.49
73	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 52+000-KM 54+600	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.60	0.12	7.50	1.80	3.61
74	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 54+600-KM 60+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.60	0.16	10.00	1.86	3.56
75	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 60+000-KM 69+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.52	0.20	13.16	1.85	3.57
76	CA1-SENSUNTEPEQUE	KM 69+800-KM 83+200	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.85	0.23	12.43	2.23	3.33
77	TRONCAL CA1	KM 40+000-KM 50+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.68	0.39	14.55	3.32	2.73
78	CA2 (DEL LITORAL)	KM 40+000-KM 60+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.32	0.24	10.34	2.71	3.05
79	CA2 (DEL LITORAL)	KM 0+000-KM 20+000	BASE GRANULAR	3.91	0.19	4.88	4.22	2.32
80	AUTOPISTA SUR	CALLE URBANA	TRATAMIENTO MICROPAVIM.	3.60	0.20	5.56	3.93	2.45
81	PANAMERICANA NORTE	KM 44+000-KM 66+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.90	0.34	17.89	2.46	3.20
82	PATIVILCA-HUARAZ-CARAZ	KM 127+100-KM 135+410	TRATAMIENTO BICAPA	3.16	0.55	17.41	4.06	2.39
83	PANAMERICANA NORTE	KM 143+000-KM 166+000	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.85	0.27	14.59	2.29	3.29
84	PANAMERICANA NORTE	KM 713+285-KM 766+624	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.98	0.45	22.73	2.72	3.05
85	PANAMERICANA NORTE	KM 766+624-KM 769+264	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.13	0.21	9.66	2.48	3.19
86	PANAMERICANA NORTE	KM 766+624-KM 769+264	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.64	0.49	18.56	3.45	2.67
87	PANAMERICANA NORTE	KM 772+000-KM 782+119	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.37	0.73	30.80	3.57	2.61
88	PANAMERICANA NORTE	KM 772+000-KM 782+119	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.28	0.53	25.44	3.23	2.78
89	PANAMERICANA NORTE	KM 782+119-KM 784+383	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.24	0.23	10.27	2.62	3.18
90	HUANUCO-TINGO MARIA	KM 442+000 - KM 466+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.46	1.21	34.97	5.45	1.86
91	HUANUCO-TINGO MARIA	KM 432+000 - KM 440+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	2.55	0.43	16.86	3.26	2.77
92	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	KM 0+000 - KM 96+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.41	1.20	35.19	5.38	1.88
93	CUZCO-JULIACA-DESAGUADERO	KM 0+000 - KM 96+000	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	3.66	1.39	37.98	5.95	1.70
94	AREQUIPA-JULIACA	KM 0+000 - KM 19+000 CD	TRATAMIENTO BICAPA	3.12	0.55	17.63	4.02	2.41
95	AREQUIPA-JULIACA	KM 0+000 - KM 19+000 CI	TRATAMIENTO BICAPA	3.29	0.76	23.71	4.57	2.16
96	CARRETERA CENTRAL	LA OROYA-HUANUCO C.D.	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.23	0.24	19.51	1.62	3.72
97	CARRETERA CENTRAL	LA OROYA-HUANUCO C.I.	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.24	0.28	22.58	1.70	3.67
98	HUANCAYO-AYACUCHO	AYACUCHO-HUANTA	CARPETA ASFALTICA ANTIGUA	6.65	0.10	1.50	6.81	1.45
99	HUANCAYO-AYACUCHO	HUANTA-MAYOCC	BASE GRANULAR O AFIRMADO	6.85	0.05	0.75	6.73	1.47
100	HUANCAYO-AYACUCHO	PAMPAS-IMPERIAL	BASE GRANULAR O AFIRMADO	7.75	0.10	1.29	7.91	1.19
101	HUANCAYO-AYACUCHO	PAMPAS-MAYOCC	BASE GRANULAR O AFIRMADO	11.00	0.10	0.91	11.16	0.86
102	PISCO-AYACUCHO	KM 0+000 - KM 80+000 CD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.66	0.33	19.88	2.20	3.35
103	PISCO-AYACUCHO	KM 0+000 - KM 80+000 CI	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.38	0.33	23.91	1.92	3.52
104	RIO SECO-DESAGUADERO	KM 0+612-KM 72+750 CD	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.33	0.42	31.58	2.02	3.46
105	RIO SECO-DESAGUADERO	KM 0+612-KM 72+750 CI	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.36	0.39	28.68	2.00	3.47
106	PANAMERICANA NORTE	KM 0+000-KM 6+500	CARPETA CON SELLO ASFALT.	2.93	0.31	10.58	3.44	2.68
107	PANAMERICANA NORTE	KM 6+500-KM 86+000	RECAPADO ASFALTICO	1.87	0.38	20.32	2.50	3.18
108	PANAMERICANA NORTE	KM 86+000-KM 91+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.36	0.25	18.38	1.77	3.62
109	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR (CD)	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.33	0.24	18.05	1.72	3.65
110	HUANUCO-TINGO MARIA	HUANUCO-MIRADOR	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.21	0.29	23.97	1.69	3.63
111	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.70	0.59	34.71	2.67	3.08
112	HUANUCO-TINGO MARIA	MIRADOR-TINGO MARIA	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.68	0.47	27.96	2.45	3.20
113	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	KM 1+200 - KM 14+600 VN	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.91	0.64	33.51	2.96	2.92
114	COCHABAMBA-QUILLACOLLO	KM 1+200 - KM 14+600 VS	CARPETA ASFALTICA NUEVA	2.05	0.58	28.29	3.00	2.90
115	RIO NIEVA-RIOJA	KM 381+400 - KM 402+700	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.59	0.19	11.95	1.90	3.54
116	PISCO-AYACUCHO	KM 80+200 - KM 168+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.38	0.25	18.12	1.79	3.61
117	PISCO-AYACUCHO	KM 80+200 - KM 168+800	CARPETA ASFALTICA NUEVA	1.42	0.29	20.42	1.90	3.54

Cuadro N° 2 (Continuación)  
Resultados de Rugosidad y Serviciabilidad

Fuente: Pablo del Águila R.

Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países

**UNI**

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
 NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNI - FIC



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

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

**PROMEDIO ARITMETICO**

**3.36**

Rango IRI	Longitud (Km)	%
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**

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
 NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNI - FIC



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**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			
1 - 31	79+500	- 79+900	A 1.00m del borde	4.64	29/06/2009
1 - 32	79+900	- 80+300	A 1.00m del borde	3.51	29/06/2009
1 - 33	80+300	- 80+700	A 1.00m del borde	3.49	29/06/2009
1 - 34	80+700	- 81+100	A 1.00m del borde	3.74	29/06/2009
1 - 35	81+900	- 82+300	A 1.00m del borde	6.32	29/06/2009
1 - 36	82+300	- 82+700	A 1.00m del borde	3.50	29/06/2009
1 - 37	83+000	- 83+400	A 1.00m del borde	5.89	29/06/2009
1 - 38	84+000	- 84+400	A 1.00m del borde	5.05	29/06/2009
1 - 39	84+400	- 84+800	A 1.00m del borde	4.01	29/06/2009
1 - 40	84+800	- 85+200	A 1.00m del borde	4.02	29/06/2009
1 - 41	85+200	- 85+600	A 1.00m del borde	4.55	29/06/2009
1 - 42	86+130	- 86+530	A 1.00m del borde	3.85	03/07/2009
1 - 43	87+400	- 87+800	A 1.00m del borde	4.02	03/07/2009
1 - 44	88+500	- 88+900	A 1.00m del borde	3.61	04/07/2009
1 - 45	89+000	- 89+400	A 1.00m del borde	4.56	04/07/2009
1 - 46	90+500	- 90+900	A 1.00m del borde	4.51	04/07/2009
1 - 47	91+200	- 91+600	A 1.00m del borde	4.32	04/07/2009
1 - 48	92+400	- 92+800	A 1.00m del borde	2.91	10/07/2009
1 - 49	93+200	- 93+600	A 1.00m del borde	3.34	10/07/2009
1 - 50	94+300	- 94+700	A 1.00m del borde	2.99	10/07/2009
1 - 51	95+600	- 96+000	A 1.00m del borde	4.55	10/07/2009
1 - 52	96+400	- 96+800	A 1.00m del borde	5.01	10/07/2009
1 - 53	97+200	- 97+600	A 1.00m del borde	4.30	10/07/2009
1 - 54	98+000	- 98+400	A 1.00m del borde	5.05	10/07/2009
1 - 55	99+100	- 99+500	A 1.00m del borde	4.51	10/07/2009
1 - 56	100+000	- 100+400	A 1.00m del borde	5.09	30/06/2009
1 - 57	100+400	- 100+800	A 1.00m del borde	4.52	30/06/2009
1 - 58	100+800	- 101+200	A 1.00m del borde	5.42	30/06/2009
1 - 59	101+200	- 101+600	A 1.00m del borde	4.64	30/06/2009
1 - 60	102+400	- 102+800	A 1.00m del borde	5.40	30/06/2009
1 - 61	103+000	- 103+400	A 1.00m del borde	4.02	06/07/2009
1 - 62	104+000	- 104+400	A 1.00m del borde	4.28	06/07/2009
1 - 63	105+000	- 105+400	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
1 - 64	106+000	- 106+400	A 1.00m del borde	4.15	06/07/2009
1 - 65	107+200	- 107+600	A 1.00m del borde	4.30	06/07/2009
1 - 66	107+700	- 108+100	A 1.00m del borde	3.81	06/07/2009
1 - 67	108+200	- 108+600	A 1.00m del borde	3.97	07/07/2009
1 - 68	109+600	- 110+000	A 1.00m del borde	4.37	07/07/2009
1 - 69	110+400	- 110+800	A 1.00m del borde	3.68	07/07/2009
1 - 70	111+400	- 111+800	A 1.00m del borde	3.99	07/07/2009
1 - 71	112+100	- 112+500	A 1.00m del borde	4.71	07/07/2009
1 - 72	113+300	- 113+700	A 1.00m del borde	4.52	07/07/2009

**UNI**

CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL  
 PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
 NACIONAL - PROVIAS NACIONAL Y LA UNI - FIC



MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones

**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 DE	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG	PROG FINAL			
1 - 73	114+900	- 115+300	A 1.00m del borde	4.73	07/07/2009
1 - 74	115+300	- 115+700	A 1.00m del borde	4.86	07/07/2009
1 - 75	116+600	- 117+000	A 1.00m del borde	4.30	08/07/2009
1 - 76	117+600	- 118+000	A 1.00m del borde	3.82	08/07/2009
1 - 77	118+600	- 119+000	A 1.00m del borde	4.71	08/07/2009
1 - 78	119+500	- 119+900	A 1.00m del borde	5.10	08/07/2009
1 - 79	120+300	- 120+700	A 1.00m del borde	4.52	08/07/2009
1 - 80	121+800	- 122+200	A 1.00m del borde	3.67	08/07/2009
1 - 81	123+300	- 123+700	A 1.00m del borde	5.24	08/07/2009
1 - 82	124+100	- 124+500	A 1.00m del borde	4.82	08/07/2009
1 - 83	125+500	- 125+900	A 1.00m del borde	4.04	08/07/2009
1 - 84	126+400	- 126+800	A 1.00m del borde	4.59	08/07/2009
1 - 85	127+400	- 127+800	A 1.00m del borde	3.48	09/07/2009
1 - 86	127+800	- 128+200	A 1.00m del borde	3.66	09/07/2009
1 - 87	129+300	- 129+700	A 1.00m del borde	3.80	09/07/2009
1 - 88	130+100	- 130+500	A 1.00m del borde	4.48	09/07/2009
1 - 89	131+600	- 132+000	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
1 - 90	132+400	- 132+800	A 1.00m del borde	4.32	09/07/2009
1 - 91	133+500	- 133+900	A 1.00m del borde	4.29	09/07/2009
1 - 92	134+500	- 134+900	A 1.00m del borde	4.49	09/07/2009
1 - 93	135+500	- 135+900	A 1.00m del borde	3.93	09/07/2009
1 - 94	136+590	- 136+990	A 1.00m del borde	5.03	09/07/2009
1 - 95	137+300	- 137+700	A 1.00m del borde	4.73	09/07/2009
1 - 96	138+535	- 138+935	A 1.00m del borde	4.46	09/07/2009

**PROMEDIO ARITMETICO**

**4.35**

Rango IRI	Longitud (Km)	%
0 - 2.000	0.00	0.00
2.001 - 4.000	7.60	0.29
4.001 - 5.000	14.40	0.55
>= 5.001	4.40	0.17
<b>Total</b>	<b>26.40</b>	<b>1.00</b>

# ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : \_\_\_\_\_  
 SECTOR : \_\_\_\_\_  
 TRAMO : \_\_\_\_\_  
 CARRIL : \_\_\_\_\_

OPERADOR : \_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR : \_\_\_\_\_  
 FECHA : \_\_\_\_\_

ENSAYO N°  KM  +  HORA  :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											TIPO DE PAVIMENTO :
2											
3											AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4											
5											BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6											
7											BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8											
9											TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>
10											
11											CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12											
13											CARP. EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
14											
15											RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16											
17											SELLO <input type="checkbox"/>
18											
19											OTROS <input type="checkbox"/>
20											

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_





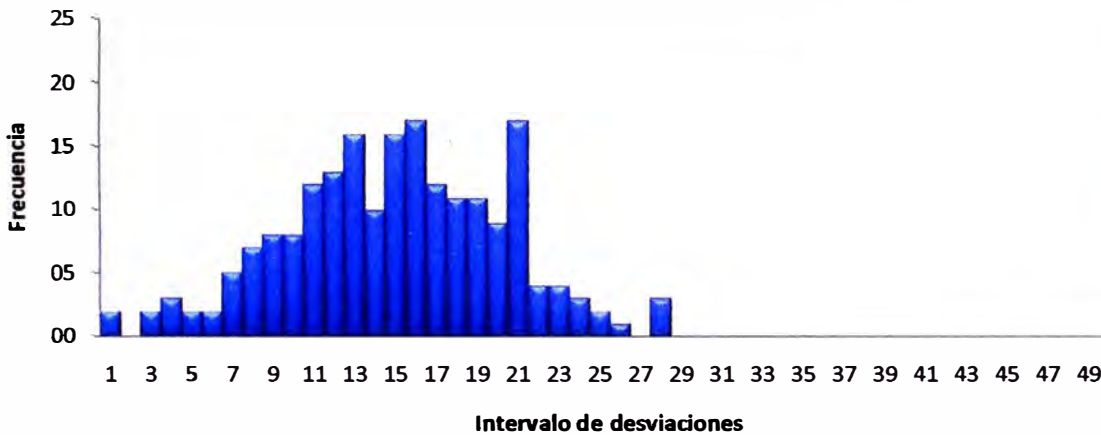


### INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

#### ENSAYO CON EQUIPO MERLIN - DATOS DE CAMPO

DATOS DEL ENSAYO N°			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	desv.	cant.
Proyecto:	Corredor Vial N° 13	1	20	15	16	12	25	28	15	19	19	12	01	02
Sector:	Capillucas - Calachota	2	21	21	8	23	21	05	10	15	16	11	02	00
Tramo (km):	103+600    103+200	3	21	08	11	15	14	24	08	20	11	16	03	02
Fecha:	15 de Mayo del 2010	4	22	03	16	18	14	26	20	06	01	21	04	03
Sentido:	Descendente	5	15	09	21	16	16	10	09	16	07	14	05	02
Carril:	Izquierdo	6	19	08	22	19	23	10	14	04	09	14	06	02
Tipo de Sup.:	Slurry Seal sobre Monocapa	7	04	06	15	12	17	01	21	12	10	19	07	05
<b>DATOS DEL OPERADOR</b>		8	18	11	19	10	13	16	24	17	13	17	08	07
Nombre:	Mesias    M.	9	16	07	19	21	17	18	12	11	13	21	09	08
<b>DATOS DEL EQUIPO:</b>		10	16	13	17	17	24	08	15	15	15	21	10	08
Serie:	540	11	15	08	22	11	20	16	21	13	07	18	11	12
<b>SUPERVISADO POR :</b>		12	12	18	20	15	13	21	20	09	17	18	12	13
Ing. Edwin Apolinario Morales		13	13	19	16	19	09	11	16	17	10	13	13	16
<b>OBSERVACIONES:</b>		14	16	13	13	14	28	12	18	23	15	22	14	10
Segunda Rodada		15	11	08	18	17	12	16	04	10	17	21	15	16
		16	21	12	13	12	14	07	15	21	18	15	16	16
		17	07	13	20	19	09	09	11	14	11	23	17	17
		18	18	12	15	20	10	13	16	11	15	12	18	11
		19	05	16	13	20	28	17	13	13	18	21	19	11
		20	03	11	21	14	25	14	12	17	19	09	20	09
													21	17
													22	04
													23	04
													24	03
													25	02
													26	01
													27	00
													28	03
													29	00
													30	00
													31	00
													32	00
													33	00
													34	00
													35	00
													36	00
													37	00
													38	00
													39	00
													40	00
													41	00
													42	00
													43	00
													44	00
													45	00
													46	00
													47	00
													48	00
													49	00
													50	00
													Total	200

### Frecuencia de desviaciones



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

#### FACTOR DE CORRECCION

Posición Inicial del Puntero:	25,00	Esesor de pastilla
Posición Final del Puntero:	10,50	e= 6,47 mm
F.C. =	0,892	

#### INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Valor Máximo:	28	D= 17,25	IRI calculado según la ecuación de correlación del TRRL:
Valor Mínimo:	01		
IRI= 4,22 m/km		IRI = 0,593 + 0,0471xD	



### INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

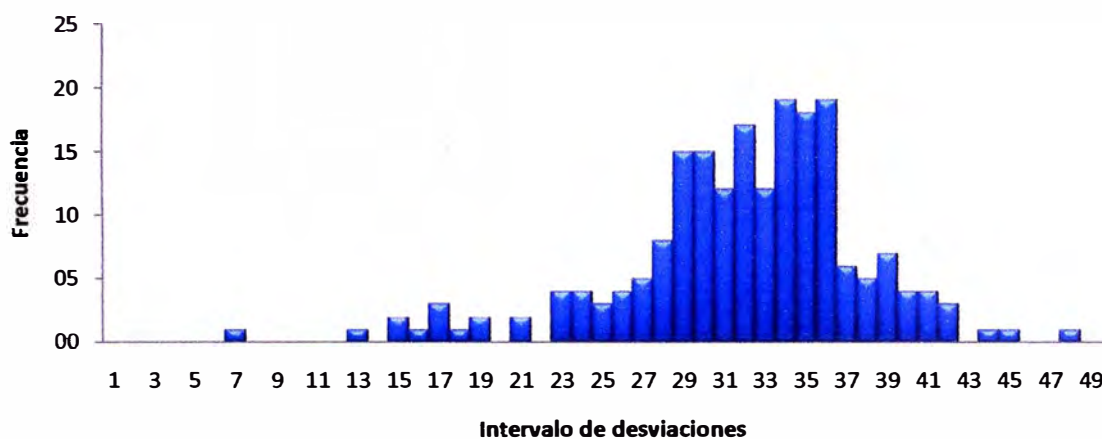
#### ENSAYO CON EQUIPO MERLIN - DATOS DE CAMPO

DATOS DEL ENSAYO N°		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Proyecto:	Corredor Vial N° 13	1	28	29	23	36	26	27	27	28	30	32
Sector:	Capillucas - Calachota	2	33	33	38	25	17	34	33	32	30	31
Tramo (km):	102+500      102+100	3	38	34	33	35	28	21	31	36	32	33
Fecha:	15 de Mayo del 2010	4	36	34	26	33	30	32	34	34	35	37
Sentido:	Descendente	5	42	32	35	36	34	35	07	36	31	29
Carril:	Izquierdo	6	24	30	33	35	24	28	33	30	36	30
Tipo de Sup.:	Slurry Seal sobre Monocapa	7	32	39	29	30	23	38	17	35	34	39
<b>DATOS DEL OPERADOR</b>		8	34	42	35	29	36	34	34	34	35	29
Nombre:	Luis      G.S.	9	40	30	38	28	16	37	35	31	35	21
<b>DATOS DEL EQUIPO:</b>		10	35	40	39	34	35	31	32	29	36	34
Serie:	540	11	34	13	35	35	41	27	30	32	36	34
<b>SUPERVISADO POR :</b>		12	37	31	40	35	41	36	29	33	25	30
Ing. Edwin Apolinario Morales		13	31	36	31	48	36	36	28	36	32	32
<b>OBSERVACIONES:</b>		14	41	28	26	23	34	35	36	36	37	33
Tercera Rodada		15	39	26	37	35	27	34	32	32	32	30
Del par ordenado(9,18) al (10,4), se evaluo sobre un baden		16	32	19	40	35	30	39	31	31	36	32
A partir del par ordenado (3,7), se evaluo sobre Monocapa		17	24	15	41	29	44	45	29	39	30	28
		18	27	17	42	18	33	32	34	30	30	23
		19	32	29	39	24	29	29	29	33	34	31
		20	19	25	37	29	29	38	36	36	31	15

desv. cant.

01	00
02	00
03	00
04	00
05	00
06	00
07	01
08	00
09	00
10	00
11	00
12	00
13	01
14	00
15	02
16	01
17	03
18	01
19	02
20	00
21	02
22	00
23	04
24	04
25	03
26	04
27	05
28	08
29	15
30	15
31	12
32	17
33	12
34	19
35	18
36	19
37	06
38	05
39	07
40	04
41	04
42	03
43	00
44	01
45	01
46	00
47	00
48	01
49	00
50	00
Total	200

#### Frecuencia de desviaciones



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

#### FACTOR DE CORRECCION

Posición Inicial del Puntero:	25,00	Espesor de pastilla
Posición Final del Puntero:	10,50	e = 6,47 mm
F.C. =	0,892	

#### INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Valor Máximo:	48	D= 21,50	IRI calculado según la ecuación de correlación del TRRL: $IRI = 0,593 + 0,0471xD$
Valor M ínimo:	07		
IRI= 5,11		m/km	