

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



**DETERMINACIÓN DEL INDICE DE RUGOSIDAD PARA EL
MANTENIMIENTO VIAL
MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA CAÑETE-
HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

FRICH GONZALO TORRES VEGA

Lima – Perú

2010

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la mejor familia; guiarme, brindarme salud y fuerzas para estudiar y salir adelante.

A mis Padres, Frich Gonzalo y Martha por ser lo mejor que Dios me dio; principal ejemplo en mi vida, por su invaluable apoyo en mis estudios y conclusión de mi carrera.

A mis Hermanos, Christian Jhunyor y Kriscia Jhemily por su aliento, tiempo y comprensión durante mis años de estudio.

INDICE

RESUMEN	2
LISTA DE CUADROS	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO	7
1.1. UBICACIÓN.....	7
1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	9
1.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PERFIL – RESUMEN	11
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
2.1. CONCEPTOS SOBRE CAPAS DE RODADURAS: RUGOSIDAD...	12
2.2. CRITERIOS EMPLEADOS EN LA CONSERVACIÓN RUTINARIA DE SUPERFICIES DE RODADURA	13
2.3. EQUIPO MERLIN Y DETERMINACION DE RUGOSIDAD.....	14
CAPÍTULO III: PROGRAMA DE CAMPO	32
3.1 VISITA TECNICA Y MONITOREO DE CAPA DE RODADURA.....	32
3.2 APLICACIÓN EN LA VIA Y DETERMINACION DE RUGOSIDAD...	33
3.3 ANALISIS DE RESULTADOS.....	37
CAPÍTULO IV: EXPEDIENTE TECNICO	39
4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	39
4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	41
4.3 PLANILLA DE METRADOS	52
4.4 COSTOS Y PRESUPUESTOS	56
4.5 PROGRAMACIÓN.....	58
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	

RESUMEN

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en el mantenimiento vial es un instrumento importante para la gestión vial ya que a través de ello se logra cuantificar irregularidades (rugosidades) en la superficie de rodadura mediante la evaluación.

A través de la evaluación de la condición funcional en la gestión de mantenimiento de carreteras se logra optimizar el comportamiento adecuado durante el periodo de vida útil para el que se diseñó el pavimento.

Desde principios del desarrollo caminero en el Perú, las autoridades nacionales dieron importancia al tema de la integración entre los pueblos y ciudades, tarea que permanentemente tiene un gran déficit en acciones frente a la magnitud de la demanda por carreteras y por su mejoramiento.

En esta oportunidad se han revisado y consultado muchos de los textos (Manuales, Normas, Especificaciones, etc.) referidos al ámbito vial habiéndose recogido de ellos información valiosa dirigida a integrar un conjunto homogéneo de conocimientos que contribuirán a efectuar una adecuada medición de la rugosidad con el equipo Merlin.

LISTA DE CUADROS	Página
Cuadro 1.1. Centros Poblados del Área de Influencia	08
Cuadro 2.1. Escala de Calificación de la Serviciabilidad	22
Cuadro 3.1. IRIs sectorizados cada 400 metros	35
Cuadro 3.2. PSIs sectorizados cada 400 metros	36
Cuadro 3.3. Cuadro resumen del PSI	37
Cuadro 4.1. Resumen del IRI y Serviciabilidad de los km 118+000 al 120+000	53
Cuadro 4.2. Clasificación de transitabilidad	53
Cuadro 4.3. Programación de Mantenimiento Rutinario	59
Cuadro 4.4. Programación Mantenimiento Periódico	59

LISTA DE FIGURAS	Paginas
Figura 1.1. Ubicación del Proyecto	07
Figura 2.1. Desviación respecto a la cuerda promedio	16
Figura 2.2. Esquema del Equipo Merlín	17
Figura 2.3. Lectura y recolección de datos con equipo Merlín.....	19
Figura 2.4. Formato para Recolección de datos de campo.....	24
Figura 2.5. Histograma de distribución de Frecuencias	25
Figura 2.6. Calibración del equipo Merlín	27
Figura 2.7. Tramo evaluado con el Equipo Merlín	31
Figura 4.1. Inventario de las características viales	46
Figura 4.2. Escala de Rugosidad IRI (m/km)	48
Figura 4.3. Escala de estimación de rugosidad en carreteras no Pavimentadas	50

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

IRI	Índice de Rugosidad Internacional
PSI	Índice de Serviciabilidad Presente
MERLÍN	Machine for Evaluating Roughness usin Low-cost Instrumentation
TRRL	Transport and Road Research Laboratory
FC	Factor de corrección
PERT	Programa Especial de Rehabilitación de Infraestructura de Transportes

INTRODUCCION

Desde el principio de nuestra existencia el ser humano ha observado su necesidad por comunicarse, por lo que ha ido desarrollando diversos métodos, como la construcción de caminos utilizando desde materiales como piedras y hasta llegar a la actualidad con métodos muy perfeccionados cuyas experiencias han conducido a la humanidad a tener grandes autopistas de pavimento de distintas presentaciones flexibles y rígidos.

Pero sin embargo el buen uso y mantenimiento de las carreteras; desempeña un papel importante en el desarrollo de una población razón por el cual se requiere buscar los mecanismos para realizar una evaluación adecuada de dichos tramos carreteros, prever su deterioro y garantizar mayor utilidad a la comunidad.

Es por esto, que con el presente trabajo de graduación se pretende desarrollar detalles importantes sobre la determinación del índice de rugosidad para el mantenimiento vial monitoreo de conservación carretera Cañete- Huancayo Km. 118+00 al Km. 120+00, para tal objeto se ha utilizado el equipo MERLIN.

El informe está compuesto por cuatro capítulos importantes, el capítulo uno presenta el perfil del proyecto, el capítulo dos se detalla los fundamentos teóricos sobre rugosidad, criterios en la conservación rutinaria y equipo MERLIN, el capítulo tres trata sobre el programa de campo y el capítulo cuatro se refiere al expediente técnico. Al final se presenta las conclusiones, recomendaciones y anexos que son el sustento del trabajo realizado.

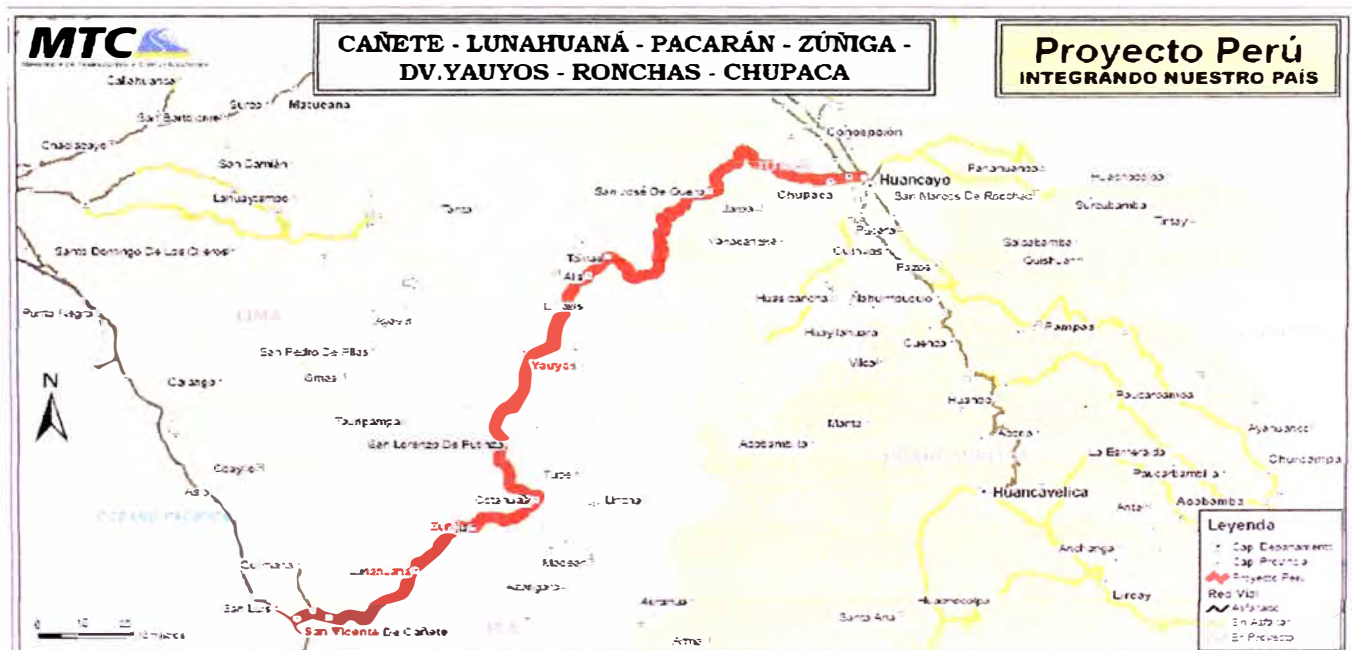
CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO

1.1. UBICACIÓN

La Carretera: Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, perteneciente al Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú, de 280 Km. aprox. de longitud y que forma parte de la Ruta Nacional N° PE-24. se encuentra ubicado en las Provincias de Cañete, Yauyos y Concepción, de los departamentos de Lima y Junín respectivamente.

La carretera: Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, constituye una alternativa de ruta a la carretera Central, ambas permiten la interconexión del Valle del Mantaro con la Ciudad Capital, empleando la carretera Panamericana Sur, en el sector comprendido entre Lima y Cañete. Los beneficiarios principales con el uso de esta ruta transversal alternativa, son los asentados a lo largo de la vía, estos son los pobladores de la localidades de Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, Carachota, Magdalena, Yauyos, Alis, Tomás, Tinco de Yauricocha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Ronchas, Huarisca y Chupaca. Su altitud varía desde los 165 m.s.n.m. (Cañete) hasta 3249 (Huancayo) m.s.n.m., su punto más alto se encuentra en el Abra Chaucha ubicada en el Km. 195+135 con una altitud de 4751 msnm.

Figura 1.1. Ubicación del Proyecto



Cuadro 1.1 Centros Poblados del Área de Influencia

ID	Descripción	Progresiva	Altitud (msnm)	Piso Altitudinal
1	Cañete	01+805	71	CHALA
2	Imperial	04+988	103	
3	Nuevo Imperial	08+925	165	
4	La Encañada	16+855	333	
5	Caltopa	22+905	290	
6	Socsi	27+805	332	
7	Incahuasi	29+405	368	
8	Jita	37+335	492	
9	Lunahuana (Pueblo)	38+975	494	
10	Lunahuana (Uchupampa)	42+755	523	
11	Jacayita	45+405	593	YUNGA
12	Jacaya	48+935	632	
13	Romani	51+185	679	
14	Pacaran	54+662	710	
15	Zuñiga	58+405	821	
16	San Juan	67+405	928	
17	San Jeronimo	73+005	1019	
18	Huayllampi	77+105	1125	
19	Catahuasi	78+805	1206	
20	Canchan	83+345	1260	
21	Chichicay	93+915	1553	
22	Capillucas	96+445	1581	
23	Calachota	106+845	1740	
24	Pte. Auccho	114+605	2051	
25	Magdalena – Dv Yauyos	128+805	2289	
26	Huayña	136+305	2487	
27	Tinco Huantan	142+165	2640	
28	Llapay	156+105	2950	
29	Tinco Alis	161+805	3100	
30	Alis	164+905	3261	PUNA O JALCA
31	Tomas	172+895	3566	
32	Huancachi	176+605	3737	
33	Tinco Yauricocha	183+485	4040	
34	Abra Chaucha	195+315	4751	
35	Abra Negrobueno	213+125	4666	
36	San José de Quero	231+105	3908	SUNI
37	Chaquicocha	241+405	3650	
38	Collpa	248+005	3508	
39	Ronchas	256+990	3458	QUECHUA
40	Angasmayo	260+305	3445	
41	Huarisca	265+800	3341	
42	Chupaca	273+531	3270	
43	Huancayo	284+531	3249	

1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO

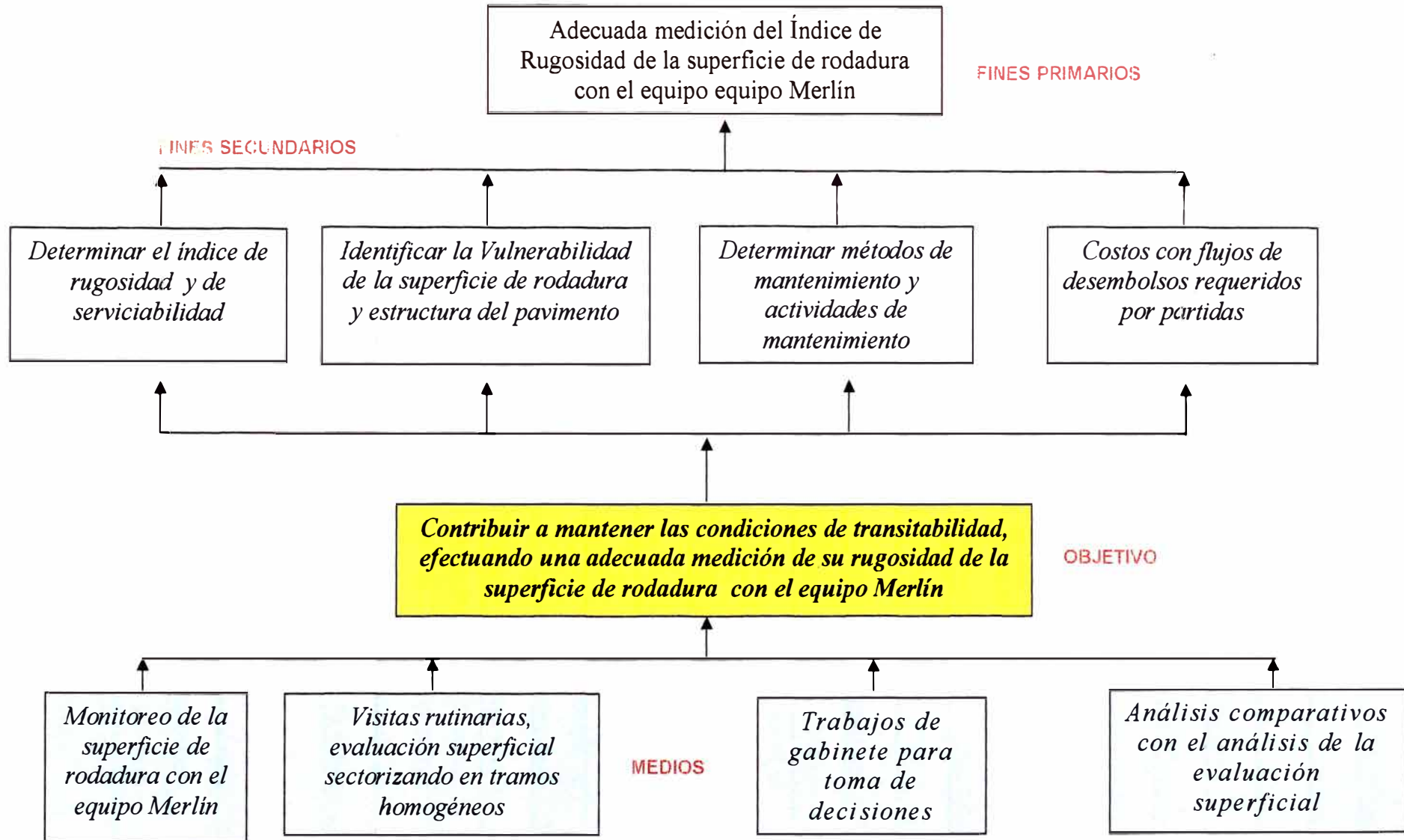
Objetivo Principal

- Contribuir a mantener las condiciones de transitabilidad de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, es el objetivo principal del informe para lo cual debe efectuarse una adecuada medición de su rugosidad con el equipo Merlin.

Objetivos Específicos

- Determinar el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la vía a fin de establecer el estado actual de su regularidad superficial.
- Identificación de la vulnerabilidad de la superficie para dar recomendaciones de seguridad y el mantenimiento requerido.
- Definir actividades de mantenimiento y los métodos aplicables.
- Definir costos de las mediciones de rugosidad para el mantenimiento.

OBJETIVO PRINCIPAL ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



1.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PERFIL – RESUMEN

En la construcción de la carretera: Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, se trata de obtener la calidad deseada por los usuarios dentro de las posibles economías para el tipo de red vial a que corresponde esta carretera y su volumen de tráfico y usuarios. Si las características obtenidas no se mantienen a lo largo del tiempo el esfuerzo realizado con la construcción sería en vano.

Entre la construcción original de la carretera y las actividades de conservación de la misma, hay una íntima relación. Una carretera concebida y construida con excesiva capacidad vehicular y soporte de rodadura, evidentemente tendrá pocos gastos de conservación, pero es muy probable que tenga un elevado costo inicial que evidentemente no hace rentable la inversión. Al contrario, en el caso opuesto, una carretera concebida y construida con limitaciones técnicas en la infraestructura tendrá como consecuencia unos gastos de conservación excesivos.

Por esta razón es necesario evaluar una serie de alternativas y estrategias de construcción y su contratante de conservación, para optimizar la solución desde el punto de vista económico. Estos criterios siempre se deben tener en cuenta cuando se afronta la situación de una carretera frente a los demás previsible y con medio ambiente dado.

2.2. CRITERIOS EMPLEADOS EN LA CONSERVACIÓN RUTINARIA DE SUPERFICIE DE RODADURA:

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

Con el objetivo de unificar los parámetros de medición de rugosidad, se planteó a nivel internacional el interés de desarrollar un índice único y común al que referirse, que fuera independiente del equipo o técnica de obtención de la geometría del perfil y que además representa significativamente el conjunto de las percepciones de los usuarios circulando en un vehículo medio a una velocidad media.

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

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

EL EQUIPO MERLIN EN EL PERÚ

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

En este mismo año también se efectuaron otros estudios de rugosidad como es el caso de la carretera Sullana-Aguas Verdes, el cual también se encontraba en avanzado estado de deterioro.

La primera aplicación del MERLÍN para el control de la rugosidad de un pavimento asfáltico nuevo, se produjo en el mes de Febrero de 1995, en el tramo de la Carretera Panamericana Norte correspondiente a la vía de evitamiento de la ciudad de Trujillo, en el norte del Perú (Tramo Trujillo - Pacasmayo). En consecuencia, dichas carreteras fueron las primeras en ser evaluadas para la determinación de su rugosidad, primero durante los estudios para su rehabilitación y posteriormente al finalizar la etapa constructiva.

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

Como consecuencia de la investigación desarrollada en el Perú en la década de los años noventa, la que se basó en los fundamentos del trabajo original desarrollado por el TRRL, los conceptos establecidos en el International Road Roughness Experiment (IRRE, Brasil 1982), los resultados de la correlación de la rugosidad con el concepto de la "serviciabilidad" del método de diseño AASHTO, la metodología para la evaluación de pavimentos con el equipo MERLÍN fue

repotenciada con el diseño de un nuevo método de medición, el desarrollo de un software para la determinación del IRI y establecimiento de una ecuación de cálculo para el caso de pavimentos asfálticos nuevos, lo que propició su empleo masivo en estudios para rehabilitación y mantenimiento, y para los servicios de control de calidad en la construcción de carreteras.

2.3. EQUIPO MERLÍN Y DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD:

El equipo MERLÍN, es un instrumento de diseño simple, versátil, y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo y que a continuación describiremos el principio de diseño:

- Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo.
- El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla.
- Aproximadamente en la parte central del elemento horizontal, se proyecta hacia abajo una barra vertical que no llega al piso, en cuyo extremo inferior pivotea un brazo móvil.
- El extremo inferior del brazo móvil está en contacto directo con el piso, mediante un patín empernado y ajustable, el cual se adecua a las imperfecciones del terreno, mientras que el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el extremo inferior del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento.
- La relación de brazos entre los segmentos extremo inferior del patín móvil-pivote y pivote-puntero es 1 a 10, de manera tal que un movimiento vertical de 1 mm, en el extremo inferior del patín móvil, produce un desplazamiento de 1 cm del puntero.

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

La Figura N° 2.1. Ilustra como el MERLÍN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. El desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio”.

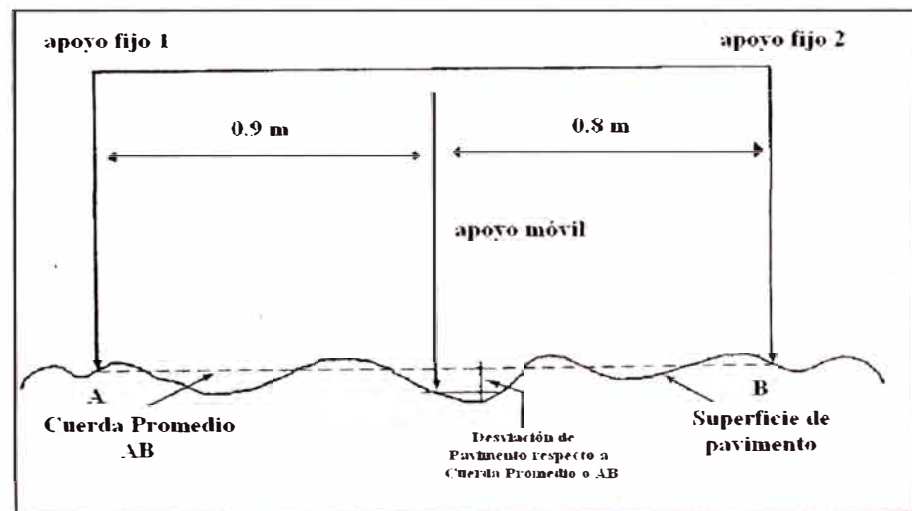


Figura N° 2.1: Desviación respecto a la cuerda promedio

Fuente: Ma Cundill, 1996

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición. La Figura N° 2.2. Representa un esquema ilustrativo del instrumento.

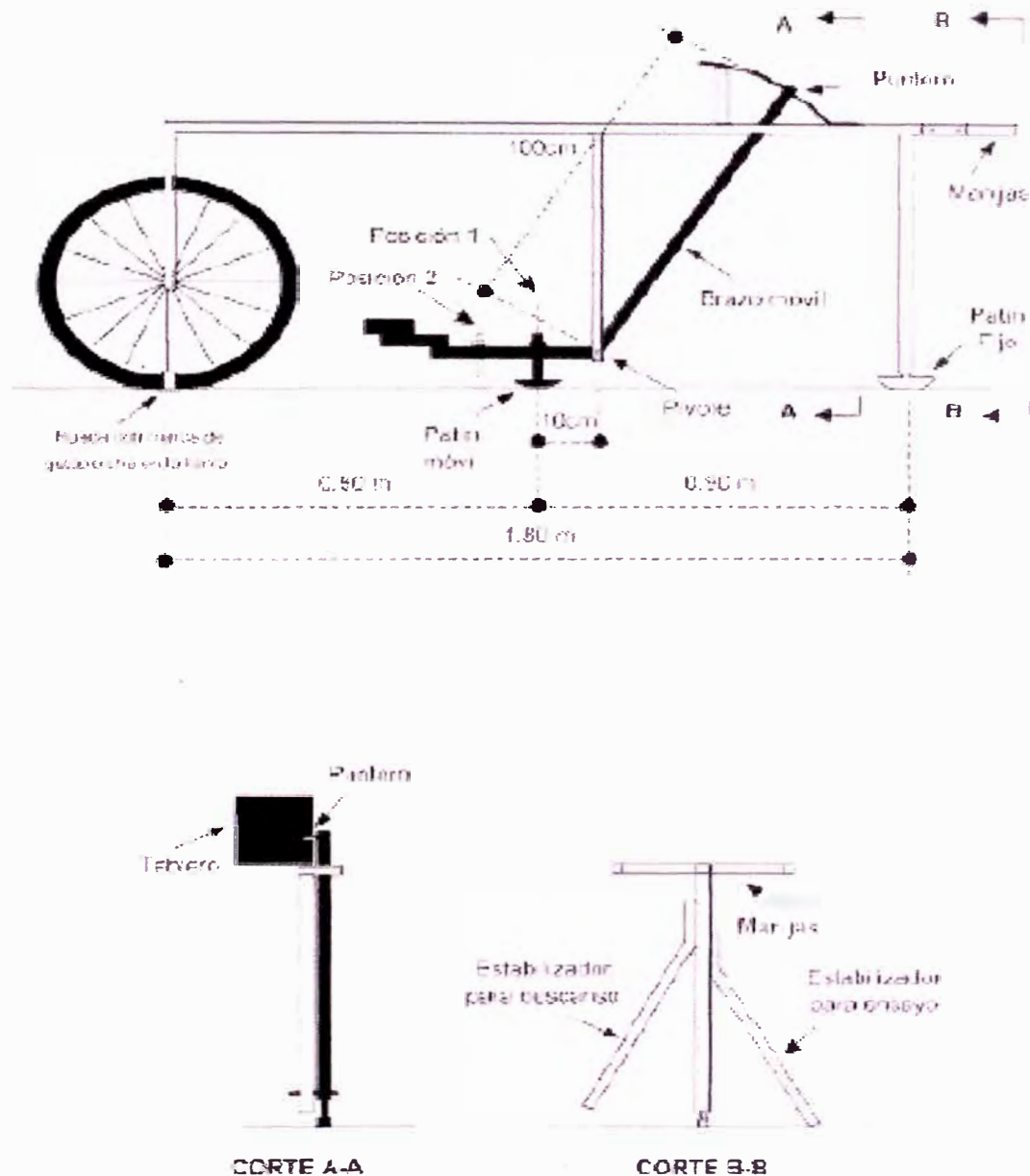


Figura N°2.2: Esquema del Equipo Merlin

Fuente: Ma Cundill, 1996

MÉTODO DE USO DEL EQUIPO MERLÍN

Para la ejecución del ensayo se requiere del siguiente personal y equipo mínimo:

- Personal: 01 operador, 03 ayudantes (01 anotador de lecturas y 02 para seguridad).
- Equipos: 01 Equipo Merlín, 01 camioneta doble cabina 4x4 (Inc. Chofer), 01 Vernier, 01 wincha, cámara fotográfica, tablero de apuntes.
- Materiales: formato de campo, pintura.

A continuación se describe el procedimiento de uso del Equipo Merlín para la evaluación de rugosidad:

- Se distribuye el personal asignado a cada tarea programada.
- Seleccionar y marcar tramos de prueba de 400 m. aproximadamente de longitud. Las marcas se realizarán en un carril de la vía, sobre la huella externa del tráfico vehicular.
- Se anota las progresivas de inicio y fin del tramo de evaluación, así como la fecha de evaluación, ubicación, tipo de superficie de rodadura, etc.
- Armar el equipo con cuidado, empezando por la parte delantera para poder acomodar la llanta.
- Una vez armado, se procede a ajustar los pernos que se encuentran en la parte inferior del equipo.
- Se estaciona el equipo de tal forma que la rueda descansa sobre la huella externa del tráfico vehicular.
- Se procede a colocar el formato de lecturas sobre el tablero del equipo, teniendo en cuenta que debe estar centrada y sujeta con cinta adhesiva, y en casos extremos protegida con una mica para la lluvia.
- Se coloca una marca de referencia sobre la llanta, para que facilite la labor de parada del equipo y toma de lecturas por parte del operador.
- El operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo una vuelta completa, luego toma lectura de lo que indica el puntero y es anotado por el ayudante anotador de lecturas (Ver Figura N° 2.3.)
- Repetir sucesivamente el paso anterior hasta completar 200 lecturas.

Para obtener un valor de rugosidad que represente el estado actual de la superficie de rodadura, económicamente como mínimo se debe de realizar dos (02) pasadas por carril (ida y retorno) y para obtener resultados más óptimos se debe realizar cuatro (04) pasadas por carril, es decir dos veces ida y dos veces de retorno.



Figura N° 2.3: Lectura y recolección de datos con equipo Merlín durante la evaluación funcional en la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo

MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE RUGOSIDAD

De acuerdo con la clasificación establecida por el Banco Mundial (paper N° 46) los métodos para la medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases:

Métodos Clase 1

Basados en la medición de perfiles topográficos de gran precisión, estos métodos se constituyen como los más exactos que existen para la determinación del RI. Los métodos de la clase 1 establecen la rugosidad a través de la determinación muy exacta del perfil longitudinal de un pavimento, con medidas

espaciadas hasta de 0.25 m y cotas con una precisión de 0.5 mm. A esta clase pertenecen los métodos basados en la medición del perfil del pavimento con el perfil del pavimento con el perfilómetro TRRL Beam y, con mira y nivel de precisión (Road and Level).

Métodos Clase 2

Esta clase incluye todos los otros métodos en los cuales la rugosidad se determina sobre la base de la medición del perfil longitudinal, pero con una exactitud menor que los de la Clase 1. Estos métodos recurren al uso de perfilómetros de alta velocidad se tienen, el APL Trailer y GMR type Inertial Profilometer.

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

El equipo Merlín esta calificado dentro de esta Clase.

Métodos Clase 3

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

El equipo Merlín por ser de mejor precisión que los de esta Clase es usado muchas veces para la calibración del equipo Bump Integrator.

Métodos Clase 4

Se basan en una evaluación subjetiva en la cual el IRI se estima con una inspección visual. Las observaciones se limitan a un equivalente aproximado a la escala del IRI, se usa cuando se desea conocer aproximadamente el estado de la uniformidad superficial.

SERVICIABILIDAD E ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE

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

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

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

Cuadro N° 2.1: Escala de Calificación de la Serviciabilidad

Fuente: ASSHTO, 1962

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD

Correlaciones D versus IRI

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLÍN y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utiliza la siguiente expresión:

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

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.

Existen otras expresiones que han sido estudiadas para el caso de superficies que presentan cierto patrón de deformación que incide, de una manera particular, en las medidas que proporciona en MERLÍN M.A. Cundill del TRRL estableció en 1996, para el caso de superficies con macadam de penetración de extendido manual, la siguiente expresión:

$$\text{IRI} = 1.913 + 00.0490 D \quad (2)$$

Cálculo del Rango “D”

Para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea el formato indicado en la Figura N° 2.4, el cual presenta una escala arbitraria de 50 unidades, el mismo que es colocada sobre el tablero del equipo Merlín, la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 INSTITUTO DE INVESTIGACION

FORMATO PARA MEDICIONES DE RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN

1	51	101	151
2	52	102	162
3	53	103	163
4	54	104	154
5	55	105	155
6	56	106	156
7	57	107	157
8	58	108	158
9	59	109	159
10	60	110	160
11	61	111	161
12	62	112	162
13	63	113	163
14	64	114	164
15	65	115	165
16	66	116	166
17	67	117	167
18	68	118	168
19	69	119	169
20	70	120	170
21	71	121	171
22	72	122	172
23	73	123	173
24	74	124	174
25	75	125	175
26	76	126	176
27	77	127	177
28	78	128	178
29	79	129	179
30	80	130	180
31	81	131	181
32	82	132	182
33	83	133	183
34	84	134	184
35	85	135	185
36	86	136	186
37	87	137	187
38	88	138	188
39	89	139	189
40	90	140	190
41	91	141	191
42	92	142	192
43	93	143	193
44	94	144	194
45	95	145	195
46	96	146	196
47	97	147	197
48	98	148	198
49	99	149	199
50	100	150	200

200 LECTURAS

1	↑
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	DEPRESIONES
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	↓
26	↑
27	1 DIVISIÓN = 5 mm
28	
29	
30	
31	
32	ELEVACIONES
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	Valor "R" (escala rugosidad) mm =
49	Rugosidad (mm) (mm) =
50	↓

CARRETERA: FECHA: / /

RESPONSABLE:

Figura N° 2.4: Formato para Recolección de datos de campo

Fuente: Facultad de Ingeniería Civil – UNI, 1999

La división N° 25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero sobre el tablero cuando el perfil del terreno coincide con la línea o cuerda promedio. En la medida que las diversas posiciones que adopte el puntero coincidan con la división 25 o con alguna cercana (dispersión baja), el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil igual o cercano a una línea recta (baja rugosidad). Por el contrario, si el puntero adopta repetitivamente posiciones alejadas a la división N° 25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada).

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLÍN 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 como se aprecia en la Figura N° 2.5.

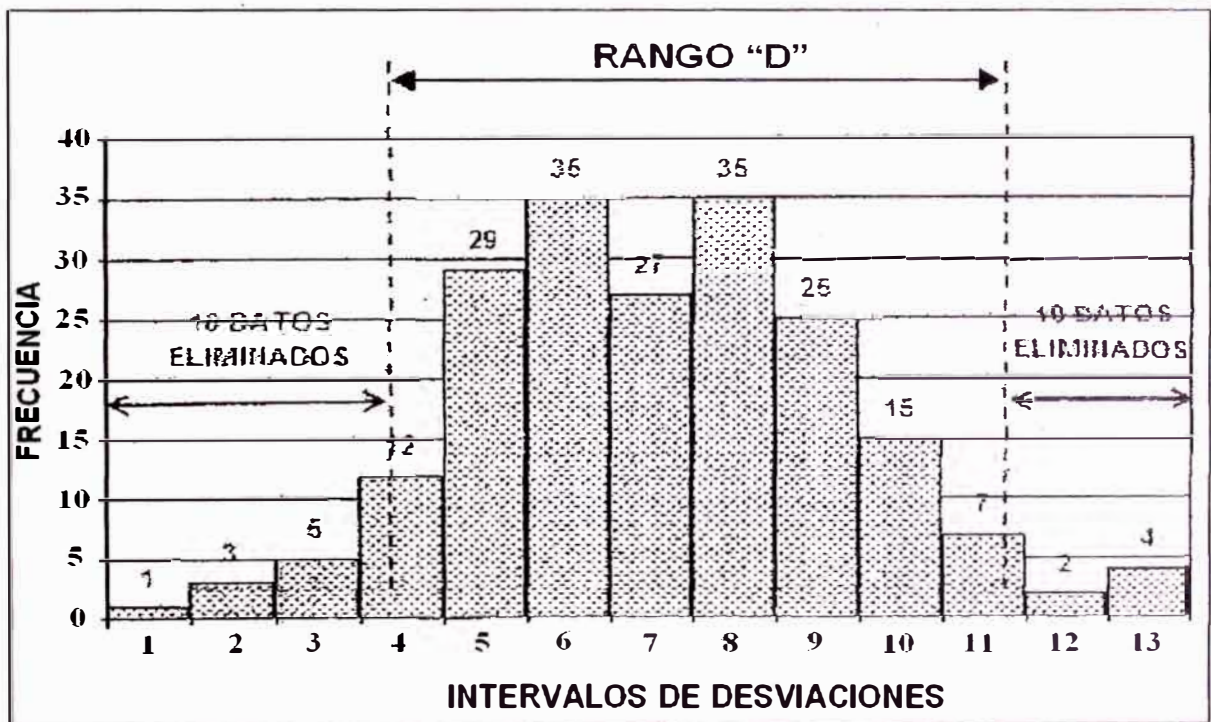


Figura N° 2.5: Histograma de distribución de Frecuencias

Fuente: Del Águila P.M., 1999

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 del histograma.

Efectuado el descarte de datos, se calcula el “ancho del histograma” en unidades de escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. En la figura N° 2.5 por ejemplo, en el extremo inferior del histograma, se tiene que por efecto del descarte de los 10 datos se eliminan los intervalos (1), (2) y (3), y un dato de los doce que pertenecen al intervalo 4, en consecuencia resulta una unidad fraccionada igual a $11/12 = 0.92$

Caso similar sucede en el extremo superior del histograma, en donde resulta una unidad fraccionada de descarte igual a $3/7 = 0.57$.

Se tiene en consecuencia un Rango igual a:

$$D = 0.92 + 6 + 0.43$$

$$D = 7.35 \text{ unidades.}$$

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 milímetro.

$$D = (7.35 * 5 \text{ mm.})$$

$$D = 36.75 \text{ mm.}$$

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, es decir se procede a calibrar el equipo, en donde se determina un factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar.

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

- Se determina el espesor de la pastilla, en milímetros (Ver Figura N° 2.6), utilizando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm. Para tener una buena medida del espesor se considerará el valor promedio de 4 medidas diametralmente opuestas. Por ejemplo: el espesor medido es 6.0 mm.
- Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero (lectura inicial) 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 la superficie de plana (Ver Figura N° 2.6).



Figura N° 2.6: Calibración del equipo Merlin

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, $6.0 \times 10 = 60\text{mm}$), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará

aproximadamente en el casillero 12 (lectura final), 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.E.) usando la siguiente expresión:

$$\text{Factor de corrección} = 10 T / S \quad (3)$$

Donde,

T Espesor de la pastilla (mm)

S Variación de la lectura (Lectura Final – Lectura Inicial) en mm.

Se procede de la siguiente manera:

$$\text{F.E.} = (10 \times T) / [(S) \times 5] \quad (4)$$

Por ejemplo:

Si la posición inicial del puntero fue 25 y la final fue 10, entonces el Factor de corrección será:

$$\text{F.E.} = (6.0 \times 10) / [(25-10) \times 5] = 0.98$$

Variación de relación de brazos:

Para facilidad del trabajo, el equipo Merlin admite dos posiciones para el patín del brazo pivotante:

- a. Una posición ubicada 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 (RB) utilizada será 1 a 10. Para este caso el factor de relación de brazos es R.B.=1.
- b. Una posición ubicada 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 este caso el factor de relación de brazos será R.B.=2.

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.

Cálculo del Rango “D” corregido:

El valor D calculado deberá modificarse considerando el Factor de corrección (F.E.= 0.82666) y la Relación de Brazos (R.B.=1). El valor D corregido será $36.75\text{mm} \times 0.82666 \times 1 = 30.38\text{mm}$. Este valor llevado a condiciones estándar es la rugosidad en “unidades MERLÍN”.

Determinación de la rugosidad en la escala del IRI:

Para transformar la rugosidad de unidades MERLÍN a la escala del IRI, se usa las expresiones (1) y (2).

LÍMITES DE RUGOSIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN PAVIMENTOS

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

$$\text{IRI}_{\text{CAR}} = \text{IRI}_{\text{PROM}} + 1.645 \cdot S \quad (5)$$

Donde:

IRI_{CAR}	IRI característico
IRI_{PROM}	IRI promedio
S	desviación estándar

De acuerdo al factor de correlación empleado ($K = 1.645$), se cumplirá que el 95% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor al IRI característico.

Calculado el IRI característico, el sector o tramo será aceptado si cumple con las siguientes condiciones:

- Para pavimentos asfálticos nuevos, el IRI_{CAR} deberá ser menor o igual a 2.0 m/Km.
- Para pavimentos con recapado asfáltico, el IRI_{CAR} deberá ser menor o igual a 2.5 m/Km.
- Para pavimentos con sellado asfáltico, el IRI_{CAR} deberá ser menor o igual a 3.0 m/Km.

Los valores antes indicados son los establecidos en las Especificaciones Técnicas exigidos en Proyectos ejecutados en el Perú (MTC, Regiones, etc).

Si no cumple con pliego de exigencias en Especificaciones Técnicas, entonces se hacen los trabajos de reparación necesarios en la superficie asfáltica de ser el caso.

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE

El índice de Serviciabilidad Presente para nuestro caso, se calcula según la expresión desarrollada por SAYERS M.W., 1986 y tiene la siguiente forma:

$$R = 5.5 * \text{LN} \left(\frac{5.0}{PSI} \right) \pm 25\%, \text{ para } R < 12 \quad (6)$$

Donde:

R Rugosidad en IRI
PSI Índice de Serviciabilidad Presente

El valor de PSI resultante se lleva se a la tabla de ASSHTO y se clasifica el estado actual del pavimento.

APLICACIÓN AL SECTOR KM. 118+000 AL KM. 120+000

La evaluación de la rugosidad se efectuó en el sector Km. 118+000 al Km. 120+000 aprox. con equipo Merlin, por disposición de la Dirección de Escuela Profesional (DEP-FIC), cuya superficie de rodadura es un tratamiento tipo monocapa. Partiendo de esta condición del tramo de evaluación, se realizó el

ensayo con el Equipo Merlín en una sola pasada, sobre la huella derecha del tráfico existente en sentido regresivo.



Figura N° 2.7: Tramo evaluado con el Equipo Merlín

Durante la ejecución del ensayo con el equipo Merlín se anotaron los siguientes datos:

- Nombre de la zona o lugar : Distrito Pte. Aucco
- Fecha : 22/05/10
- Tipo de superficie : Monocapa
- Punto de partida : Km. 118+000
- Punto de término : Km. 120+000
- Distancia de huella al borde la calzada : Se midió sobre huella.
- Ancho de calzada : 5.00 m. aprox.
- Altitud : 2200 m.n.m.
- Temperatura : 25°C
- Hora de inicio del ensayo : 8:00 am
- Hora de término del ensayo : 10:00 m
- Rendimiento (1 pasada) : 400 m. aprox./30 min 0.80
km/hora

CAPÍTULO III: PROGRAMA DE CAMPO

3.1 VISITA TECNICA Y MONITOREO DE CAPA DE RODADURA

El día 22 de mayo se realizó la visita a la carretera: Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, concentrándonos en el kilometraje 118+000, se hizo una inspección visual de los elementos geológicos, geomorfológicos, ambientales, topográficos, superficiales para poder determinar los datos descriptivos del presente informe.

En esta visita se hizo un monitoreo iniciándose a las 8:00 am hasta las 12:00 m para ello se utilizó el equipo Merlín, se considera la evaluación de la rugosidad de la superficie de rodadura en la Carretera: Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, es un factor determinante en la conservación de la vía, evaluando el confort y la calidad de la superficie de rodadura, por lo cual se debe realizar periódicamente esta evaluación. Se utilizó el equipo Merlín a fin de determinar la rugosidad de la superficie de rodadura que permitirá la toma de decisiones orientadas al mantenimiento o conservación de la misma y así brindar la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura.

Metodología de Trabajo de Campo:

Para los trabajos de campo se realizará el monitoreo teniendo en cuenta la superficie deteriorada y superficies donde existen obras, para ello se seguirá la siguiente secuencia:

1. Se realizará un recorrido general del sector en medición, en el cual se reconocerá el estado total de la superficie de rodadura.
2. Se tramificará a la superficie de rodadura con características semejantes y similares, considerando la geomorfología, altimetría y planimetría.
3. Se sectorizará las superficies de rodaduras que son homogéneas en el desgaste de la vía, similar en la fecha de reparación, este registro nos servirá en el instante del análisis.
4. Para la medida se utilizará 2 camionetas con una distancia mínima de 20 metros, que irán a la velocidad del equipo de medición Merlín, ello contribuirá a la continuidad del proceso de medición, 3 personas de apoyo y el técnico de

medición, todo este pool es para la seguridad y optimizar la medición con el equipo Merlín.

5. Registro de campo, se realizarán en los formatos elaborados y se aplicará en el instante de medición con el equipo Merlín.
6. Puntos críticos, son aquellos puntos donde se van a distorsionar las lecturas, es por ello que se lleva un registro muy particular donde se consideran los desgastes de la superficie, las obras de arte que existen en la vía (badén, giba, alcantarilla, etc.).
7. Tanto al inicio y fin de la jornada se procederá a la calibración del equipo Merlín con la pastilla, luego se entregarán todos los datos para el procesamiento y análisis correspondiente.

3.2 APLICACIÓN EN LA VIA Y DETERMINACION DE RUGOSIDAD

DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL SECTOR KM. 118+000 AL Km. 120+000

- Correlaciones D Versus IRI

La ecuación de correlación a usar para el cálculo del IRI será la siguiente:

$$\boxed{IRI = 0.593 + 0.0471 \times D} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

- IRI : Índice de Rugosidad Internacional
- D : Rugosidad en mm, obtenida con el Merlín

- Cálculo del Rango “D”

De la evaluación de campo sobre una superficie de rodadura de Monocapa, usando el equipo MERLÍN se tuvieron las lecturas indicadas:

$$\boxed{D = R \times 5mm} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

- R : Rango en unidades de escala

Valores:

- R : 20.33

Por lo tanto: $D = 20.33 \times 5mm = 101.6 \text{ mm} \dots\dots\dots (3)$

- **Factor de corrección para el ajuste de “D”**

$$\boxed{F.E. = (T \times 10) / [(LI - LF) \times 5]} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

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

Valores:

- T : 6.0 mm
- LI : 25
- LF : 37

Entonces el Factor de Corrección (F.E.) será:

$$F.E. = (6.0 \times 10) / [(37 - 25) \times 5] = 1.0 \dots\dots\dots (5)$$

Datos adicionales anotados:

- Lugar de Calibración : Pte. Aucco
- Fecha de Calibración : 22/05/09
- Altura : 2200 m.s.n.m.
- Hora de Calibración : 11:00 a.m.

- **Variación de relación de brazos:**

El equipo Merlín utilizado para la toma de datos tiene una relación de brazos de 1 a 10. Por lo tanto:

$$\boxed{R.B. = 1} \dots\dots\dots (6)$$

Cálculo del Rango “D” corregido:

$$\boxed{D_{\text{corregido}} = D \times FE \times RB} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

- D : Rango D en mm
FE : Factor de Escala o corrección de ajuste.
RB: Variación de relación de brazos

Reemplazando (3), (5) y (6) en (7):

- D : 101.67 mm
FE : 1.0
RB: 1.0

Entonces el Rango "D" corregido será:

$$D_{\text{corregido}} = 101.67 \text{ mm} \times 1.0 \times 1.0 = 101.6 \text{ mm} \dots (8)$$

Rugosidad en la escala IRI:

Finalmente reemplazando (8) en (1) se tiene:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times 101.6$$

IRI = 5.38 m/Km.

Por lo tanto en el sector km 120+000 al km 119+600 en sentido regresivo, la rugosidad resultó tener un valor IRI = 5.38 m/Km.

Realizando el mismo cálculo se en los demás sectores de medición se tiene:

Nº	FECHA DE ENSAYO	PROGRESIVA		LONGITUD m. (aprox.)	SUPERFICIE DE RODADURA	Lado Derecho	
		INICIO (km)	FINAL (km)			Rango "D"	IRI
1	22-may-10	120+000	119+600	400	Monocapa	101,6	5,38
2	22-may-10	119+600	119+200	400	Monocapa	85,4	4,62
3	22-may-10	119+200	118+800	400	Monocapa	103,5	5,47
4	22-may-10	118+800	118+400	400	Monocapa	131,7	6,80
5	22-may-10	118+400	118+000	400	Monocapa	105,1	5,55

Cuadro Nº 3.1: IRIs por sectores

Fuente: Elaboración de Propia

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE

Para calcular del PSI se aplica la ecuación:

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

Donde:

- R : Rugosidad en IRI
PSI : Índice de Serviabilidad Presente

El valor de rugosidad calculado en el sector: km 120+000 – km 119+600 tramo fue de IRI = 5.38 m/Km., entonces reemplazando dicho valor en la ecuación anterior, se tiene:

$$5.38 = 5.5 * \text{LN} (5 / \text{PSI})$$

Por lo tanto el valor del Índice de Serviabilidad Presente es igual a:

$$\text{PSI} = 1.90$$

MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD

Nº	FECHA DE ENSAYO	PROGRESIVA		SUPERFICIE DE RODADURA	Lado Derecho
		INICIO	FINAL		Serviabilidad PSI
1	22-may-10	120+000	119+600	Monocapa	1,9
2	22-may-10	119+600	119+200	Monocapa	2,2
3	22-may-10	119+200	118+800	Monocapa	1,8
4	22-may-10	118+800	118+400	Monocapa	1,5
5	22-may-10	118+400	118+000	Monocapa	1,8

Cuadro Nº 3.2: PSIs por sectores

Fuente: Elaboración de Propia

	IRI	PSI
Numero de Ensayo	5	5
Media	5,5	1,8
Desviación Estándar	0,78	0,25
Coefficiente de Variación	7,1	7,3
IRIc	6,8	
PSI		1,4
Máximo	6,8	2,2
Mínimo	4,6	1,5
CLASIFICACION DE LA TRANSITABILIDAD	1,4	MALA

Cuadro N° 3.3: Cuadro resumen de Serviciabilidad Presente

Fuente: Elaboración de Propia

Según el resultado de la determinación del IRI y PSI esta vía tiene una clasificación de mala transitabilidad lo que indica la ejecución de un programa de Mantenimiento.

3.3 ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al PSI = 1.4 del sector km. 120+000 al km. 118+000 en sentido regresivo, se puede determinar que esta superficie necesita mantenimiento para poder dar el confort necesario al usuario que circula por la vía y así permitir una adecuada transitabilidad por la vía.

Observaciones:

- La geometría del camino asociada a curvas verticales y horizontales, pendientes, gradientes, peraltes y otras, durante la etapa constructiva de las obras pueden afectar la adecuada terminación de los caminos en términos de obtener valores de IRI aceptables.
- La calidad y tecnología de las maquinarias, los equipos topográficos, las buenas prácticas constructivas, el adiestramiento y la capacitación de operadores, aseguran una baja regularidad.
- 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.

CAPÍTULO IV: EXPEDIENTE TECNICO

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Desde principios del desarrollo caminero en el Perú, las autoridades nacionales dieron importancia al tema de la integración entre los pueblos y ciudades, en la actualidad el Perú pone en marcha la conservación vial, donde la aplicación tiene un sentido bien amplio definiéndose como el conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con la capa de rodadura que tubo cuando fue construida, o el estado ultimo a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido en el tiempo.

No obstante para un buen entendimiento del concepto de los trabajos es necesario definir los objetivos y alcances de la conservación vial:

En la construcción de una carretera se trata de obtener la calidad deseada por los usuarios dentro de las posibilidades económicas, se incorpora en las evaluaciones técnico-económico el aspecto de la conservación vial por estar íntimamente ligado a la ecuación total del costo del transporte para la sociedad en su conjunto (costo social). Así, un buen proyecto será el que minimice el costo social del proyecto, cumpliendo con los parámetros de calidad de servicio fijados en las metas programadas y/o planificadas en un proyecto vial.

El proyecto vial, entonces considera desde el comienzo los factores que condicionan el comportamiento de los componentes de la infraestructura vial a lo largo de su vida útil de operación.

a) En lo que concierne al objetivo concretamente es mantener las características técnicas que deberá tener la carretera para satisfacer, en términos técnicos – económicos, la demanda durante el periodo de ejecución del proyecto.

Pero en el Perú, dadas las características de la agreste morfología del terreno, las condiciones inclementes que impone el medio ambiente, natural y lamentablemente la acción humana sobre la conservación de la carretera.

En la construcción original de la carretera se trata de obtener la calidad deseada por los usuarios dentro de las posibilidades económicas para el tipo de red vial a que corresponda la carretera y/o su volumen de usuarios. Si las Características obtenidas no se mantienen a lo largo del tiempo, el esfuerzo realizado construcción sería en vano.

El análisis deberá, en el caso de las carreteras de bajo volumen de tránsito, priorizar los siguientes objetivos según la experiencia peruana:

- 1.- Mantener la continuidad del servicio ofrecido de tal manera que sea posible la circulación del tránsito frente incluso a eventos de naturaleza que dañen la carretera dentro de límites anuales normales.
- 2.- Mantener un nivel de servicio adecuado, referido a la seguridad y a la comodidad de conducir en términos de un rango aceptable de la rugosidad de la superficie de rodadura se refiere al $IRI \leq 10$
- 3.- Adaptar las estructuras de las capas de rodadura a los requerimientos del tráfico pesado que es el que más deteriora las carreteras.

Alcance de los Trabajos:

- b) En lo concerniente a los alcances, una vez definidos los objetivos del programa y del proyecto de la conservación vial, es necesario establecer el alcance de los involucrados:

PRIMER OBJETIVO: "Mantener la circulación en el tiempo" debe implementarse en el sentido que las interrupciones son admisibles pero en cortos periodos u horas, incluso planificadamente, cuando se adoptan soluciones frente a problemas como torrenteras, derrumbes o deslizamientos, plataforma erosionada o muy húmeda. Decir, estos problemas y otros similares deben ser resueltos mediante actividades de conservación, en muy corto plazo. No están comprendidos en los programas de conservación hacer frente a eventos mayores, causados anormalmente por la naturaleza, por ejemplo: lluvias o nevadas excepcionales o terremotos, etc. que pudieran determinar graves daños a las carreteras.

SEGUNDO OBJETIVO: “Mantener una circulación segura” debe entenderse como la conservación en términos de calidad operativa y estará referida a la rugosidad superficial de la carretera ($IRI \leq 10$) y a la uniformidad geométrica del trazado, así como a la señalización y seguridad vial.

TERCER OBJETIVO: “Requerimientos debidos al tránsito, especialmente de carga”. Igualmente debe entenderse como la ejecución de acciones de conservación, consecuentes con un volumen previsible de la demanda, que no considera aumentos súbitos de los volúmenes de tránsito y menos del tránsito pesado.

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

La Carretera: Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo (Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú) de 280 km. de longitud aproximadamente forma parte de la Ruta Nacional N° PE-24. El tramo de carretera materia de estudio se encuentra ubicado en las Provincias de Cañete y Yauyos, en el departamento de Lima, y Concepción, en el departamento de Junín.

Las expresiones que se definen en este escrito, tendrán el sentido que se les atribuye en el mismo, por lo tanto, cada vez que se utilicen en los términos de referencia o en los demás documentos de las bases y del contrato, son aplicables al texto de los mismos.

Los términos que no se definen en este informe, tendrán el sentido que se les atribuye al mismo, por lo tanto, cada vez que se utilicen en los términos de referencia o en los demás documentos de las bases y del contrato, son aplicables al texto de los mismos.

Definiciones:

- **Ahuellamientos:** son hundimientos que se presentan en la franja o huella por donde circulan las ruedas de los vehículos. Se ocasionan por las deformaciones permanentes que producen en la estructura del pavimento las repeticiones de las cargas vehiculares. La medición de la profundidad máxima de

ahuellamiento se realiza con una regla de 3.0 m de longitud, colocada perpendicularmente al eje de la vía y se expresa en milímetros (mm), o por medio de otros equipos como transverso perfilografo o el equipo de medición laser.

- **Conservación Vial:** Conjunto de actividades que se realizan, de forma continua y sostenida, periódica o permanente, para mantener en un buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el transporte terrestre sea cómodo, seguro y económico. Comprende la conservación vial rutinaria, la conservación vial periódica, la gestión socio ambiental, la prevención y atención de emergencias y atención al usuario.
- **Conservación Vial Periódica :** conjunto de actividades que se ejecutan entre periodos, en general , de más de un año y que tiene el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales , de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplos de esta conservación son el tratamiento y renovación de la capa superficial y las reparaciones menores de los diferentes elementos físicos. Asimismo, en los sistemas tercerizados de conservación vial se incluyen, además actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales ordinarias y de cuidado y vigilancia de la vía.
- **Conservación Vial Rutinaria:** Conjunto de actividades que se adjuntan permanentemente a lo largo de la vía y que se realizan diariamente con la finalidad principal de perseverar todos los elementos viales con la mínima cantidad de alternativas o de daños y en lo posible, conservando las condiciones que tenia después de la construcción, de la conservación periódica, de la rehabilitación o de la reconstrucción. Debe ser de carácter preventivo e incluye las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones menores de los defectos puntuales. Asimismo, en los sistemas tercerizados de conservación vial se incluyen, además actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales ordinarias y de cuidado y vigilancia de la vía.

- **Fisuras y grietas:** Son hendiduras o rajaduras que se manifiestan en la superficie de rodadura y se ocasionan por diversas causas como la fatiga del pavimento debido a la repetición de cargas, a las condiciones climáticas y a las características de los materiales que constituyen el pavimento. La cuantificación se realiza midiendo las áreas figuradas o agrietadas y se determina en porcentaje del área fisurada o agrietada con respecto al área total del sector en análisis.

NORMAS DE CANTIDAD

La conservación vial depende de la adopción de normas que orienten la acción de programación para responder a las exigencias de los niveles de intervención de conservación, los mismos que se expresan en términos de cantidades anuales de trabajo que puedan ser requeridos.

Se presentan los criterios usados para la definición de las normas de cantidad que finalmente se emplearán en la conservación de las carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (afirmadas).

Criterios que definen las normas de cantidad

Los siguientes criterios generales son usados para desarrollar y expresar las normas de cantidad:

1. Expresan una cantidad anual, de acuerdo con el periodo de tiempo para el cual es preparado el presupuesto de ejecución.
2. Las cantidades representan los números de unidades de trabajo por cada unidad de inventario de carretera.
3. Las normas de cantidad no son específicas para una determinada sección de carretera, sino más bien genéricas y representarían las necesidades de mantenimiento promedio de un tipo de carretera con las mismas características generales. Esto debido a que las condiciones de la carretera varían considerablemente de un área a otra (edad de servicio, norma de diseño, situación o estado de la carretera, demanda del tránsito, etc.).
4. La red vial a ser mantenida está integrada por diversas carreteras y caminos, con diferentes grados de demanda. Las normas de cantidad para algunas

actividades pueden variar entre los tipos de carretera, por eso pueden ser ajustables con la experiencia propia de cada unidad ejecutora de conservación vial.

5. La norma ideal estimada es aquella cantidad con la cual se obtiene el máximo rendimiento promedio en la serviciabilidad de la carretera, sin que el costo y la extensión de la intervención sean excesivos. Esto significa que las exigencias técnicas y económicas deben ser consideradas para obtener una intervención de rentabilidad aceptable como adecuada.

Procedimientos para establecer las normas de cantidad

Las cantidades de trabajo para algunas actividades pueden ser estimadas en base a la experiencia año tras año. De esa manera las cantidades de trabajo en un año específico pueden ser pronosticadas con un grado de exactitud razonable. Para algunas zonas las cantidades de trabajo son difíciles de predecir, particularmente en aquellas que incluyen situaciones de emergencia o donde existen escasos datos que sirvan como referencia. Sin embargo, se debe reconocer la importancia de obtener el mejor estimado posible para las normas. Las normas de cantidad son fundamentales para el desarrollo del programa rutinario de trabajo y presupuesto de ejecución anual. Las normas de cantidad están basadas principalmente en:

- Normas previas desarrolladas por el MTC.
- Juicio de ingenieros especialistas con experiencia previa en trabajos de conservación vial.

• La experiencia de otros países podría ser útil si la fuente ha sido sistematizada. Así como la conservación vial es un proceso dinámico, igualmente lo deben ser las normas de cantidad. En consecuencia son susceptibles de reajustar, adecuándolas a las condiciones y tipos de carreteras, así como a las nuevas metodologías de trabajo empleadas. Esto se logra bajo un Sistema de Administración de Mantenimiento que permita realizar investigaciones sistematizadas y observaciones de campo a fin de efectuar los reajustes necesarios a las normas.

En tal sentido, el ente normativo de la autoridad competente deberá revisar y evaluar anualmente las normas de cantidad modificando las mismas, plazo que dependerá de la cantidad y solidez de los elementos de juicio reunidos que así lo justifiquen.

Normas de cantidad bajo el sistema de administración del mantenimiento

Las normas de cantidad son el conjunto de cantidades establecidas para cada actividad según el nivel de intervención, bajo el Sistema de Administración de Mantenimiento, considerándose representativas de las cantidades de trabajo requerido durante el año para mantener un adecuado nivel de servicio en las carreteras. En consecuencia, las normas de cantidad guardarán estrecha relación con la política del nivel de servicio deseado.

Las normas de cantidad se ven reflejadas en los requerimientos mostrados en el presupuesto anual de ejecución.

En caso sea necesario modificar el programa anual de conservación debido a las limitaciones del presupuesto, el ajuste en su aplicación seguramente bajará los niveles de servicio de la carretera.

Niveles de intervención

Los niveles de intervención resultantes de la ejecución del presupuesto anual para cada actividad de conservación, están referidos a:

- Condición: Definida por los deterioros, o estado de los diferentes elementos de la carretera, tales como: superficie de rodadura, drenaje, existencia o no de grava en el afirmado. Los niveles de condición que están definidos en la metodología visual de reconocimiento son: Muy bueno, Bueno, Regular, Malo y Muy malo.

- Ubicación: Definida por la ubicación geográfica: Costa, Sierra y Selva.

- Volumen de tránsito: Mediante el cual se distinguen cinco tipos de niveles de intervención y su aplicación está en función del IMD:

- 1) Nivel de Intervención 0: Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito clase 0, con IMD igual o menor a 15 vehículos por día.
- 2) Nivel de Intervención 1: Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito clase 1, con IMD entre 16 y 50 vehículos día.
- 3) Nivel de Intervención 2: Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito clase 2, con IMD entre 51 y 100 vehículos día.

4) Nivel de Intervención 3: Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito clase 3, con IMD entre 101 y 200 vehículos día.

5) Nivel de Intervención 4: Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito clase 4, con IMD mayor a 200 vehículos día. Se pueden variar los niveles de intervención de una clase de carretera a otra si son justificados los requerimientos; inclusive se pueden variar las normas de cantidad si son justificadas las cantidades requeridas para la carretera a conservar.

Aplicación de las normas de cantidad

Las normas de cantidad junto con el inventario de las características viales, definen el programa anual. Un ejemplo del uso de las normas de cantidad, se presenta a continuación:

Actividad de trabajo	132 – Bacheo
Unidad de trabajo	Metros cúbicos
Unidad de inventario	Kilómetros de camino no pavimentado
Normas de cantidad (condición regular)	Caminos clase 0: 0.5 m ³ / km
	Caminos clase 1: 3 m ³ / km
	Caminos clase 2: 30 m ³ / km
	Caminos clase 3: 35 m ³ / km
Inventario (supuesto)	Caminos clase 4: 35 m ³ / km
	Caminos clase 0: 250 km
	Caminos clase 1: 250 km
	Caminos clase 2: 700 km
	Caminos clase 3: 300 km
	Caminos clase 4: 500 km

Figura N° 4.1: Inventario de las características viales

Fuente: Banco Mundial "Paper N° 46"

Niveles de servicio

En la Ingeniería Vial de carreteras de alta capacidad, se asocia los conceptos de clase de carretera, capacidad, velocidad operativa, saturación y seguridad, con el nivel de servicio. Pero, en el caso de las carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito en las que su nivel de saturación respecto de la capacidad no es un parámetro crítico, los niveles de servicio establecen las condiciones en que deben conservarse las carreteras. Estas deben en todo momento presentar

un estado igual o menor que el nivel especificado. En este sentido, los “niveles de servicio” deben referirse a conceptos de: a) transitabilidad garantizada la mayor parte del tiempo; b) seguridad; y c) comodidad operativa medida en términos de rugosidad de la carretera.

a) **Transitabilidad** El concepto de “transitabilidad” en el Perú define una situación de “disponibilidad de uso”. Demuestra que una carretera específica está disponible para su uso, es decir, que no ha sido cerrada al tránsito público por causas de “emergencias viales” que la hubieran cortado en algún o en algunos lugares del recorrido, como consecuencia de deterioros mayores causados por fuerzas de la naturaleza, tales como deslizamientos de materiales saturados de agua (“huaicos”), desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma de la carretera, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, etc. por ejemplo. Este tipo de problemas, es el que causa mayor impacto en la vida de las poblaciones del país y ocurre mayormente en periodos de lluvias.

b) **Seguridad:** El problema de la falta de seguridad en la conducción de vehículos en las carreteras del país es muy grave. Los parámetros de accidentalidad de carácter internacional establece índices anuales de muertes por 100 millones de veh-km, identificables fácilmente en tres rangos: i) los países desarrollados, en el rango de 1 a 5 muertes; b) países en un proceso intermedio de desarrollo, con un rango de 5 a 10 muertes. Y los países prácticamente en el subdesarrollo, entre los cuales está el Perú, con un rango mayor a 10 muertes por cada 100 millones de veh-km/año. (Estudio de Seguridad Vial en el Perú. MTC – BM) Aunque en el Perú no se tienen estudios que establezcan por separado los índices de accidentalidad para las carreteras de alta demanda y baja demanda, se tiene la referencia internacional que indica mayor riesgo de ocurrencia de accidentes en carreteras de bajo volumen de tránsito donde el conductor está menos atento respecto de la aparición de otros vehículos.

c) **Comodidad en la conducción:** Si bien este concepto a simple vista podría parecer común, desde el punto de vista de la Ingeniería Vial resulta muy importante porque indica la apreciación de carácter operativo-económico que responde a la tecnología desarrollada por el Banco Mundial, sistematizada por el modelo de evaluación económica HDM de uso universal para el estudio de los proyectos y la gestión vial. Esto se fundamenta en el Modelo de Deterioro de las

Carreteras, desarrollado mediante investigaciones de hace más de cuarenta años y que continúan vigente. En este contexto, la comodidad es medida en términos del Índice Internacional de Rugosidad o IRI.

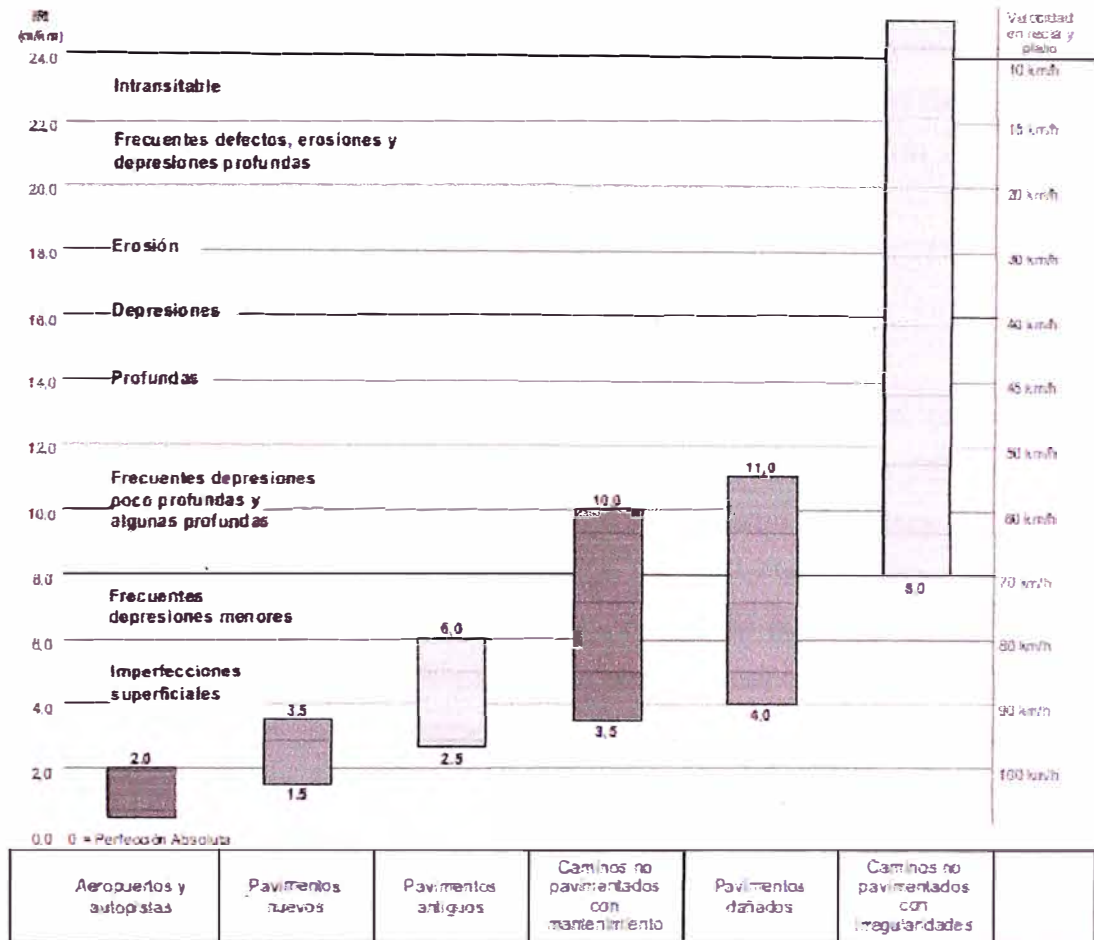


Figura N° 4.2: Escala de Rugosidad IRI (m/km)

Fuente: Banco Mundial "Paper N° 46"

El mal estado de las carreteras significa altos costos en los transportes y es identificable por las fallas y deterioros en la superficie de las carreteras. En las carreteras no pavimentadas con superficie de rodadura de grava, tierra y sus alternativas estabilizadas, los rangos de los IRI medidos arrojan valores entre 3.5 hasta 10.0 para carreteras calificadas por el Banco Mundial como Carreteras No Pavimentadas con Conservación. En los cuales se pueden conducir vehículos sin mayores problemas de seguridad. Por encima del valor 10 del IRI, se tiene una serie de valores de rugosidad que corresponden a carreteras sin conservación que presentan deterioros; situación que se buscará superar con el mejoramiento de la conservación vial en el Perú, pero que para ser realistas no significa necesariamente que requieran restauración urgente, porque pudieran

no estar en estado crítico. Para estos casos son aceptables valores del IRI hasta en el rango de 16 a 22 para carreteras de muy poco tránsito, menor de 15 veh/día y baja velocidad de circulación.

Estas cifras dan una buena idea de las posibilidades que se tiene de fijar niveles de servicio operativo económicamente adecuados a una economía bastante estrecha como la del Perú, en concordancia con una clasificación de carreteras en base a la demanda del tránsito en conjunción con un análisis de la fisiografía en la que se localizan.

Concepto de conservación vial

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, conservar es “Mantener una cosa o cuidar de su permanencia”, o también “Guardar con cuidado una cosa”. La conservación vial mantiene la misma significación, pero su aplicación tiene un sentido bastante más amplio. Por ello la conservación podría definirse como: “El conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo”. No obstante, para un cabal entendimiento del concepto de conservación vial, es necesario definir los objetivos y alcances de la conservación vial.

Rugosidad IRI (m/Km)	
0	
2	Superficie reciente nivelada de grava fina o superficie de suelo con excelente perfil longitudinal y transversal (usualmente encontrados solo en longitudes cortas).
4	Manejo confortable entre 80 - 100 km/h (velocidad en recta y plano), se perciben ondulaciones suaves u oscilaciones. Pequeñas depresiones (por ejemplo <5 mm / 3 m) y sin baches.
6	Manejo confortable entre 70 - 80 km/h (velocidad en recta y plano), pero se perciben movimientos repentinos y algunos golpeteos de neumático. Frecuentes depresiones moderadas poco profundas o baches poco profundos (por ejemplo 6 - 20 mm / 3 m con frecuencia de 5 - 10 en 50 m). Ondulaciones moderadas (por ejemplo 6 - 20 mm / 0.7 - 1.5 m).
8	Manejo confortable entre 50 - 70 km/h (velocidad en recta y plano). Frecuentes depresiones moderadas poco profundas o baches poco profundos (por ejemplo 20 - 30 mm / 3 - 5 m con frecuencia de 10 - 20 en 50 m), o depresiones ocasionales profundas o baches (por ejemplo 40 mm / 3 m con frecuencias menores a 5 en 50 m). Ondulaciones moderadas (por ejemplo 6 - 20 mm / 0.7 - 1.5 m).
10	
12	Manejo confortable a 50 km/h (o entre 40 - 70 km/h en secciones específicas - velocidad en recta y plano). Frecuentes depresiones transversales moderadas (por ejemplo 30 - 40 mm / 3 - 5 m con frecuencia de 10 - 20 en 50 m) o depresiones ocasionales profundas o baches (por ejemplo 40 - 80 mm / 3 m con frecuencias menores a 5 en 50 m). Ondulaciones fuertes (> 20 mm / 0.7 - 1.5 m).
14	
16	Manejo confortable aproximadamente a 30 km/h (o entre 30 - 40 km/h en secciones específicas - velocidad en recta y plano). Frecuentes depresiones transversales profundas y/o baches (por ejemplo 40 - 80 mm / 1 - 5 m con frecuencia de 5 - 10 en 50 m), o depresiones ocasionales profundas (por ejemplo 80 mm / 1 - 5 m con frecuencia menor que 5 en 50 m) con otras depresiones no profundas. No es posible evitar todas las depresiones excepto las peores.
18	
20	Velocidades mayores a 20 km/h (velocidad en recta y plano) podrían ocasionar incomodidad extrema y posibles daños al vehículo. El perfil de la carretera presenta frecuentes depresiones profundas y/o baches (por ejemplo 40 - 60 mm / 1 - 5 m en frecuencia de 10 - 15 en 50 m) y depresiones ocasionales profundas (por ejemplo > 80 mm / 0.6 - 2 m).
22	
24	Carretera se vuelve intrasitable, con velocidades menores a 15 km/h. Presenta un perfil muy malo con frecuentes defectos severos, depresiones y ahuellamientos muy profundos > 120 mm.

Figura N° 4.3: Escala de estimación de rugosidad en carreteras no pavimentadas (afirmadas o superficies de tierra)
Fuente: ASSHTO, 1962

Primeras especificaciones para rugosidad

Para el caso de pavimentos asfálticos nuevos, se consideró que el acabado debería ser tal que la Serviciabilidad de la vía estuviese comprendida en el rango superior de la escala del PSI, es decir, correspondiente a una Transitabilidad Muy Buena (PSI entre 4 y 5). Tomando como base un PSI igual a 4, que es un valor que se supuso podía ser alcanzado fácilmente mediante procesos constructivos convencionales, se estableció utilizando la expresión de Sayers que relaciona el IRI con el PSI (ver sección 1), que la rugosidad que debería solicitar la especificación era de 1.23 m/km. Fue opinión del Ministerio que tal valor era demasiado exigente y que, por tener la especificación un carácter experimental, debería establecerse un límite algo mayor, pero siempre correspondiente a una Transitabilidad en el rango de Buena (PSI entre 3 y 4). Así se estableció como un límite adecuado, para pavimentos totalmente nuevos, una rugosidad media máxima de 1.5 m/km.

Para el caso de pavimentos recapados, se consideró que la rugosidad de la nueva carpeta asfáltica dependería del grado de deformación de la carpeta antigua existente. Tomando en consideración que ya existía el criterio de proyectar recapados sólo para estructuras existentes con rugosidad no mayor de 3 m/km, se estableció como límite de rugosidad, para el caso de recapados, un valor de 2m/km, el cual equivale a un PSI de 3.5, es decir, el valor medio en el rango de Transitabilidad Buena.

Especificaciones actuales para rugosidad

Después de transcurridos más de 2 años de elaboradas las primeras especificaciones técnicas, período durante el cual se había estudiado, controlado y supervisado la rugosidad de más de 2,000 km de carreteras, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, a través del Proyecto Especial de Rehabilitación de la Infraestructura de Transportes (PERT), dio a conocer las nuevas especificaciones técnicas para rugosidad (Octubre 1995), las cuales se incluyeron como parte del control para la recepción de las obras. De acuerdo al documento publicado, la rugosidad de los pavimentos se deberá controlar calculando un parámetro denominado IRI característico (IRI_c), el cuál es igual al

IRI promedio mas el producto de un coeficiente estadístico igual a 1.645 por la desviación estándar ($IRI_c = IRI_{prom} + 1.645 \text{ Desv.Std.}$). Calculado el IRI característico (IRI_c), el sector o tramo es aceptado si cumple con las siguientes condiciones:

- a. En tramos de pavimento de nueva construcción, el índice IRI_c debe ser menor o igual a 2.0.
- b. En tramos de refuerzo del pavimento (recapados), el índice IRI_c debe ser menor o igual que 2.5.
- c. En tramos de sellado del pavimento, el índice IRI_c debe ser menor o igual que 3.0.

EVALUACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS

Red vial evaluada

En el período 1992-1996, se llevó a cabo en el Perú un gran programa de rehabilitación de carreteras, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el cual estuvo bajo la administración inicial de la Unidad Ejecutora de Proyectos del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (UEP), que posteriormente se convirtió en el Programa Especial de Rehabilitación de Infraestructura de Transportes (PERT). Los trabajos comprendieron la reparación de la Carretera Panamericana y la Carretera Central, vías fundamentales para el Perú. En consecuencia, fueron dichas carreteras fueron las primeras en ser evaluadas para la determinación de su rugosidad, primero durante los estudios para su rehabilitación y posteriormente al finalizar la etapa constructiva. Posteriormente se inicia un segundo programa de rehabilitación que continúa hasta la fecha, el que incluye las principales vías de penetración hacia el interior del país, y en consecuencia, las mediciones se extienden a dicha red.

4.3 PLANILLA DE METRADOS

Con la incorporación del tema de la rugosidad a la evaluación superficial de pavimentos, se ha logrado amalgamar una herramienta de trabajo sumamente valiosa y confiable, que permite optimizar la toma de decisiones en los proyectos

de rehabilitación y obtener pavimentos con mejor capacidad de servicio inicial en los proyectos de construcción, lo que incide en la disminución de los costos de operación vehicular, una mayor seguridad en las carreteras y en la prolongación de la vida útil de la red vial.

En la visita técnica de los kilómetros del 118+000 al 120+000 de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca – Huancayo, se realizó mediciones sectorizadas cada 400 m. aprox. con el equipo Merlín, de las cuales se dedujo que el $IRI_c = 6.85$, Obteniendo un $PSI = 1.4$ como se puede visualizar en el cuadro abajo.

Nº	FECHA DE ENSAYO	PROGRESIVA		LONGITUD m. aprox.	SUPERFICIE DE RODADURA	Lado Derecho		
		INICIO	FINAL			Rango "D"	IRI	PSI
1	22-may-10	120+000	119+600	400	Monocapa	101.6	5,38	1,9
2	22-may-10	119+600	119+200	400	Monocapa	85.4	4,62	2,2
3	22-may-10	119+200	118+800	400	Monocapa	103.5	5,47	1,8
4	22-may-10	118+800	118+400	400	Monocapa	131.7	6,80	1,5
5	22-may-10	118+400	118+000	400	Monocapa	105.1	5,55	1,8

Cuadro Nº 4.1: Resumen del IRI y Serviciabilidad de los km 118+000 al 120+000

Fuente: Elaboración de Propia

Numero de Ensayo		5	5
Media		5.5	1.8
Desviación Estándar		0.78	0.25
Coeficiente de Variación		7.1	7.3
IRI _c		6.8	
PSI			1.4
Máximo		6.7	2.2
Mínimo		4.6	1.5
CLASIFICACION DE LA TRANSITABILIDAD		1.4	MALA

Cuadro Nº 4.2: Clasificación de transitabilidad

Fuente: Elaboración de Propia

De ser el caso cuando la rugosidad llega a 10 (IRI) el cambio se aplicara sobre la superficie actual en la vía pavimentada (monocapa) de bajo volumen de transito,

una capa de tratamiento superficial compuesto de Slurry Seal, dicha actividad se debe realizar para alcanzar los niveles de servicio que son exigidos por las especificaciones técnicas.

Descripción de Cálculos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Longitud de Vía a mejorar} = 2 \text{ km} \\ \text{Ancho de Vía a mejorar} = 6 \text{ m} \\ \text{Altura de la capa de Slurry Seal} = 1 \text{ cm} \end{array} \right.$$

Total de superficie a aplicar la Capa de Slurry Seal = (2000 m)x (6 m)=
12000 m²

Por lo tanto: Se tiene que cambiar la capa asfáltica existente 12,000 m² de Superficie de Monocapa en mal estado (Inadecuada Transitabilidad) por una superficie de Slurry Seal.

LO CUAL IMPLICA EL SIGUIENTE MANTENIMIENTO PERIÓDICO Y RUTINARIO:

Presupuesto Mantenimiento Periódico

Presupuesto **0201022** **MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA: CAÑETE -- HUANCAYO**
Km. 118+000 AL Km. 120+000. MANTENIMIENTO A NIVEL DE
TRANSITABILIDAD
Subpresupuesto **001** **MANTENIMIENTO PERIODICO**
Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**
Lugar **ZUÑIGA - DV. YAUYOS** **17/04/2010**

Item	Descripción	Und.	Metrado
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES		
01.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1,00
01.02.00	INSTALACIONES PROVISIONALES	gb	1,00
01.03.00	TOPOGRAFIA	km	2,00
02.00.00	CALZADA		
02.01.00	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL	m ²	12,000
02.02.00	RIEGO DE LIGA O IMPRIMACION	m ²	12,000
03.00.00	SEÑALIZACION		
03.01.00	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	und	3,00
03.02.00	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	und	3,00

03.03.00	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	und	3,00
03.04.00	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	und	3,00
03.05.00	REPOSICION DE GUARDAVIAS	und	3,00
03.06.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	468,32
04.00.00	IMPACTO AMBIENTAL		
04.01.00	MITIGACION AMBIENTAL	glb	1,00
05.00.00	ATENCION DE EMERGENCIA		
05.01.00	ELIMINACION DE DERRUMBES MENORES A 50 m3	m3	96,42

Presupuesto Mantenimiento Rutinario

Presupuesto **0201022** **MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA: CAÑETE – HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000. MANTENIMIENTO A NIVEL DE TRANSITABILIDAD**

Subpresupuesto **002** **MANTENIMIENTO RUTINARIO**

Ciente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

Lugar **ZUÑIGA - DV. YAUYOS** 17/04/2010

Item	Descripción	Und.	Metrado
01.00.00	CALZADA		
01.01.00	LIMPIEZA GENERAL	km	2,00
01.02.00	TRATAMIENTO DE FISURAS	m	371,90
01.03.00	RIEGO DE LIGA	m2	12.000,00
01.04.00	ESTUDIO DE RUGOSIDAD	km	5,00
01.05.00	ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA	km	2,00
02.00.00	OBRAS DE ARTE		
02.01.00	LIMPIEZA DE CANAL	m	2.000,00
02.02.00	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	und	3,00
02.03.00	LIMPIEZA DE BADEN DE CONCRETO	und	1,00
03.00.00	SEÑALIZACION		
03.01.00	LIMPIEZA DE SEÑALES	und	6,00
03.02.00	LIMPIEZA DE HITOS KILOMETRICOS	und	2,00
03.03.00	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	und	11,85
03.04.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	468,32
04.00.00	RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN		
04.01.00	ESTUDIO DE TRÁFICO, ORIGEN-DESTINO E INVENTARIO CALIFICADO	km	2,00

4.4 COSTOS Y PRESUPUESTOS

La actividad de conservación rutinaria y mantenimiento periódico se deberá ejecutar desde el kilometro 118+000 al 120+000 , sin modificar la geometría existente de la vía, disponiendo los equipos necesarios para poder ejecutar esta actividad.

Presupuesto Mantenimiento Periódico

Presupuesto	0201022	MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA: CAÑETE – HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000. MANTENIMIENTO A NIVEL DE TRANSITABILIDAD			
Subpresupuesto	001	MANTENIMIENTO PERIODICO			
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
Lugar	ZUÑIGA - DV. YAUYOS				17/04/2010

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES				211.298,47
01.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1,00	161.289,51	161.289,51
01.02.00	INSTALACIONES PROVISIONALES	gb	1,00	45.965,68	45.965,68
01.03.00	TOPOGRAFIA	km	2,00	2.021,64	4.043,28
02.00.00	CALZADA				136.920,00
02.01.00	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL	m2	12.000,00	8,50	102.000,00
02.02.00	RIEGO DE LIGA	m2	12.000,00	2,91	34.920,00
03.00.00	SEÑALIZACION				8.327,68
03.01.00	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA	und	3,00	540,73	1.622,19
03.02.00	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA	und	3,00	302,85	908,55
03.03.00	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA	und	3,00	480,47	1.441,41
03.04.00	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS	und	3,00	123,54	370,62
03.05.00	REPOSICION DE GUARDAVIAS	und	3,00	165,31	495,93
03.06.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	468,32	7,45	3.488,98
04.00.00	IMPACTO AMBIENTAL				130.776,93
04.01.00	MITIGACION AMBIENTAL	gb	1,00	130.776,93	130.776,93
05.00.00	ATENCION DE EMERGENCIA				2.689,12
05.01.00	ELIMINACION DE DERRUMBES MENORES A 50 m3	m3	96,42	27,89	2.689,12
	COSTO DIRECTO				490.012,20
	GASTOS GENERALES (15%)				73.501,83
	UTILIDAD (10%)				49.001,22
	SUB - TOTAL				612.515,25
	IGV (19%)				116.377,90
	TOTAL PRESUPUESTO				728.893,15

Presupuesto Mantenimiento Rutinario

Presupuesto **0201022** **MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA: CAÑETE – HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000. MANTENIMIENTO A NIVEL DE TRANSITABILIDAD**

Subpresupuesto **002** **MANTENIMIENTO RUTINARIO**

Ciente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

Lugar **ZUÑIGA - DV. YAUYOS**

Costo al **17/04/2010**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.00.00	CALZADA				66.271,38
01.01.00	LIMPIEZA GENERAL	km	2,00	1.923,10	3.846,20
01.02.00	TRATAMIENTO DE FISURAS	m	371,90	4,46	1.658,68
01.03.00	RIEGO DE LIGA	m2	12.000,00	3,72	44.640,00
01.04.00	ESTUDIO DE RUGOSIDAD	km	5,00	2.414,94	12.074,70
01.05.00	ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA	km	2,00	2.025,90	4.051,80
02.00.00	OBRAS DE ARTE				4.639,49
02.01.00	LIMPIEZA DE CANAL	m	2.000,00	1,58	3.160,00
02.02.00	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	und	3,00	199,10	597,30
02.03.00	LIMPIEZA DE BADEN DE CONCRETO	und	1,00	882,19	882,19
03.00.00	SEÑALIZACION				3.726,31
03.01.00	LIMPIEZA DE SEÑALES	und	6,00	13,89	83,34
03.02.00	LIMPIEZA DE HITOS KILOMETRICOS	und	2,00	32,22	64,44
03.03.00	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS	und	11,85	7,56	89,55
03.04.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	468,32	7,45	3.488,98
04.00.00	RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN				1.547,00
04.01.00	ESTUDIO DE TRÁFICO, ORIGEN-DESTINO E INVENTARIO CALIFICADO	km	2,00	773,50	1.547,00
	COSTO DIRECTO				76.184,18
	GASTOS GENERALES (15%)				77.548,22
	UTILIDAD (10%)				51.698,81
	SUB - TOTAL				205.431,22
	IGV (19%)				39.031,93
	TOTAL PRESUPUESTO				244.463,15

Cabe mencionar que el mantenimiento durante los tres años costara:

1er Año periódico = S/. 728,893.15

2do Año rutinario = S/. 244,463.15

3er Año rutinario = S/. 244,463.15

Estudio de rugosidad (1 año)= S/.12,074.7

Total de ejecución del proyecto = S/. 1'217,819.44

Total de estudio de rugosidad (3 años)= S/.36,224.1

Analizando los costos de mantenimientos rutinarios y periódicos de la calzada se puede observar:

(1) Mantenimiento periódico en calzada :

02.00.00	CALZADA				136.920,00
02.01.00	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL	m2	12 000,00	8,50	102.000,00
02.02.00	RIEGO DE LIGA	m2	12 000,00	2,91	34.920,00

(2) Mantenimiento rutinario en calzada :

01.00.00	CALZADA				66.271,38
01.01.00	LIMPIEZA GENERAL	km	2,00	1.923,10	3.846,20
01.02.00	TRATAMIENTO DE FISURAS	m	371,90	4,46	1.658,68
01.03.00	RIEGO DE LIGA	m2	12 000,00	3,72	44.640,00
01.04.00	ESTUDIO DE RUGOSIDAD	km	5,00	2.414,94	12.074,70
01.05.00	ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA	km	2,00	2.025,90	4.051,80

De no darse una planificación en los mantenimientos rutinarios podría caerse en un mantenimiento periódico forzado lo cual es un costo por mal estudio de rugosidad (S/. 136,920.00-S/.66,271.38 =S/. 70,648.62)

Observación:

Entonces el estudio de rugosidad para el proyecto es el 2.97 % (S/.36,224.1) del presupuesto de mantenimiento; dicho presupuesto nos ayudaría a evitar en los tres años un posible mantenimiento periódico no programado incrementándose, un costo equivalente a 5.80% (S/.70,648.62) del presupuesto de mantenimiento.

4.5 PROGRAMACIÓN

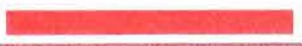


La determinación de la rugosidad para el mantenimiento vial, tiene una alta importancia puesto que nos puede prevenir gastos hasta del 3% de diferencia según el análisis de costos.

Para ello se ha tomado en cuenta las temperaturas y las estaciones climáticas de este sector de la carretera (118+000 al 120+000), concluyendo por lo menos en 2 mediciones por año ello nos garantizara saber cómo se encuentra la vía y si los agentes externos ya deterioraron la vía a través del IRI.

La actividad de tratamiento superficial, es una actividad que tiene rendimientos altos y solo depende de los equipos e insumos su producción, la colocación del tratamiento superficial según lo observado en los metrados sería en menos de una semana para los 2 kilómetros lo que implicaría que estos trabajos deberían programarse con otros kilómetros para poder dar continuidad a las actividades y no movilizar por solo este metrado de obra.

Item	Descripción	TIEMPO		
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
01.00.00	CALZADA			
02.00.00	OBRAS DE ARTE			
03.00.00	SEÑALIZACION			
04.00.00	RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN			

Cuadro N° 4.3: Programación de Mantenimiento Rutinario (*)

Item	Descripción	TIEMPO		
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES			
02.00.00	CALZADA			
03.00.00	SEÑALIZACION			
04.00.00	IMPACTO AMBIENTAL			
05.00.00	ATENCION DE EMERGENCIA			

Cuadro N° 4.4: Programación Mantenimiento Periódico (*)

CONCLUSIONES

- La rugosidad de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo (Sector: km 118+000 al km 120+000) presenta los siguientes resultados:

	IRI	PSI
Numero de Ensayo	5	5
Media	5,5	1,8
Desviación Estándar	0,78	0,25
Coefficiente de Variación	7,1	7,3
IRIc	6,8	
PSI		1,4
Máximo	6,7	2,2
Mínimo	4,6	1,5
CLASIFICACION DE LA TRANSITABILIDAD	1,4	MALA

- La vía se encuentra en malas condiciones (PSI=1.4), por lo tanto necesita un mantenimiento para la conservación vial.
- Para que el equipo Merlín proporcione adecuados valores de rugosidad es necesario efectuar su calibración con la pastilla y efectuar 3 mediciones por huella y por carril.
- Mediante una adecuada medición del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) con el equipo Merlín, se logra incrementar los rendimientos de medición de la rugosidad llegando a medir 0.8 Km./hr.
- La determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) permite la toma de decisiones en los Proyectos de Conservación con el fin de prolongar la vida útil de la carretera.
- La rugosidad de un camino se ha convertido en uno de los factores que influyen de manera directa en los costos de operación de los vehículos, por ello fue necesario contar con una escala que permitiera correlacionar los valores dados por los diversos equipos existentes en el mundo para

medición de rugosidad, por lo que se estableció el Índice Internacional de Rugosidad.

- Hay puntos críticos que son producto del mal uso de la vía como por ejemplo equipos sobre orugas y otros (los cuales no forman parte de la medición puesto que han sido separados en las cartillas de control del Anexo 3), también se separo aquellos puntos donde la rueda del Merlín tenía posible distorsión de modo que se pudo contar con una adecuada evaluación de la superficie de rodadura.
- Se aplico la metodología de trabajo de campo: considerando la seguridad vial, y la secuencia de toma de datos teniendo altos rendimientos de medición teniendo así una adecuada metodología para mediciones de rugosidades (con el equipo Merlín), entre los km 118+000 al 120+000 de la carretera Cañete-Huancayo.
- El presupuesto de los estudios de rugosidades con el equipo Merlín para el presente proyecto es el 2.97% (respecto al costo total presupuesto de mantenimiento, para los kilómetros 118+000 al 120+000 de la carretera Cañete -Huancayo) siendo aceptable dicho porcentaje, esto garantiza conocer el estado actual de la vía y así evitar caer en mayores gastos por mantenimientos no programados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el mantenimiento de carreteras a nivel de solución básica por lo menos 02 mediciones de rugosidad con el equipo Merlin por año lo cual dará los parámetros del estado en que se encuentra la vía.
- Para tramos ya existentes es necesario contar con umbrales de alerta (IRIGRAMAS, etc) para identificar tramos que requieren un mantenimiento urgente y los que se encuentran en ese momento en condiciones adecuadas de servicio.
- Se requieren fijar niveles de aceptación en la escala del Índice Internacional de Rugosidad para tramos a nivel de solución básica, con el objeto de contar con un parámetro para el control de calidad de las obras.

BIBLIOGRAFÍA

1. AYESA-ALPHA CONSULT; “Estudio Definitivo Carretera Lunahuaná – Yauyos - Chupaca”, Lima, Perú, 2005.
2. CAPECO; Boletín Técnico de Costos y Presupuestos, Última edición, Lima, Perú, 2010.
3. CHANG ALBITRES CARLOS – JOSÉ MELÉNDEZ PALMA, “Metodologías para la Determinación de la Rugosidad de Pavimentos y su Aplicabilidad en la Calibración de Equipos de Medición”, Lima, Perú, 2002.
4. DEL ÁGUILA RODRÍGUEZ PABLO; Manual de Usuario Merliner (Equipo para Rugosidad), Lima, Perú, 1996.
5. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, Lima, Perú, 2008.
6. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES – PROVIAS NACIONAL; Estudio de Pre inversión a nivel de Factibilidad del proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Lunahuaná – Yauyos – Chupaca, Lima, Perú, 2005.
7. TOREJON CARLOS, “Sistema de Gestión de Carreteras – MTC”, Lima – Perú 2000”
8. BANCO MUNDIAL “PAPER N° 46”

ANEXOS

ANEXO 1: COSTOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIODICO

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201022 MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000.**
MANTENIMIENTO A NIVEL DE TRANSITABILIDAD
 Subpresupuesto **002 MANTENIMIENTO RUTINARIO** Fecha presupuesto **17/04/2010**

Partida	01.01.00		LIMPIEZA GENERAL				
Rendimiento	km/DIA	MO. 0,2000	EQ. 0,2000		Costo unitario directo por : km	1.923,10	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	4,0000	17,88	71,52
0101010005	PEON		hh	4,0000	160,0000	11,00	1 760,00
							1.831,52
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1 831,52	91,58
							91,58

Partida	01.02.00		TRATAMIENTO DE FISURAS				
Rendimiento	m/DIA	MO. 1.200,0000	EQ. 1.200,0000		Costo unitario directo por : m	4,46	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0007	17,88	0,01
0101010003	OPERARIO		hh	4,0000	0,0267	13,75	0,37
0101010004	OFICIAL		hh	3,0000	0,0200	12,18	0,24
0101010005	PEON		hh	8,0000	0,0533	11,00	0,59
							1,21
	Materiales						
0240150009	SELLANTE ELASTOMERICO		kg		0,2200	5,52	1,21
							1,21
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	1,21	0,04
0301120010	SELLADOR DE FISURAS DE 125 HP		hm	1,0000	0,0067	79,29	0,53
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP		hm	1,0000	0,0067	62,42	0,42
0301140010	RUTEADOR 25 HP		hm	1,0000	0,0067	30,39	0,20
03011800010002	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP		hm	1,0000	0,0067	63,65	0,43
03012200070002	CAMION BARANDA 3 ton		hm	1,0000	0,0067	63,40	0,42
							2,04

Partida	01.03.00		SELLO ASFALTICO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2.400,0000	EQ. 2.400,0000		Costo unitario directo por : m2	3,72	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,5000	0,0017	17,88	0,03
0101010004	OFICIAL		hh	1,0000	0,0033	12,18	0,04
0101010005	PEON		hh	8,0000	0,0267	11,00	0,29
							0,36
	Materiales						
0201050023	EMULSION CATIONICA DE ROTURA LENTA Y SUPERE:		gal		0,2640	6,71	1,77
							1,77
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,36	0,02
03011000040002	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP :		hm	1,0000	0,0033	115,38	0,38
03011800010002	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP		hm	1,0000	0,0033	63,65	0,21
03012200080005	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 gal		hm	1,0000	0,0033	110,02	0,36
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD		hm	1,0000	0,0033	40,51	0,13
0301390014	ESPARCIDORA DE ARIDOS		hm	1,0000	0,0033	110,00	0,36
							1,46
	Subpartidas						
010318010215	ARENA ZARANDEADA		m3		0,0057	22,30	0,13
							0,13

Partida	01.04.00	ESTUDIO DE RUGOSIDAD					
Rendimiento	km/DIA	MO. 64,0000	EQ. 64,0000	Costo unitario directo por : km			2.414,94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,1250	12,18	1,52	
0102010001	TECNICO ESPECIALISTA	hh	1,0000	0,1250	17,88	2,24	
Materiales							
0267060020	CHALECOS DE SEGURIDAD CON CINTA REFLECTIVA	und		0,0700	88,36	6,19	
Equipos							
0301000039	RUGOSIMETRO	hm		48,0000	50,00	2.400,00	
03012200030008	CAMIONETA 4x2 PICK UP CABINA SIMPLE	hm	1,0000	0,1250	39,91	4,99	
2.404,99							

Partida	01.05.00	ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA					
Rendimiento	km/DIA	MO. 5,0000	EQ. 5,0000	Costo unitario directo por : km			2.025,90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	5,0000	8,0000	12,18	97,44	
0101010005	PEON	hh	4,0000	6,4000	11,00	70,40	
0102010001	TECNICO ESPECIALISTA	hh	1,0000	1,6000	17,88	28,61	
196,45							
Materiales							
0267060020	CHALECOS DE SEGURIDAD CON CINTA REFLECTIVA	und		0,0300	88,36	2,65	
0267110033	CONO DE SEGURIDAD	und		0,0300	18,28	0,55	
0267110045	SEÑALES	und		0,0200	20,00	0,40	
0292010032	MATERIALES VARIOS	%eq		5,0000	1.738,90	86,95	
90,55							
Equipos							
0301000040	DEFLECTOMETRO - VIGA BENKELMAN	hm		48,0000	30,50	1.464,00	
03012200030008	CAMIONETA 4x2 PICK UP CABINA SIMPLE	hm	1,0000	1,6000	39,91	63,86	
03012200040010	CAMION VOLQUETE 4x2 140-210 HP 6 m3	hm	1,0000	1,6000	131,90	211,04	
1.738,90							

Partida	02.01.00	LIMPIEZA DE CANAL					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120,0000	EQ. 120,0000	Costo unitario directo por : m			1,58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0067	17,88	0,12	
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,0667	11,00	0,73	
0,85							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	0,85	0,03	
0,03							
Subpartidas							
010303110107	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3		0,0250	27,89	0,70	
0,70							

Partida	02.02.00	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2,0000	EQ. 2,0000	Costo unitario directo por : und			199,10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,4000	17,88	7,15	
0101010005	PEON	hh	3,0000	12,0000	11,00	132,00	
139,15							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	139,15	4,17	
4,17							
Subpartidas							
010303110107	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3		2,0000	27,89	55,78	
55,78							

Partida	02.03.00	LIMPIEZA DE PUENTE					
Rendimiento	und/DIA	MO. 0,5000	EQ. 0,5000	Costo unitario directo por : und			882,19
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	1,6000	17,88	28,61	
0101010005	PEON	hh	4,0000	64,0000	11,00	704,00	
							732,61
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	732,61	36,63	
							36,63
Subpartidas							
010303110107	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3		4,0500	27,89	112,95	
							112,95

Partida	03.01.00	LIMPIEZA DE SEÑALES					
Rendimiento	und/DIA	MO. 50,0000	EQ. 50,0000	Costo unitario directo por : und			13,89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0320	17,88	0,57	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,1600	12,18	1,95	
0101010005	PEON	hh	2,0000	0,3200	11,00	3,52	
							6,04
Materiales							
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0,0100	20,57	0,21	
0290130019	DETERGENTE	kg		0,1000	10,72	1,07	
							1,28
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	6,04	0,18	
03012200030008	CAMIONETA 4x2 PICK UP CABINA SIMPLE	hm	1,0000	0,1600	39,91	6,39	
							6,57

Partida	03.02.00	LIMPIEZA DE HITOS KILOMETRICOS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 30,0000	EQ. 30,0000	Costo unitario directo por : und			32,22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0533	17,88	0,95	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,2667	13,75	3,67	
0101010004	OFICIAL	hh	2,0000	0,5333	12,18	6,50	
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,2667	11,00	2,93	
							14,05
Materiales							
0238010005	LIJA	und		2,0000	2,07	4,14	
02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOXICO BLANCO	gal		0,0250	222,35	5,56	
02400200090009	PINTURA ESMALTE EPOXICO NEGRO	gal		0,0150	147,82	2,22	
0240080012	THINNER	gal		0,0250	20,56	0,51	
							12,43
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	14,05	0,42	
03012200030008	CAMIONETA 4x2 PICK UP CABINA SIMPLE	hm	0,5000	0,1333	39,91	5,32	
							5,74

Partida	03.03.00	LIMPIEZA DE GUARDAVIAS					
Rendimiento	ml/DIA	MO. 100,0000	EQ. 100,0000	Costo unitario directo por : ml			7,56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0080	17,88	0,14	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,0800	12,18	0,97	
0101010005	PEON	hh	3,0000	0,2400	11,00	2,64	
							3,75

Materiales							
0238010005	LIJA		und		0,1000	2,07	0,21
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0,0350	27,64	0,97
0240080012	THINNER		gal		0,0050	20,56	0,10
0290130019	DETERGENTE		gal		0,1000	10,72	1,07
							2,35

Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	3,75	0,19
03012200070002	CAMION BARANDA 3 ton		hm	0,2500	0,0200	63,40	1,27
							1,46

Partida	03.04.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800,0000	EQ. 800,0000		Costo unitario directo por : m2	7,45	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,5000	0,0050	17,88	0,09	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,0100	13,75	0,14	
0101010005	PEON	hh	4,0000	0,0400	11,00	0,44	
							0,67

Materiales							
0240020017	PINTURA DE TRAFICO		gal	0,1000	50,63	5,06	
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO		kg	0,3500	3,32	1,16	
02400800150001	SOLVENTE XILOL		gal	0,0096	18,93	0,18	
							6,40

Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,67	0,03
0301120005	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO		hm	1,0000	0,0100	35,00	0,35
							0,38

Partida	04.01.00	ESTUDIO DE TRÁFICO, ORIGEN-DESTINO E INVENTARIO CALIFICADO					
Rendimiento	km/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000		Costo unitario directo por : km	773,50	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos						
423110002	ESTUDIO DE TRÁFICO, ORIGEN-DESTINO E INVENTAF	km		1,0000	773,50	773,50

ANEXO Nº 01 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201022 MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000.						
	MANTENIMIENTO A NIVEL DE TRANSITABILIDAD						
Subpresupuesto	001 MANTENIMIENTO PERIODICO					Fecha presupuesto	17/04/2010
Partida	01.01.00 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : glb			161.289,51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	Materiales						
0203030005	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS		glb		1,0000	161.289,51	161.289,51 161.289,51
Partida	01.02.00 INSTALACIONES PROVISIONALES						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : glb			45.965,68
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,2000	1,6000	17,88	28,61
0101010003	OPERARIO		hh	2,0000	16,0000	13,75	220,00
0101010005	PEON		hh	4,0000	32,0000	11,00	352,00
	Materiales						600,61
0203040017	CASETA OFICINA CONTRATISTA		m2		40,0000	148,06	5.922,40
0203040018	CASETA OFICINA SUPERVISION		m2		32,0000	148,06	4.737,92
0203040019	ALMACEN CERCADO		m2		60,0000	148,06	8.883,60
0203040020	S.S.H.H.		und		2,0000	10.890,00	21.780,00
	Equipos						41.323,92
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	600,61	30,03
	Subpartidas						30,03
010306020708	CONCRETO f _c =140 kg/cm ²		m3		12,0000	334,26	4.011,12
							4.011,12
Partida	01.03.00 TOPOGRAFIA						
Rendimiento	km/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : km			2.021,64
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	0,5000	4,0000	11,00	44,00
0101030000	TOPOGRAFO		hh	3,0000	24,0000	17,88	429,12
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		hh	6,0000	48,0000	11,00	528,00
01010300030005	NIVELADOR		hh	2,0000	16,0000	13,75	220,00
01010300030006	AYUDANTE NIVELADOR		hh	2,0000	16,0000	11,00	176,00
	Materiales						1.397,12
0204030001	ACERO CORRUGADO f _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60		kg		41,7178	2,64	110,13
0204120008	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0,0307	2,90	0,09
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1,9632	4,51	8,85
02310500010008	TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO		pln		0,1227	101,09	12,40
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0,2147	27,64	5,93
	Equipos						137,40
0301000025	ESTACION TOTAL		hm	2,0000	16,0000	10,58	169,28
0301000034	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	3,0000	24,0000	7,77	186,48
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	1.397,12	69,86
	Subpartidas						425,62
010306020708	CONCRETO f _c =140 kg/cm ²		m3		0,1840	334,26	61,50
							61,50
Partida	02.01.00 TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3.500,0000	EQ. 3.500,0000	Costo unitario directo por : m2			8,50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	Subpartidas						
010304020429	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL		m2		1,0000	8,50	8,50
							8,50

Partida	02.02.00	RIEGO DE LIGA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2.500,0000	EQ. 2.500,0000	Costo unitario directo por : m2		2,91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0006	17,88	0,01	
0101010004	OFICIAL	hh	2,0000	0,0064	12,18	0,08	
0101010005	PEON	hh	3,0000	0,0096	11,00	0,11	
						0,20	
Materiales							
02010500010008	ASFALTO DILUIDO MC-30	gal		0,3000	7,31	2,19	
0290130005	ESCOBAS	und		0,0010	5,18	0,01	
						2,20	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	0,20	0,01	
03012200050014	CAMION CISTERNA 4 X 2 (ASFALTO) 2,000 gl	hm	1,0000	0,0032	155,72	0,50	
						0,51	

Partida	03.01.00	REPOSICION DE SEÑAL INFORMATIVA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 4,0000	EQ. 4,0000	Costo unitario directo por : und		540,73	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,4000	17,88	7,15	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	2,0000	13,75	27,50	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	2,0000	12,18	24,36	
						59,01	
Materiales							
02041600010006	PLATINA DE FIERRO 1/8" x 2"	m		2,0000	4,05	8,10	
02041600010007	PLATINA DE FIERRO 3/16" x 1"	m		4,0000	2,98	11,92	
0210010005	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 mm	m2		0,9600	142,91	137,19	
0218010018	PERNOS 1/4" x 3"	jgo		0,5000	0,92	0,46	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0,0960	27,64	2,65	
0240050014	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0,0100	14,72	0,15	
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0,0130	1.160,68	15,09	
02400600100002	TINTA SERIGRAFICA ROJA	gal		0,0100	1.160,68	11,61	
0240080012	THINNER	gal		0,0200	20,56	0,41	
02550800010008	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0,0500	15,78	0,79	
0267110030	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD BLANCA	p2		10,3300	12,65	130,67	
						319,04	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	59,01	1,77	
0301330008	EQUIPO DE SOLDAR	hm	1,0000	2,0000	60,00	120,00	
						121,77	
Subpartidas							
010315010618	COLOCACION DE PANEL EN OBRA	und		1,0000	40,91	40,91	
						40,91	

Partida	03.02.00	REPOSICION DE SEÑAL PREVENTIVA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 6,0000	EQ. 6,0000	Costo unitario directo por : und		302,85	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,2667	17,88	4,77	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	1,3333	13,75	18,33	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	1,3333	12,18	16,24	
						39,34	
Materiales							
02041600010006	PLATINA DE FIERRO 1/8" x 2"	m		1,7000	4,05	6,89	
02041600010007	PLATINA DE FIERRO 3/16" x 1"	m		2,4000	2,98	7,15	
0210010005	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 mm	m2		0,3600	142,91	51,45	
0218010018	PERNOS 1/4" x 3"	jgo		0,2500	0,92	0,23	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0,0360	27,64	1,00	
0240050014	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0,0360	14,72	0,53	
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0,0210	1.160,68	24,37	
0240080012	THINNER	gal		0,0200	20,56	0,41	
02550800010008	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0,0500	15,78	0,79	
0267110037	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD AMARILLA	p2		3,8600	12,59	48,60	
						141,42	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	39,34	1,18	
0301330008	EQUIPO DE SOLDAR	hm	1,0000	1,3333	60,00	80,00	
						81,18	
Subpartidas							
010315010618	COLOCACION DE PANEL EN OBRA	und		1,0000	40,91	40,91	
						40,91	

Partida	03.03.00	REPOSICION DE SEÑAL REGLAMENTARIA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 6,0000	EQ. 6,0000	Costo unitario directo por : und			480,47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,2667	17,88	4,77	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	1,3333	13,75	18,33	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	1,3333	12,18	16,24	
39,34							
Materiales							
02041600010006	PLATINA DE FIERRO 1/8" x 2"	m		2,0000	4,05	8,10	
02041600010007	PLATINA DE FIERRO 3/16" x 1"	m		4,0000	2,98	11,92	
0210010005	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 mm	m2		0,9600	142,91	137,19	
0218010018	PERNOS 1/4" x 3"	jgo		0,5000	0,92	0,46	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0,0960	27,64	2,65	
0240050014	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0,0100	14,72	0,15	
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0,0130	1.160,68	15,09	
02400600100002	TINTA SERIGRAFICA ROJA	gal		0,0100	1.160,68	11,61	
0240080012	THINNER	gal		0,0200	20,56	0,41	
02550800010008	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0,0500	15,78	0,79	
0267110030	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD BLANCA	p2		10,3300	12,65	130,67	
319,04							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	39,34	1,18	
0301330008	EQUIPO DE SOLDAR	hm	1,0000	1,3333	60,00	80,00	
81,18							
Subpartidas							
010315010618	COLOCACION DE PANEL EN OBRA	und		1,0000	40,91	40,91	
40,91							

Partida	03.04.00	REPOSICION DE HITOS KILOMETRICOS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : und			123,54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,1600	17,88	2,86	
0101010003	OPERARIO	hh	2,0000	1,6000	13,75	22,00	
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,8000	11,00	8,80	
33,66							
Materiales							
02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOXICO BLANCO	gal		0,0250	222,35	5,56	
02400200090009	PINTURA ESMALTE EPOXICO NEGRO	gal		0,0150	147,82	2,22	
7,78							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	33,66	1,01	
1,01							
Subpartidas							
010303010522	EXCAVACION MANUAL	m3		0,1250	24,50	3,06	
010306020503	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3		0,0320	366,93	11,74	
010309010102	ENCOFRADO METALICO (MOLDE)	m2		1,0000	20,00	20,00	
010311010106	ACERO DE REFUERZO	kg		3,2500	4,42	14,37	
010313010113	CONCRETO CICLOPEO f'c= 140 kg/cm2 + 30% PG	m3		0,1250	255,32	31,92	
81,09							

Partida	03.05.00	REPOSICION DE GUARDAVIAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m			165,31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,5000	0,2000	17,88	3,58	
0101010003	OPERARIO	hh	2,0000	0,8000	13,75	11,00	
0101010004	OFICIAL	hh	2,0000	0,8000	12,18	9,74	
0101010005	PEON	hh	4,0000	1,6000	11,00	17,60	
41,92							
Materiales							
0204270012	GUARDAVIAS TRANSVERSAL	und		0,2620	223,06	58,44	
02460700010006	PERNOS PARA SUJECCION DE GUARDAVIAS	jgo		0,4200	28,13	11,81	
0263040007	POSTES DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO 1.20mts	und		0,4200	85,09	35,74	
105,99							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	41,92	1,26	
1,26							
Subpartidas							
010303010522	EXCAVACION MANUAL	m3		0,0450	24,50	1,10	
010306020708	CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3		0,0450	334,26	15,04	
16,14							

Partida	03.06.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800,0000	EQ. 800,0000	Costo unitario directo por : m2			7,45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,5000	0,0050	17,88	0,09	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,0100	13,75	0,14	
0101010005	PEON	hh	4,0000	0,0400	11,00	0,44	
0,67							
Materiales							
0240020017	PINTURA DE TRAFICO	gal		0,1000	50,63	5,06	
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0,3500	3,32	1,16	
02400800150001	SOLVENTE XIOL	gal		0,0096	18,93	0,18	
6,40							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	0,67	0,03	
0301120005	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	1,0000	0,0100	35,00	0,35	
0,38							

Partida	04.01.00	MITIGACION AMBIENTAL					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : glb			130.776,93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subpartidas							
010314010110	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	pto		48,0000	762,00	36.576,00	
010314010111	MONITOREO DE RUIDOS	pto		48,0000	126,00	6.048,00	
010314010140	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto		24,0000	313,00	7.512,00	
010314010152	REVEGETACION	ha		1,5600	5.910,96	9.221,10	
010314010207	READECUACION AMBIENTAL DE PLANTAS DE TRITURACION Y (m2		8.000,0000	1,47	11.760,00	
010314010213	RESTAURACION DE AREAS AFECTADAS POR CAMPAMENTO Y (m2		4.000,0000	1,54	6.160,00	
010314010421	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERA	m2		10.000,0000	1,49	14.900,00	
010314010510	ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EN BOTADERO	m3		5.000,0000	3,00	15.000,00	
010314010601	RESTAURACION DE AREAS AFECTADAS POR PATIO DE MAQUIII	m2		4.000,0000	1,54	6.160,00	
010315010414	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-1	und		4,0000	1.816,99	7.267,96	
010315010514	SEÑAL INFORMATIVA AMBIENTAL	m2		21,6000	470,92	10.171,87	
130.776,93							

Partida	05.01.00	ELIMINACION DE DERRUMBES MENORES A 50 m3					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 69,0000	EQ. 69,0000	Costo unitario directo por : m3			27,89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	0,0806	0,0093	12,18	0,11	
0,11							
Equipos							
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 200-250 HP 4-4.1 yd3	hm	0,0806	0,0093	214,36	1,99	
03012200040006	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	1,0000	0,1159	222,53	25,79	
27,78							

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto	0201022	MONITOREO DE CONSERVACION CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO Km. 118+000 AL Km. 120+000. MANTENIMIENTO A NIVEL DE TRANSITABILIDAD					
Subpresupuesto	001	MANTENIMIENTO PERIODICO					Fecha presupuesto 17/04/2010
Partida (010303010522-0201022-01) EXCAVACION MANUAL							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8,0000	EQ. 8,0000		Costo unitario directo por : m3		24,50
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,1000	17,88	1,79
0101010005	PEON		hh	2,0000	2,0000	11,00	22,00
							23,79
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	23,79	0,71
							0,71
Partida (010303030308-0201022-02) EXTRACCION Y APILAMIENTO							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 570,0000	EQ. 570,0000		Costo unitario directo por : m3		4,93
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0,2000	0,0028	17,88	0,05
0101010005	PEON		hh	2,0000	0,0281	11,00	0,31
							0,36
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	0,36	0,01
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1,0000	0,0140	325,53	4,56
							4,57
Partida (010303030316-0201022-01) EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA ANTACUSI)							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750,0000	EQ. 750,0000		Costo unitario directo por : m3		5,27
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0,2000	0,0021	17,88	0,04
0101010005	PEON		hh	2,0000	0,0213	11,00	0,23
0101010004	OFICIAL		hh	2,0000	0,0213	12,18	0,26
							0,53
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	0,53	0,02
03011700010008	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75-1.4 Y3		hm	1,0000	0,0107	201,86	2,16
03011800020007	TRACTOR DE ORUGAS 140-160 HP (CAT D-6)		hm	1,0000	0,0107	239,18	2,56
							4,74
Partida (010303050103-0201022-01) CHANCADO DE AGREGADOS (PIEDRA)							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 235,0000	EQ. 235,0000		Costo unitario directo por : m3		22,55
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0,5000	0,0170	17,88	0,30
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,0340	13,75	0,47
0101010005	PEON		hh	4,0000	0,1362	11,00	1,50
							2,27
		Materiales					

0201040003	PETROLEO	gal		0,1000	8,07	0,81
0222120003	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5,0000	18,48	0,92
						1,73

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	2,27	0,07
0301400006	ZARANDA VIBRATORIA 4' x 6' x 14" M.E 15 HP	hm	1,0000	0,0340	48,61	1,65
0301250007	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1,0000	0,0340	126,18	4,29
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	1,0000	0,0340	160,48	5,46
03014000010003	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75HP 46-70 ton/l	hm	1,0000	0,0340	208,09	7,08
						18,54

Partida	(010303050104-0201022-01) CHANCADO DE AGREGADOS (ARENA)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 104,0000	EQ. 104,0000	Costo unitario directo por m3		43,87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0154	17,88	0,28
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,0769	13,75	1,06
0101010005	PEON	hh	2,0000	0,1538	11,00	1,69
						3,02

Materiales

0201040003	PETROLEO	gal		0,1000	8,07	0,81
0222120003	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5,0000	38,04	1,90
						2,71

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	3,03	0,09
0301250007	GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW	hm	1,0000	0,0769	126,18	9,70
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	1,0000	0,0769	160,48	12,34
03014000010003	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75HP 46-70 ton/l	hm	1,0000	0,0769	208,09	16,00
						38,14

Partida	(010303050408-0201022-01) ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 235,0000	EQ. 235,0000	Costo unitario directo por m3		16,30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0034	17,88	0,06
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,0340	12,18	0,41
0101010005	PEON	hh	4,0000	0,1362	11,00	1,50
						1,97

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	1,97	0,10
03014000020006	FAJA TRANSPORTADORA 18"X 50" M.E 3HP 150ton/h	hm	1,0000	0,0340	6,35	0,22
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	0,2798	0,0095	160,48	1,52
0301400006	ZARANDA VIBRATORIA 4' x 6' x 14" M.E 15 HP	hm	1,0000	0,0340	48,61	1,65
0301250005	GRUPO ELECTROGENO 140HP 90KW	hm	1,0000	0,0340	110,51	3,76
03014000010003	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75HP 46-70 ton/l	hm	1,0000	0,0340	208,09	7,08
						14,32

Partida	(010303050420-0201022-02) ZARANDEO - ARENA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 183,0000	EQ. 183,0000	Costo unitario directo por : m3		14,12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,5000	0,0219	17,88	0,39
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,0437	13,75	0,50
0101010005	PEON	hh	3,0000	0,1311	11,00	1,44
						2,43

Materiales

0201040003	PETROLEO	gal		0,1700	8,07	1,37
						1,37

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	2,43	0,07
03014000020005	FAJA TRANSPORTADORA 18"x 50" M.E 3HP 150ton/h	hm	1,0000	0,0437	6,35	0,28
0301400006	ZARANDA VIBRATORIA 4' x 6' x 14" M.E 15 HP	hm	1,0000	0,0437	48,61	2,12
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	0,5000	0,0219	160,48	3,51
0301250004	GRUPO ELECTROGENO 116HP 75KW	hm	1,0000	0,0437	99,38	4,34
						10,33

Partida (010303060224-0201022-01) TRANSPORTE DE MATERIAL A PLANTA (D=0.30 km)

Rendimiento	m3/DIA	MO. 563,0000	EQ. 563,0000	Costo unitario directo por : m3			3,16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Equipos							
03012200040006	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	1,0000	0,0142	222,53	3,16	
						3,16	

Partida (010303060225-0201022-01) TRANSPORTE INTERNO (D=0.30 km)

Rendimiento	m3/DIA	MO. 563,0000	EQ. 563,0000	Costo unitario directo por : m3			5,39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0,9000	0,0128	13,75	0,18	
						0,18	
Equipos							
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	0,9000	0,0128	160,48	2,05	
03012200040006	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	1,0000	0,0142	222,53	3,16	
						5,21	

Partida (010303060309-0201022-01) CARGUIO

Rendimiento	m3/DIA	MO. 690,0000	EQ. 690,0000	Costo unitario directo por : m3			1,93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	0,5000	0,0058	12,18	0,07	
						0,07	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	0,07	0,00	
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	1,0000	0,0116	160,48	1,86	
						1,86	

Partida (010303060309-0201022-02) CARGUIO

Rendimiento	m3/DIA	MO. 690,0000	EQ. 690,0000	Costo unitario directo por : m3			1,93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	0,5000	0,0058	12,18	0,07	
						0,07	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	0,07	0,00	
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 yd3	hm	1,0000	0,0116	160,48	1,86	
						1,86	

Partida (010304020429-0201022-01) TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON SLURRY SEAL							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3500,0000	EQ. 3500,0000	Costo unitario directo por : m2			8,50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1,0000	0,0023	12,18	0,03
0101010002	CAPATAZ		hh	1,0000	0,0023	17,88	0,04
0101010005	PEON		hh	4,0000	0,0091	11,00	0,10
							0,17
Materiales							
0201050022	EMULSION CATIONICA DE ROTURA RAPIDA CRS-2		gal		0,3000	6,67	6,69
							6,69
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,17	0,01
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD		hm	0,5000	0,0011	40,51	0,04
03011800010002	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP		hm	0,5000	0,0011	63,65	0,07
0301100015	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10		hm	1,0000	0,0023	80,00	0,18
03012200080005	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 gal		hm	1,0000	0,0023	110,02	0,25
03011000040002	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5 - 20 ton		hm	1,0000	0,0023	115,38	0,27
0301390004	ESPARCIDORA DE AGREGADOS		hm	1,0000	0,0023	150,00	0,35
							1,17
Subpartidas							
010318010318	PIEDRA CHANCADA P/TRAT.SUPERFICIAL (1RA CAPA)		m3		0,0140	33,47	0,47
							0,47

Partida (010305010131-0201022-01) TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONCRETOS							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50,0000	EQ. 50,0000	Costo unitario directo por : m3			37,94
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0,0645	0,0103	12,18	0,13
							0,13
Equipos							
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 200-250 HP 4 4.1 yd3		hm	0,0645	0,0103	214,36	2,21
03012200040006	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	1,0000	0,1600	222,53	35,60
							37,81

Partida (010305010132-0201022-01) TRANSPORTE DE AGREGADOS A OBRA							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 38,0000	EQ. 38,0000	Costo unitario directo por : m3			51,62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0,1000	0,0211	12,18	0,26
							0,26
Equipos							
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 200-250 HP 4-4.1 yd3		hm	0,1000	0,0211	214,36	4,52
03012200040006	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	1,0000	0,2105	222,53	46,84
							51,37

Partida (010306020503-0201022-01) CONCRETO f'c=175 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18,0000	EQ. 18,0000	Costo unitario directo por : m3			366,93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1,0000	0,4444	17,88	7,95	
0101010004	OFICIAL	hh	3,0000	1,3333	12,18	16,24	
0101010003	OPERARIO	hh	3,0000	1,3333	13,75	18,33	
0101010005	PEON	hh	6,0000	2,6667	11,00	29,33	
							71,85
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0,2800	7,93	2,22	
0201010025	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0,0800	47,24	3,78	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7,5000	21,71	162,83	
							168,82
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	71,85	2,16	
03012900010006	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1,0000	0,4444	4,89	2,17	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 18 HP	hm	1,0000	0,4444	10,67	4,74	
							9,07
Subpartidas							
010318010108	AGUA PARA ESTRUCTURA	m3		0,1800	29,97	5,39	
010318010317	PIEDRA CHANCADA 1/2", 3/4" PARA CONCRETOS	m3		0,7000	36,76	25,73	
010318010210	ARENA GRUESA DE CANTERA	m3		0,5000	81,06	40,53	
010305010131	TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONCRETOS	m3		1,2000	37,94	45,53	
							117,18

Partida (010306020708-0201022-02) CONCRETO f'c=140 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18,0000	EQ. 18,0000	Costo unitario directo por : m3			334,26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1,0000	0,4444	17,88	7,95	
0101010004	OFICIAL	hh	3,0000	1,3333	12,18	16,24	
0101010003	OPERARIO	hh	3,0000	1,3333	13,75	18,33	
0101010005	PEON	hh	6,0000	2,6667	11,00	29,33	
							71,85
Materiales							
0201010025	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0,0800	47,24	3,78	
0201030001	GASOLINA	gal		0,5400	7,93	4,28	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		6,0000	21,71	130,26	
							138,32
Equipos							
03012900010006	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1,0000	0,4444	4,89	2,17	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p3 18 HP	hm	1,0000	0,4444	10,67	4,74	
							6,91
Subpartidas							
010318010108	AGUA PARA ESTRUCTURA	m3		0,1800	29,97	5,39	
010318010317	PIEDRA CHANCADA 1/2", 3/4" PARA CONCRETOS	m3		0,7000	36,76	25,73	
010318010210	ARENA GRUESA DE CANTERA	m3		0,5000	81,06	40,53	
010305010131	TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONCRETOS	m3		1,2000	37,94	45,53	
							117,18

(010309010102-0201022-01) ENCOFRADO METALICO (MOLDE)							
Partida		MO. 1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : m2			20,00
Rendimiento	m2/DIA						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
0204280003	ENCOFRADO METALICO	und		1,0000	20,00	20,00	20,00

(010309020101-0201022-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							
Partida		MO. 14,0000	EQ. 14,0000	Costo unitario directo por : m2			53,45
Rendimiento	m2/DIA						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0571	17,88	1,02	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,5714	12,18	6,96	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,5714	13,75	7,86	
0101010005	PEON	hh	2,0000	1,1429	11,00	12,57	
							28,41
Materiales							
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0,2000	2,85	0,57	
0204120008	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0,2000	2,90	0,58	
0222140009	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0,0500	67,76	3,39	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		1,5400	4,51	6,95	
02310500010008	TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO	pln		0,1200	101,09	12,13	
							23,61
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	28,41	1,42	
							1,42

(010311010106-0201022-01) ACERO DE REFUERZO							
Partida		MO. 250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg			4,42
Rendimiento	kg/DIA						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,5000	0,0160	17,88	0,29	
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,0320	11,00	0,35	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,0320	12,18	0,39	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,0320	13,75	0,44	
							1,47
Materiales							
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0,0500	2,85	0,14	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1,0500	2,64	2,77	
							2,91
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	1,47	0,04	
							0,04

(010313010113-0201022-01) CONCRETO CICLOPEO f'c= 140 kg/cm2 + 30% PG							
Partida		MO. 18,0000	EQ. 18,0000	Costo unitario directo por : m3			255,32
Rendimiento	m3/DIA						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subpartidas							
010318010310	PIEDRA SELECCIONADA	m3		0,3000	71,12	21,34	
010306020708	CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3		0,7000	334,26	233,98	
							255,32

(010314010110-0201022-01) MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE							
Partida							
Rendimiento	pto/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000		Costo unitario directo por :	pto	762,00
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0427010016		MONITOREO DE AIRE	pto		1,0000	762,00	762,00
							762,00

(010314010111-0201022-01) MONITOREO DE RUIDOS							
Partida							
Rendimiento	pto/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000		Costo unitario directo por :	pto	126,00
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0427010017		MONITOREO DE RUIDOS	pto		1,0000	126,00	126,00
							126,00

(010314010140-0201022-01) MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA							
Partida							
Rendimiento	pto/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000		Costo unitario directo por :	pto	313,00
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos							
0427010027		MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto		1,0000	313,00	313,00
							313,00

(010314010152-0201022-01) REVEGETACION							
Partida							
Rendimiento	ha/DIA	MO. 0,2000	EQ. 0,2000		Costo unitario directo por :	ha	5.910,96
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010004		OFICIAL	hh	1,0000	40,0000	12,18	487,20
0101010005		PEON	hh	10,0000	400,0000	11,00	4.400,00
							4.887,20
Materiales							
0290210008		PLANTAS NATIVAS	kg		3,0000	60,00	180,00
							180,00
Equipos							
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	4.887,20	244,36
							244,36
Subpartidas							
010318010109		AGUA PARA LA OBRA	m3		20,0000	29,97	599,40
							599,40

(010314010207-0201022-01) READECUACION AMBIENTAL DE PLANTAS DE TRITURACION Y DE ASFA							
Partida							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2000,0000	EQ. 2000,0000		Costo unitario directo por :	m2	1,47
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010002		CAPATAZ	hh	1,0000	0,0040	17,88	0,07
0101010005		PEON	hh	2,0000	0,0080	11,00	0,09
							0,16
Equipos							
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	0,16	0,01
0301180002		TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1,0000	0,0040	325,53	1,30

1,31

(010314010213-0201022-01) RESTAURACION DE AREAS AFECTADAS POR CAMPAMENTO Y OTROS							
Partida	MO. 4000,0000		EQ. 4000,0000		Costo unitario directo por : m2		1,54
Rendimiento	m2/DIA						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	6,0000	0,0120	11,00	0,13
	Equipos						0,13
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,13	0,01
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1,0000	0,0020	325,53	0,65
	Subpartidas						0,66
010318010109	AGUA PARA LA OBRA		m3		0,0250	29,97	0,75
							0,75

(010314010421-0201022-01) READECUACION AMBIENTAL DE CANTERA							
Partida	MO. 3400,0000		EQ. 3400,0000		Costo unitario directo por : m2		1,49
Rendimiento	m2/DIA						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4,0000	0,0094	11,00	0,10
	Equipos						0,10
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,10	0,01
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1,0000	0,0024	325,53	0,78
	Subpartidas						0,79
010318010109	AGUA PARA LA OBRA		m3		0,0200	29,97	0,60
							0,60

(010314010510-0201022-01) ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EN BOTADERO							
Partida	MO. 1050,0000		EQ. 1050,0000		Costo unitario directo por : m3		3,00
Rendimiento	m3/DIA						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0008	17,88	0,01
0101010005	PEON		hh	1,0000	0,0076	11,00	0,08
	Equipos						0,10
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,09	0,00
03011000040002	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5 - 20 ton		hm	0,5000	0,0038	115,38	0,44
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1,0000	0,0076	325,53	2,47
							2,92

(010314010601-0201022-01) RESTAURACION DE AREAS AFECTADAS POR PATIO DE MAQUINAS							
Partida	MO. 4000,0000		EQ. 4000,0000		Costo unitario directo por : m2		1,54
Rendimiento	m2/DIA						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	6,0000	0,0120	11,00	0,13
	Equipos						0,13
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,13	0,01
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1,0000	0,0020	325,53	0,65
	Subpartidas						0,66

010318010109	AGUA PARA LA OBRA	m3		0,0250	29,97	0,75
						0,75

Partida (010315010414-0201022-01) ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-1
Rendimiento und/DIA MO. 1,0000 EQ. 1,0000 Costo unitario directo por : und 1.816,99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,5000	4,0000	17,88	71,52
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	8,0000	12,18	97,44
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	8,0000	13,75	110,00
0101010005	PEON	hh	3,0000	24,0000	11,00	264,00
						542,96
Materiales						
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0,0500	18,93	0,95
0204160008	PLATINA DE ACERO 2" x 3/16"	m		0,2000	6,14	1,23
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0,1900	27,64	5,25
0240070003	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0,1900	27,64	5,25
0204160007	PLATINA DE ACERO LIVIANO DE 3/16" X 3"	m		0,6000	11,28	6,77
0255080019	SOLDADURA (AWS E6011)	kg		0,6500	15,40	10,01
0204190003	PLANCHA ACERO 9.5 mm x 1.22 m x 2.40 m.	pza		0,0154	997,18	15,36
0204190002	PLANCHA ACERO 16 mm x 1.22 m x 2.40 m.	pza		0,0141	1 715,13	24,18
0218010008	PERNOS 5/8" x 14" + T + A	pza		8,0000	7,21	57,68
0204030007	ACERO ESTRUCTURAL GRADO 36	ton		0,0260	2 443,05	63,52
0265030003	TUBO DE FIERRO NEGRO STD. D=3"	m		9,0000	27,62	248,58
						438,77
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	542,96	27,15
0301270006	SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA DE 400 A	hm	0,5000	4,0000	60,00	240,00
						267,15
Subpartidas						
010303010522	EXCAVACION MANUAL	m3		1,0560	24,50	25,87
010309020101	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0,9600	53,45	51,31
010311010106	ACERO DE REFUERZO	kg		23,9000	4,42	105,64
010306020503	CONCRETO fc=175 kg/cm2	m3		1,0500	366,93	385,28
						568,10

Partida (010315010514-0201022-01) SEÑAL INFORMATIVA AMBIENTAL
Rendimiento m2/DIA MO. 6,0000 EQ. 6,0000 Costo unitario directo por m2 470,92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,2667	17,88	4,77
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	1,3333	12,18	16,24
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	1,3333	13,75	18,33
						39,34
Materiales						
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0,0100	18,93	0,19
0255080019	SOLDADURA (AWS E6011)	kg		0,0290	15,40	0,45
0240050014	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0,1000	14,72	1,47
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0,1000	27,64	2,76
0204210013	TEE DE ACERO LIVIANO DE 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 6 m	pza		0,5100	49,90	25,45
0267110037	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD AMARILLA	p2		10,7600	12,59	135,47
0210010005	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 mm	m2		1,0000	142,91	142,91
						308,70
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	39,34	1,97

0301270006	SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA DE 400 A	hm	1,0000	1,3333	60,00	80,00
						81,97

Subpartidas

010315010618	COLOCACION DE PANEL EN OBRA	und		1,0000	40,91	40,91
						40,91

Partida	(010315010618-0201022-01) COLOCACION DE PANEL EN OBRA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : und		40,91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0800	17,88	1,43
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,4000	12,18	4,87
0101010005	PEON	hh	2,0000	0,8000	11,00	8,80
						15,10
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3,0000	15,10	0,45
03012200070002	CAMION BARANDA 3 ton	hm	1,0000	0,4000	63,40	25,36
						25,81

Partida	(010318010108-0201022-01) AGUA PARA ESTRUCTURA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 38,0000	EQ. 38,0000	Costo unitario directo por : m3		29,97

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,2105	11,00	2,32
						2,32
Equipos						
03012200050011	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000 gl	hm	1,0000	0,2105	131,35	27,65
						27,65

Partida	(010318010109-0201022-01) AGUA PARA LA OBRA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 38,0000	EQ. 38,0000	Costo unitario directo por : m3		29,97

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,2105	11,00	2,32
						2,32
Equipos						
03012200050011	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000 gl	hm	1,0000	0,2105	131,35	27,65
						27,65

Partida	(010318010210-0201022-02) ARENA GRUESA DE CANTERA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 199,0000	EQ. 199,0000	Costo unitario directo por : m3		81,06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
010303060309	CARGUIO	m3		1,2500	1,93	2,41
010303030308	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3		1,2500	4,93	6,16
010303050420	ZARANDEO - ARENA	m3		1,2500	14,12	17,65
010303050104	CHANCADO DE AGREGADOS (ARENA)	m3		1,2500	43,87	54,84
						81,06

Partida	(010318010310-0201022-01) PIEDRA SELECCIONADA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : m3		71,12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
010318010311	SELECCION DE PIEDRA	m3		1,2500	15,60	19,50

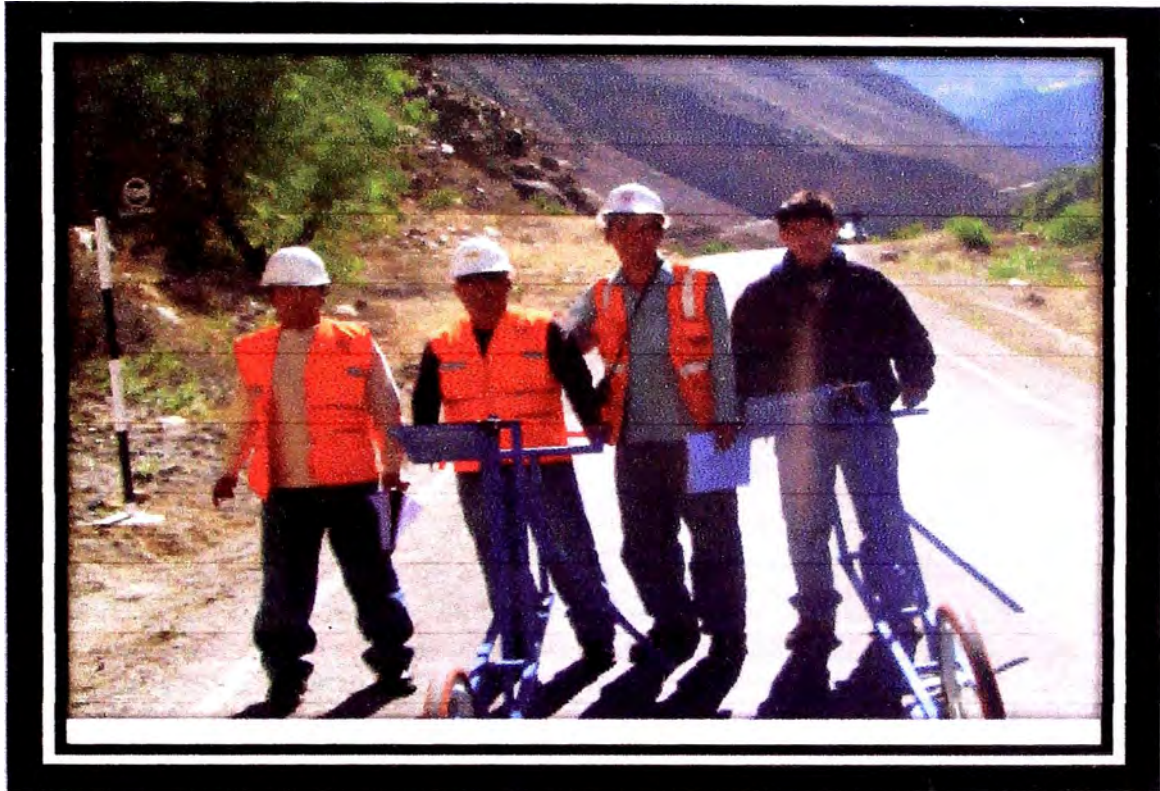
ANEXO 2: PANEL FOTOGRAFICO DE LA MEDICION CON EL EQUIPO MERLIN



Modelo de equipo Merlín usado en la medición



Superficie de rodadura 118+000 al 120+000



Fotografía del grupo de personas que participaron en la medición



Ancho de vía 6mts (118+000 al 120+000)



Alcantarilla, punto crítico de medición



Medición sobre la huella de la vía.

ANEXO 3: CALCULOS DEL IRI Y PSI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD - MERLIN REGISTRO GRAFICADO

CARTILLA DE CONTROL DEL MERLIN - TRRL (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO	: Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo	GRUPO	: N° 05
SECTOR	: Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú	OPERADOR	: GONZALO TORRES
TRAMO	: 120+000	ING. INSTRUCT.	: ELIFIO QUIRÓNEZ
CARRIL	: DERECHO	HORA DE INICIO	: 8:00
FECHA	: 22/05/2010	HORA DE TÉRMINO	: 8:30

DATOS DE LA MUESTRA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	24	15	11	23	20	14	28	16	22
2	1	19	18	15	21	14	22	25	29	22
3	41	14	14	19	17	17	19	18	11	19
4	33	13	15	18	14	27	23	29	22	20
5	22	17	19	12	22	19	10	17	21	19
6	2	15	16	18	12	19	27	23	27	14
7	19	21	17	15	11	20	19	9	9	14
8	8	15	10	18	16	15	16	14	25	20
9	6	20	23	23	30	18	25	11	10	27
10	2	20	21	24	17	20	20	15	18	17
11	16	25	27	15	23	15	18	19	12	12
12	16	17	18	22	11	21	16	18	17	13
13	5	14	16	18	15	22	20	11	14	20
14	14	12	18	21	17	22	25	21	3	12
15	17	6	13	11	15	17	18	18	22	18
16	11	18	10	20	27	14	20	17	13	18
17	12	23	19	23	18	12	19	11	5	18
18	18	15	19	15	26	18	12	13	14	16
19	23	23	18	24	20	30	29	18	22	13
20	20	22	10	21	25	19	18	10	22	21

TIPOS DE PAVIMENTO :

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO MONOCAPA

TRATAMIENTO SLURRY SEAL

RECAPEO ASFÁLTICO

SELLO

OTRO:

OBSERVACIONES

Huella derecha km 120	Lect
1,1 inicio	na
1, 2 Piedron y foto	1
2, 12 fin de curva	17
3, 12 señalizacion y foto sin muro	na



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD - MERLIN REGISTRO GRAFICADO

CARTILLA DE CONTROL DEL MERLIN - TRRL (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO	: Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo	GRUPO	: N° 05
SECTOR	: Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú	OPERADOR	: GONZALO TORRES
TRAMO	: 119+600	ING. INSTRUCT.	: ELIFIO QUIÑÓNEZ
CARRIL	: DERECHO	HORA DE INICIO	: 8:30
FECHA	: 22/05/2010	HORA DE TÉRMINO	: 9:00

DATOS DE LA MUESTRA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	15	16	18	11	19	21	21	10	23	16
2	18	25	20	14	13	19	18	19	13	16
3	19	21	16	17	17	12	21	15	25	9
4	15	26	21	20	22	17	25	14	20	13
5	19	24	20	26	11	24	17	18	21	3
6	11	14	16	15	22	24	18	17	23	1
7	7	15	15	26	17	22	13	10	9	18
8	15	7	14	20	23	14	21	14	14	15
9	16	17	20	20	17	20	16	12	18	17
10	19	15	15	23	11	14	14	17	12	25
11	15	24	16	28	19	15	1	8	21	16
12	15	25	28	27	18	12	20	30	22	18
13	16	14	14	16	18	20	10	14	21	17
14	12	23	19	21	14	3	21	21	24	16
15	21	26	21	25	15	15	14	8	20	9
16	15	6	19	16	21	14	24	17	20	20
17	15	13	21	10	11	7	14	17	17	15
18	17	24	16	13	11	26	19	16	21	18
19	24	16	24	15	3	19	18	16	26	24
20	22	13	16	13	21	21	15	14	15	25

TIPOS DE PAVIMENTO :

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO MONOCAPA

TRATAMIENTO SLURRY SEAL

RECAPEO ASFÁLTICO

SELLO

OTRO:

OBSERVACIONES

Huella derecha km 120	Lect
5 - 13 iniciando Curva	18
6 - 3 fin e inicio	12
6 - 16 descendimiento de monocapa 50 cm x 10 m de long	14
7 - 15 fin de curva	14
10 - 13 19+ 300	na



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD - MERLIN REGISTRO GRAFICADO

CARTILLA DE CONTROL DEL MERLIN - TRRL (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO	: Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo	GRUPO	: N° 05
SECTOR	: Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú	OPERADOR	: GONZALO TORRES
TRAMO	: 119+200	ING. INSTRUCT.	: ELIFIO QUIÑONEZ
CARRIL	: DERECHO	HORA DE INICIO	: 9:00
FECHA	: 22/05/2010	HORA DE TÉRMINO	: 9:30

DATOS DE LA MUESTRA

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

TIPOS DE PAVIMENTO :

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO MONOCAPA

TRATAMIENTO SLURRY SEAL

RECAPEO ASFÁLTICO

SELLO

OTRO:

OBSERVACIONES

Huella derecha km 120	Lect
1, 5 JIBA	1
1, 6 JIBA	1
1, 13 ALCANTARILLA	1
1, 14 ALCANTARILLA	24
1, 15 INICIO DE CURVA	34
3, 20 FIN DE CURVA E INICIO	22
4, 13 FIN DE CURVA E INICIO	12
5, 13 JIBA Y 119	1
7, 4 FIN DE CURVA	16



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD - MERLIN REGISTRO GRAFICADO

CARTILLA DE CONTROL DEL MERLIN - TRRL (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo
SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
TRAMO : 118+800
CARRIL : DERECHO
FECHA : 22/05/2010

GRUPO : N° 05
OPERADOR : GONZALO TORRES
ING. INSTRUCT. : ELIFIO QUIÑONEZ
HORA DE INICIO : 9:30
HORA DE TÉRMINO : 10:00

DATOS DE LA MUESTRA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	15	19	18	18	9	27	1	10	3	21
2	18	21	17	17	9	8	17	18	5	7
3	21	18	16	23	1	6	34	20	25	7
4	23	15	6	13	1	17	50	11	3	15
5	31	16	10	25	12	10	35	1	15	17
6	24	14	18	23	9	1	13	1	11	17
7	14	17	16	34	12	9	1	26	13	16
8	19	19	31	16	17	14	45	1	26	14
9	17	12	9	3	19	1	19	21	23	19
10	12	20	12	4	5	7	3	10	23	8
11	7	14	19	5	14	29	10	23	23	15
12	7	15	12	10	24	7	1	26	13	7
13	12	22	10	12	21	16	30	21	13	16
14	8	19	12	23	14	25	20	12	1	18
15	10	17	11	16	31	15	23	13	13	13
16	17	16	13	16	22	20	6	11	17	39
17	12	11	19	24	10	16	24	15	20	34
18	13	18	12	32	10	34	29	10	16	18
19	17	10	16	29	10	1	13	37	1	18
20	15	15	37	27	17	1	15	18	11	22

TIPOS DE PAVIMENTO :

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO MONOCAPA



TRATAMIENTO SLURRY SEAL

RECAPEO ASFÁLTICO

SELLO

OTRO:

OBSERVACIONES

Huella derecha km 120	Lect
3, 13 inicio de curva	10
4, 8 alcantarilla	16
4, 15 fin de Curva	16
5, 3 inflexion	1
5, 4 pedregoso	1
6, 6 pedregoso	1
6, 15 desgaste, encalaminado	15
7, 7 desgaste, encalaminado	1

Huella derecha km 120	Lect
7, 11 pedaduras	10
8, 5 encalaminado	1
8, 8 encalaminado	1
9, 13 inicio de Curva	13
10, 16 parche	39
10, 19 fin de curva	18



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD - MERLIN REGISTRO GRAFICADO

CARTILLA DE CONTROL DEL MERLIN - TRRL (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO	: Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo	GRUPO	: N° 05
SECTOR	: Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú	OPERADOR	: GONZALO TORRES
TRAMO	: 118+400	ING. INSTRUCT.	: ELIFIO QUIÑONEZ
CARRIL	: DERECHO	HORA DE INICIO	: 10:00
FECHA	: 22/05/2010	HORA DE TÉRMINO	: 10:30

DATOS DE LA MUESTRA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	29	5	1	10	22	17	14	22	10
2	3	15	17	20	5	8	14	19	22	16
3	19	29	13	24	22	19	24	29	12	13
4	13	28	21	26	10	18	21	15	17	17
5	16	24	7	14	15	12	19	17	21	17
6	21	15	22	19	15	12	17	20	18	15
7	7	7	5	24	21	19	5	25	19	7
8	18	14	5	30	14	10	9	23	15	6
9	1	5	20	3	16	22	8	35	24	14
10	23	1	10	28	12	12	12	16	17	11
11	2	17	20	20	20	6	8	19	18	14
12	13	19	8	26	15	15	15	24	11	15
13	27	26	11	1	19	22	21	24	18	14
14	17	23	15	13	17	17	17	20	17	13
15	18	20	16	25	21	28	10	16	19	15
16	23	35	8	17	14	15	17	21	16	14
17	32	26	21	17	24	22	19	21	18	15
18	22	20	27	17	14	21	15	21	13	14
19	20	25	16	1	10	16	19	16	15	14
20	22	23	7	15	25	14	19	22	16	15

TIPOS DE PAVIMENTO :

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO MONOCAPA

TRATAMIENTO SLURRY SEAL

RECAPEO ASFÁLTICO

SELLO

OTRO:

OBSERVACIONES

Huella derecha km 120	Lect
1, 9 alcantarilla hasta 1, 11	1
1, 15 desplazamiento	18
2, 6 inicio de curva	15
3, 7 enclaminado	5
2, 9 fin de curva	5
3, 14 inicio de curva	15
3, 20 grieta	7
4, 9 parche	3

Huella derecha km 120	Lect
3, 19 fin de curva	16
7, 17 (18+100)	na
8, 4 curva vertical	15
9, 1 fin de curva vertical	22



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD

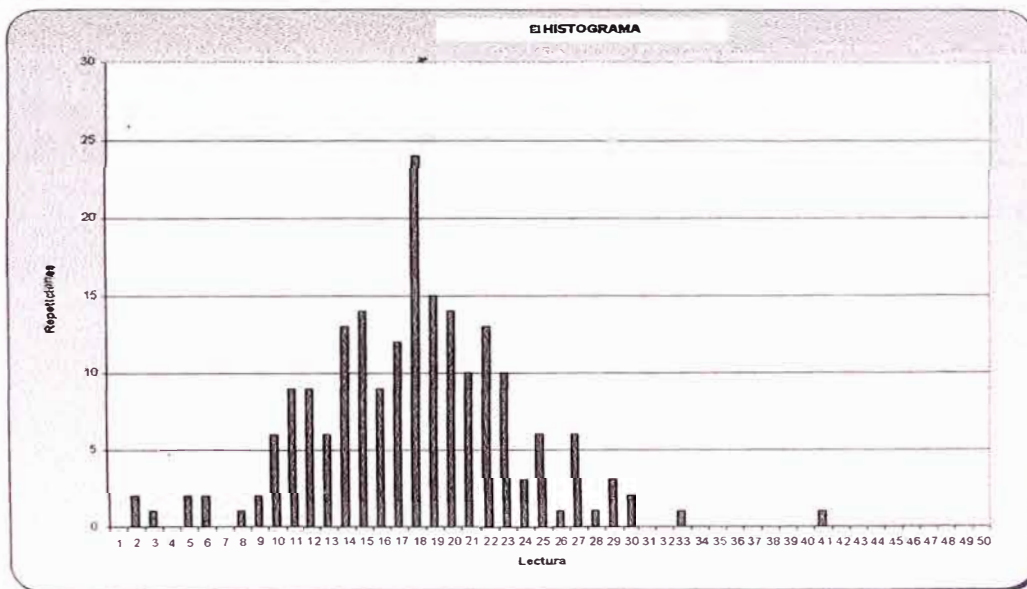
PROYECTO : Carretera Cafete - Yauyos – Huancayo
SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
TRAMO : 120+000
CARRIL : DERECHO
SUP. RODADURA : Monocapa

GRUPO : N° 05
OPERADOR : GONZALO TORRES
ING. INSTRUCT. : Elifio Quiñones
FECHA : 22/05/2010

CALCULO DE LA RUGOSIDAD

1. Distribución de Frecuencias

1	0
2	2
3	1
4	0
5	2
6	2
7	0
8	1
9	2
10	6
11	9
12	9
13	6
14	13
15	14
16	9
17	12
18	24
19	15
20	14
21	10
22	13
23	10
24	3
25	6
26	1
27	6
28	1
29	3
30	2
31	0
32	0
33	1
34	0
35	0
36	0
37	0
38	0
39	0
40	0
41	1
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



TOTAL 199 datos

2. Ancho del histograma

Número de datos descartados: 20 (10 en cada extremo)

Rango D 101,6714 mm
Factor de Corrección 0,9243

3. Cálculo de la Rugosidad

$R = 0.593 + 0.0471 D (D > 40)$
 $R = 0.0619 D (D < 40)$

R = 5,38 IRI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD

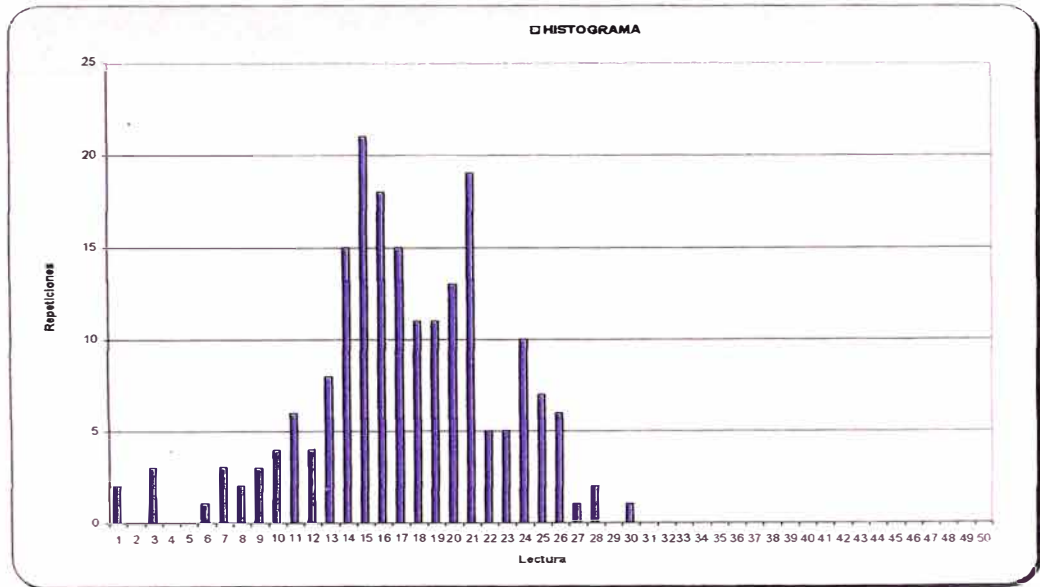
PROYECTO : Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo
SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
TRAMO : 119+500
CARRIL : DERECHO
SUP. RODADURA : Monocapa

GRUPO : N° 05
OPERADOR : GONZALO TORRES
ING. INSTRUCT. : Elifio Quiñones
FECHA : 22/05/2010

CALCULO DE LA RUGOSIDAD

1. Distribución de Frecuencias

Table with 2 columns: Index (1-50) and Frequency (0-21). Shows the distribution of 196 data points across 50 categories.



TOTAL 196 datos

2. Ancho del histograma

Número de datos descartados: 20 (10 en cada extremo)

Rango D 85,4964 mm
Factor de Corrección 0,9243

3. Cálculo de la Rugosidad

R=0.593 + 0.0471 D (D>40)
R = 0.0619 D (D<40)

R = 4,62 IRI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD

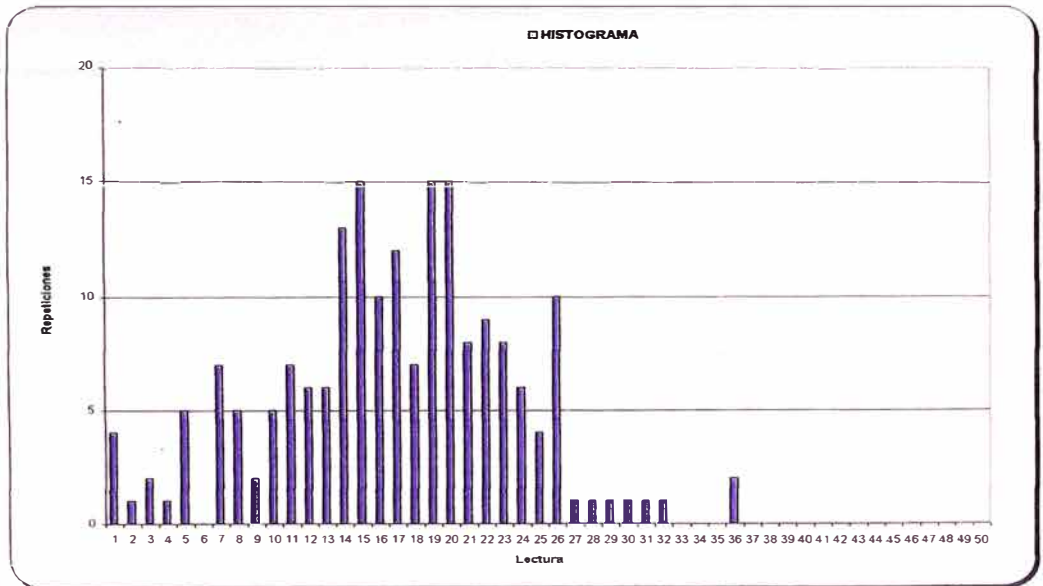
PROYECTO : Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo
SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
TRAMO : 119+200
CARRIL : DERECHO
SUP. RODADURA : Monocapa

GRUPO : N° 05
OPERADOR : GONZALO TORRES
ING. INSTRUCT. : Elifio Quiñones
FECHA : 22/05/2010

CALCULO DE LA RUGOSIDAD

1. Distribución de Frecuencias

1	4
2	1
3	2
4	1
5	6
6	0
7	7
8	5
9	2
10	5
11	7
12	5
13	6
14	13
15	16
16	10
17	12
18	7
19	16
20	16
21	8
22	9
23	8
24	6
25	4
26	10
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1
33	0
34	0
35	0
36	2
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



TOTAL 191 datos

2. Ancho del histograma

Número de datos descartados: 20 (10 en cada extremo)

Rango D 103,5200 mm
Factor de Corrección 0,9243

3. Cálculo de la Rugosidad

$R = 0.593 + 0.0471 D (D > 40)$
 $R = 0.0619 D (D < 40)$

R = 5,47 IRI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD

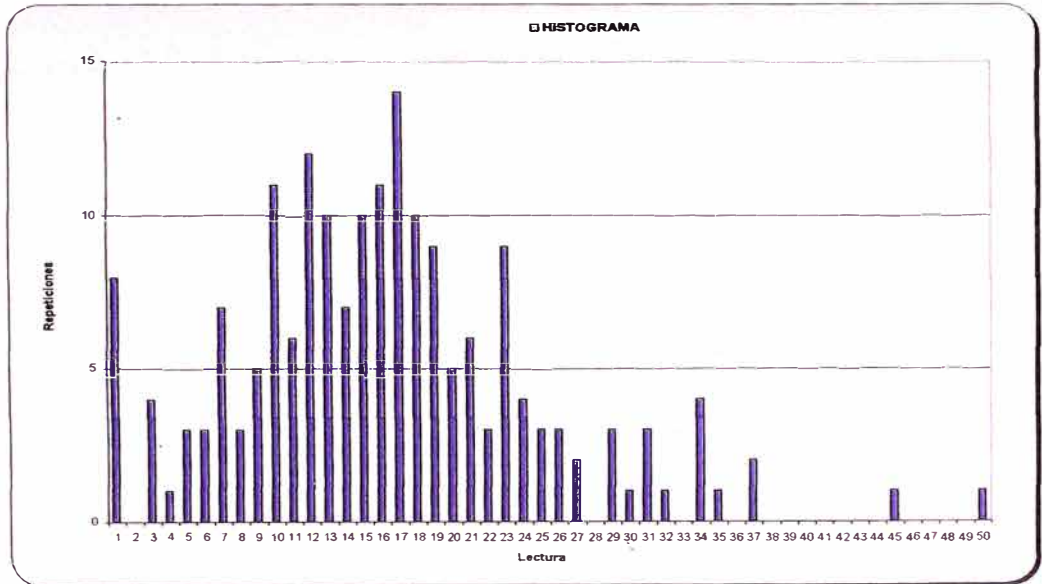
PROYECTO : Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo
SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
TRAMO : 118+800
CARRIL : DERECHO
SUP. RODADURA : Monocapa

GRUPO : N° 05
OPERADOR : GONZALO TORRES
ING. INSTRUCT. : Elifio Quiñones
FECHA : 22/05/2010

CALCULO DE LA RUGOSIDAD

1. Distribución de Frecuencias

1	8
2	0
3	4
4	1
5	3
6	3
7	7
8	3
9	6
10	11
11	6
12	12
13	10
14	7
15	10
16	11
17	14
18	10
19	9
20	5
21	6
22	3
23	9
24	4
25	3
26	3
27	2
28	0
29	3
30	1
31	3
32	1
33	0
34	4
35	1
36	0
37	2
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	1
46	0
47	0
48	0
49	0
50	1



TOTAL 186 datos

2. Ancho del histograma

Número de datos descartados: 20 (10 en cada extremo)

Rango D 131,7107 mm
Factor de Corrección 0,9243

3. Cálculo de la Rugosidad

$R = 0.593 + 0.0471 D \text{ (D > 40)}$
 $R = 0.0619 D \text{ (D < 40)}$

R = 6,80 IRI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

MEDICION DE LA RUGOSIDAD

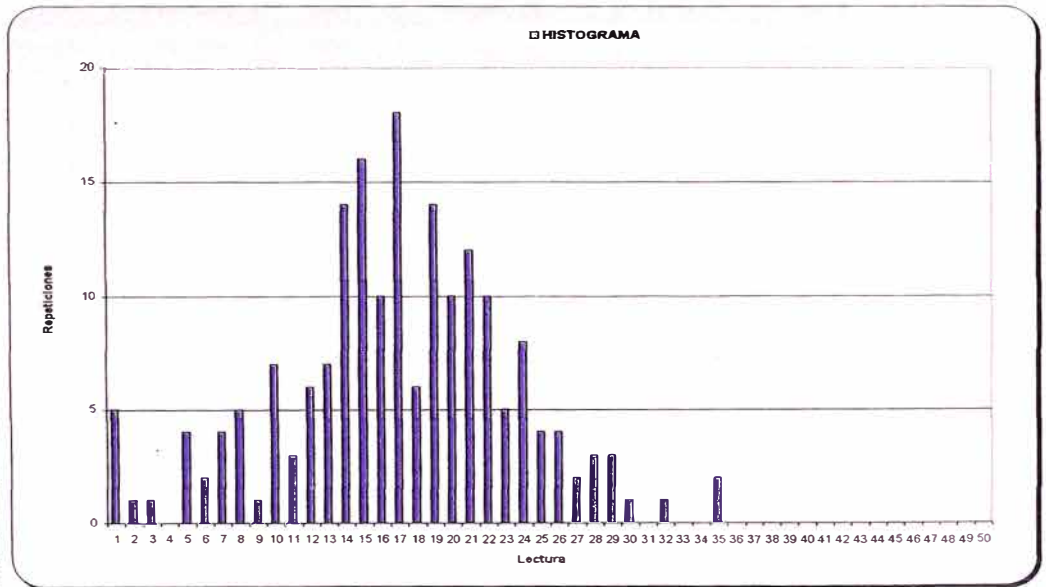
PROYECTO : Carretera Cafete - Yauyos - Huancayo
SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
TRAMO : 118+400
CARRIL : DERECHO
SUP. RODADURA : Monocapa

GRUPO : N° 05
OPERADOR : GONZALO TORRES
ING. INSTRUCT. : Elifio Quiñones
FECHA : 22/05/2010

CALCULO DE LA RUGOSIDAD

1. Distribución de Frecuencias

1	6
2	1
3	1
4	0
5	4
6	2
7	4
8	6
9	1
10	7
11	3
12	6
13	7
14	14
15	16
16	10
17	18
18	6
19	14
20	10
21	12
22	10
23	6
24	8
25	4
26	4
27	2
28	3
29	3
30	1
31	0
32	1
33	0
34	0
35	2
36	0
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



TOTAL 189 datos

2. Ancho del histograma

Número de datos descartados: 20 (10 en cada extremo)

Rango D 105,1375 mm
Factor de Corrección 0,9243

3. Cálculo de la Rugosidad $R=0.593 + 0.0471 D (D>40)$
 $R = 0.0619 D (D<40)$

R = 5,55 IRI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA TITULACIÓN 2010 - I

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO TERMINADO

PROYECTO	: Carretera Cañete - Yauyos – Huancayo	GRUPO	: N° 05
SECTOR	: Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú	OPERADOR	: GONZALO TORRES
TRAMO	: 120+000 al 118+000	ING. INSTR	: Elifio Quiñones
CARRIL	: DERECHO	FECHA	: 22/05/2010
SUP. RODADURA	: Monocapa		

MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD

N°	FECHA DE ENSAYO	PROGRESIVA		LONGITUD m.	SUPERFICIE DE RODADURA	Lado Derecho		
		INICIO	FINAL			Serviciabilidad		
						Rango "D"	IRI	PSI
1	22-may-10	120+000	119+600	400	Monocapa	101,671	5,38	1,9
2	22-may-10	119+600	119+200	400	Monocapa	85,496	4,62	2,2
3	22-may-10	119+200	118+800	400	Monocapa	103,520	5,47	1,8
4	22-may-10	118+800	118+400	400	Monocapa	131,711	6,80	1,5
5	22-may-10	118+400	118+000	400	Monocapa	105,138	5,55	1,8
6								
7								
8								
9								
10								

Numero de Ensayo		5	5
Media		5,56	1,8
Desviación Estandar		0,783	0,251
Coeficiente de Variación		7,1	7,3
IRIc		6,85	
PSI			1,4
Máximo		6,80	2,2
Mínimo		4,62	1,5
CLASIFICACION DE LA TRANSITABILIDAD		1,44	MALA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - TITULACIÓN 2010 - I

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO TERMINADO

PROYECTO : Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo
 SECTOR : Corredor Vial N° 13 del Proyecto Perú
 TRAMO : 120+000 al 118+000
 CARRIL : DERECHO
 SUP. RODADURA : Monocapa

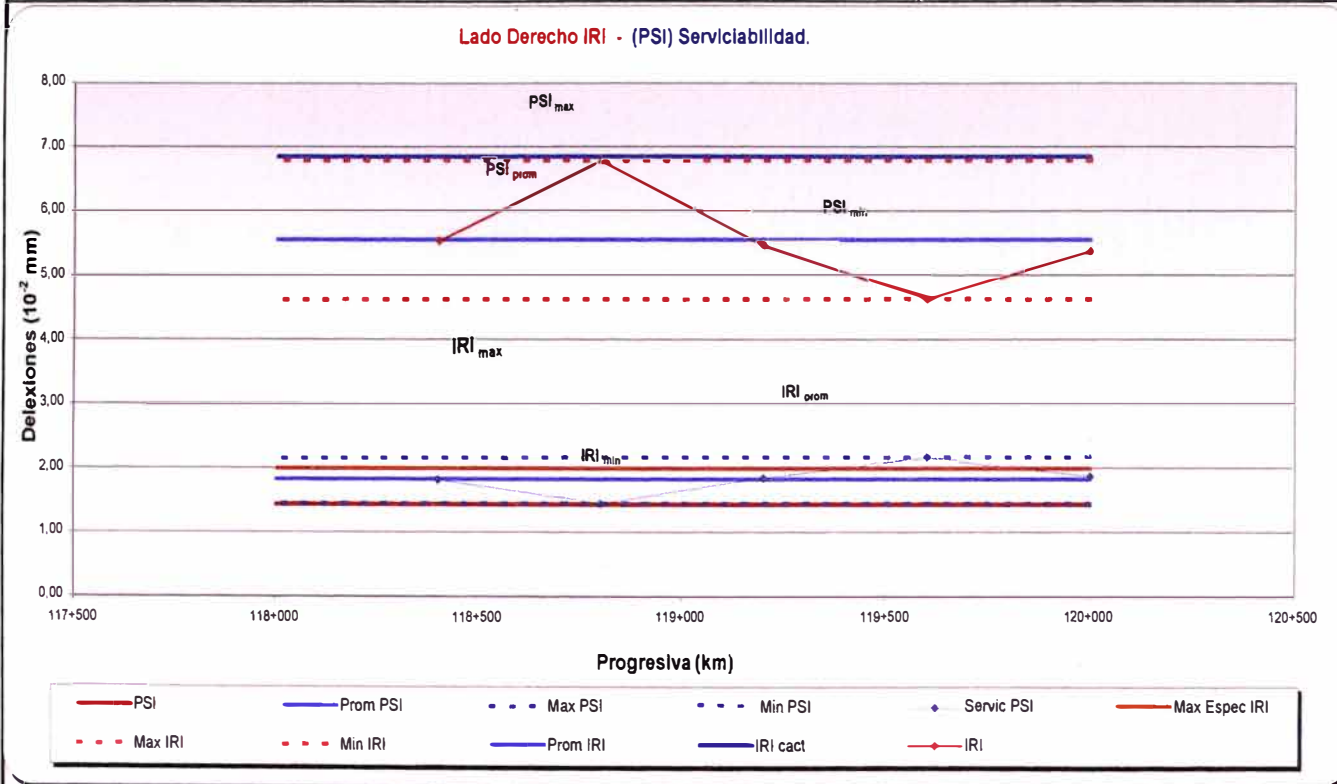
GRUPO : N° 05
 OPERADOR : GONZALO TORRES
 ING. INSTRUC : Elifio Quiñones
 FECHA : 22/06/2010

RUGOSIDAD - IRI (m/km) - SERVICIABILIDAD (PSI)

SECTOR : Km. 120+000 - Km. 118+000

IRI_{max} : 2,00

Serviciabilidad (PSI)



Cálculos

Lado Derecho

$$IRI_m = 5,56 \quad \sigma = 0,78$$

$$IRI_c = IRI_m + 1.645 \times \sigma = 6,852$$