

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN
NICOLÁS GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE –
PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

ALONDRA MARILYN MENDOZA MANRIQUE

ASESOR:

MGTR. GONZALO HUGO DÍAZ GARCÍA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

CHIMBOTE – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) MENDOZA MANRIQUE, ALONDRA MARILYN cuyo título es: EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACION NICOLAS GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCION , - 2018 .

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ...11... (número) DNCE (letras).

Chimbote, 13 de diciembre del 2018



Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO
PRESIDENTE



Mgr. DIAZ GARCIA GONZALO HUGO
SECRETARIO



Mgr. MANILLA JACOBO CARLOS SANTOS
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DEDICATORIA

A mis padres, Miguel y Doris
por brindarme su apoyo incondicional y enseñarme
que en la vida uno siempre tiene que ser perseverante
ante cualquier obstáculo que se presente.

A mi hijo Luccas Danilo, la personita
que me motiva a seguir adelante cada día.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme vida y sabiduría para permitirme llegar a este momento, bendiciéndome día a día.

A mis padres Miguel y Doris, por brindarme su amor y apoyo incondicional en todo momento

A mi pareja Jhonatan por su apoyo en todo momento para poder lograr los resultados de la presente investigación

A los docentes de quienes me compartieron su conocimiento y consejos para poder realizar la presente investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Alondra Marilyn Mendoza Manrique con DNI N° 70257550, a efecto de cumplir con los criterios de la experiencia curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en esta tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Valjejo.

Nuevo Chimbote, 13 de Diciembre del 2018



ALONDRA MARILYN MENDOZA MAMRIQUE

DNI N° 70257570

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación titulada Evaluación del Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible en las Calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea del Distrito de de Nuevo Chimbote – Propuesta de Solución – 2018 se centró en la evaluación de la rugosidad del pavimento mediante el parámetro IRI, realizando ensayos de regularidad con el Rugosímetro Merlin, para así poder conocer el estado en el que se encuentra la vía.

Finalmente, se realizó la extracción de muestras insitu para su análisis en el laboratorio de suelos y pavimentos, para así obtener obtener las características del suelo.

La presente tesis está estructurada en los siguientes capítulos.

El capítulo I la introducción, que contiene la realidad problemática, antecedentes, teorías, formulación del problema y objetivos.

El capítulo II presenta el método de diseño de la investigación, variables, operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad, métodos de análisis de datos y aspectos éticos.

El capítulo III presenta los resultados, lo cual constituye todo el desarrollo que se hizo para obtener la rugosidad del Pavimento Flexible de Las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás de Garatea – Nuevo Chimbote.

El capítulo IV se presenta la discusión de los resultados respecto a los antecedentes presentados en el capítulo I, tratando de comparar las investigaciones.

El capítulo V se llega a las conclusiones del estudio respondiendo a los objetivos propuestos en la investigación.

El capítulo VI se emite recomendaciones para el estado del pavimento.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN JURADA	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	113
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2 TRABAJOS PREVIOS	14
1.2.1 Antecedentes Internacionales.....	14
1.2.2 Antecedentes Nacionales	16
1.2.3 Antecedentes Locales.....	18
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	19
1.3.1 PAVIMENTO.....	19
1.3.2 FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES	21
1.3.4 ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI)	21
1.3.5 RUGOSÍMETRO MERLIN	23
1.3.6 LÍMITES DE RUGOSIDAD PARA CONTROL DE CALIDAD.....	24
1.3.7 SERVICIALIDAD.....	27
1.3.8 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI).....	28
1.3.9 RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) Y EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	28
1.3.10 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	29
1.3.11 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	31
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	31
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	32
1.6 HIPÓTESIS	32
1.7 OBJETIVO	32
1.7.1 Objetivo General.....	32
1.7.2 Objetivos Específicos.....	32

II. MÉTODO.....	33
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	33
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	33
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	34
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	34
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	35
2.6 ASPECTOS ÉTICOS	35
III. RESULTADOS	36
4. 1 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS GARATEA PARA EL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN DEL IRI, UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLÍN.	36
4.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS GARATEA.	74
4.3 NIVEL DE DAÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) DE LAS CALLES 3 Y 4	74
4.4 CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLAS GARATEA – NUEVO CHIMBOTE.....	75
4.5 ENSAYOS EN LABORATORIO.....	76
IV. DISCUSIÓN	80
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. PROPUESTA.....	86
VIII.REFERENCIAS	95
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Niveles de Rugosidad Del Pavimento.....	16
Tabla N° 02: Escala de Índice de Serviciabilidad.....	21
Tabla N° 03: Número de puntos de investigación según el tipo de vía.....	21
Tabla N° 04: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 al 0+400.....	31
Tabla N° 05: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 al 0+800.....	33
Tabla N° 06: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 al 1+000.....	36
Tabla N° 07: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 al 0+400.....	40
Tabla N° 08: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 al 0+800.....	42
Tabla N° 09: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 al 1+000.....	45
Tabla N° 10: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 al 0+400.....	51
Tabla N° 11: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 al 0+800.....	54
Tabla N° 12: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 al 1+000.....	56
Tabla N° 13: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 al 0+400.....	60
Tabla N° 14: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 al 0+800.....	63
Tabla N° 15: Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 al 1+000.....	65
Tabla N°16: Resumen de clasificación SUCS respecto a calicatas	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+000 HASTA 0+400.....	30
GRÁFICO N° 02: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+400 HASTA 0+800.....	33
GRÁFICO N° 03: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+800 HASTA 1+000.....	35
GRÁFICO N° 04: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+000 HASTA 0+400.....	39
GRÁFICO N° 05: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+400 HASTA 0+800.....	42
GRÁFICO N° 06: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+800 HASTA 1+000.....	44
GRÁFICO N° 07: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+000 HASTA 0+400.....	51
GRÁFICO N° 08: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+400 HASTA 0+800.....	53
GRÁFICO N° 09: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+800 HASTA 1+000.....	56
GRÁFICO N° 10: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+000 HASTA 0+400.....	60
GRÁFICO N° 11: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+400 HASTA 0+800.....	62
GRÁFICO N° 12: Histograma de Distribución de Frecuencia de Datos Obtenido con el Rugosímetro Merlín KM 0+800 HASTA 1+000.....	65

RESUMEN

La rugosidad se cuantifica a través del IRI (Índice de Rugosidad Internacional), el cual es un indicador estándar de la rugosidad en el pavimento y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de la superficie de rodadura, este en conjunto con el índice de serviciabilidad presente y el índice de condición del pavimento, nos muestra el estado en el que se encuentra el pavimento de las calles 3 y 4 de la urbanización Nicolás de Garatea – Distrito de Nuevo Chimbote - Provincia del Santa – Ancash.

El tipo de investigación es Descriptivo, con método no experimental.

La población y muestra es el Pavimento de la Urbanización Nicolás de Garatea del distrito de Nuevo Chimbote.

Los instrumentos son la guía de observación para recolectar datos de campo como la rugosidad del pavimento.

Se llegó a la conclusión que el pavimento se encuentra en estado malo, siendo necesario la rehabilitación de la misma.

Palabras clave: Rugosidad, serviciabilidad, pavimento, condición, diseño

ABSTRACT

The roughness is quantified through the IRI (International Roughness Index), which is a standard indicator of roughness in the pavement and serves as a benchmark in the measurement of the quality of the road surface, this in conjunction with the present index of serviceability and the condition index of the pavement, shows us the state in which the pavement of streets 3 and 4 of the urbanization Nicolás de Garatea is located - District of Nuevo Chimbote - Province of Santa - Ancash.

The type of research is Descriptive, with a non-experimental method.

The population and sample is the Pavement of the Nicolás de Garatea Urbanization of the district of Nuevo Chimbote.

The instruments are the observation guide to collect field data such as the roughness of the pavement.

It was concluded that the pavement is in a bad state, being necessary the rehabilitation of it.

Keywords: Roughness, serviceability, pavement, condition, design

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

A nivel nacional el transporte es uno de los sectores de mayor contribución en nuestro país, siendo necesaria para el comercio, movilización de pobladores y carga, etc.; por tal motivo es necesario el buen estado y funcionamiento del pavimento, para asegurar el confort y seguridad de las personas; sin embargo, por el mismo uso de ésta se puede observar el deterioro de la carpeta de rodadura con el pasar del tiempo, produciendo gastos para el mantenimiento o reparación.

A nivel regional el mal estado funcional y estructural en el que se encuentran ciertas carreteras, es un serio problema que afecta a los usuarios, pero no se puede decir que hay un solo motivo del deterioro de éstas, ya que tenemos múltiples factores como la mala calidad de los materiales, mal diseño estructural, mal proceso constructivo, mal uso de la vía.

En la actualidad en el Distrito de Nuevo Chimbote se puede observar que ciertas vías principales se encuentran en rehabilitación debido a la falta de mantenimiento en su momento, generando mayores gastos económicos perjudiciales para el progreso del distrito; es así como una de las urbanizaciones más afectadas es la Urbanización Nicolás Garatea, produciendo numerosos problemas como incomodidad en el pasajero y conductor debido a los baches, desgaste de los vehículos, contaminación ambiental, asimismo esta situación problemática origina un aumento de accidentes de tránsito en nuestra ciudad.

Sin embargo, a pesar de los problemas mencionados y observando la carpeta de rodadura en malas condiciones es lamentable saber que no se cuenta con una correcta evaluación del estado en el que se encuentra el pavimento, sabiendo que de esta manera se podría tener en cuenta si es necesario reparar o realizar mantenimiento de la vía logrando ahorrar dinero y recursos.

Por todo lo antes mencionado se ve la necesidad de evaluar el índice de rugosidad de la carpeta de rodadura del pavimento de la Urbanización Nicolás Garatea para garantizar de esta manera el correcto funcionamiento de la vía, facilitando el bienestar indispensable para los transportistas.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

A continuación, algunas tesis internacionales y nacionales con temas similares al trabajo de investigación que se realizó.

1.2.1 Antecedentes Internacionales

Armijo C. (2009) en su tesis “Evaluación Superficial de Algunas Calles de la Ciudad de Loja” tuvo como objetivo establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón simple o reforzado, para ello su metodología fue descriptiva, llegando a la conclusión que el Índice de Condición Presente es 51, por lo tanto, la calzada tendrá una clasificación regular; siendo necesario considerar una rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento antes de que se produzcan deterioros mayores.

Cayambe P. (2015) en su tesis “Evaluación de pavimentos flexibles y propuesta de mantenimiento vial integral de los accesos viales del cantón Guano, provincia de Chimborazo” tuvo como objetivo determinar el estado funcional actual de la vía Colta–Alausí y proponer un plan de mantenimiento integral para pavimentos flexibles, teniendo como metodología Exploratoria –Descriptiva – Explicativa, llegando a obtener como resultado que la mayor cantidad de fallas existentes en la vía se debe a la fatiga producida por acción del tráfico así como también a las condiciones climáticas de la zona en donde predomina las bajas temperaturas.

García y Sánchez (2016) en su tesis “Evaluación del comportamiento y diseño de rehabilitación de la estructura del pavimento de un tramo de la vía interoceánica”, tuvo como objetivo establecer las condiciones en que se encuentra la vía determinando los motivos de su deterioro, llegando a la conclusión que el Índice de serviciabilidad se ha calculado en base a la correlación IRI-PSI expuesta por el Banco Mundial. La medición de IRI se realizó en los cuatros carriles de la vía, con valores entre 6.66 y 9.45, comprobando la pésima calidad de circulación que presenta la vía, la calificación por IRI es de muy malo. Mientras que el PSI tiene valores entre 0.90 y 1.49, con calificación de muy malo, muy por debajo del 2.5

establecido como condición final. La evaluación del índice de condición del pavimento nos ha demostrado que el pavimento se encuentra prácticamente fallado. Las principales fallas que se presentan con mayor severidad es esta vía son: Fisuras tipo piel de cocodrilo, Surco en huella, Fisuras en bloque, Desmoronamiento – Intemperismo. La fatiga del pavimento, el asentamiento de las capas del pavimento, los ciclos de temperatura y la pérdida de ligante son los factores que producen estas fallas. Por lo que se puede decir que la mayor parte de fallas son producidas por causas estructurales, deficiencia de la mezcla asfáltica y factores ambientales.

Miranda R. (2010) en su tesis titulada “Los Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos en Valdivia”, tuvo como objetivo determinar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible. La cual concluyó que aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores. La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema. Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente.

Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa. Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.

Veloz M. (2014) en su tesis “Evaluación y Diseño de Pavimentos por el Método no Destructivo - Georadar (GPR) y Deflectómetro de la Antigua vía a Conocoto” ha tenido como objetivo recolectar la información técnica

necesaria, para conservar las características físicas de la Antigua Vía a Conocoto, prolongando su vida útil, para ofrecer mayor seguridad y comodidad a sus usuarios, para ello la metodología a usar fue descriptiva – explicativa. Llegando a la conclusión con los valores determinados con la evaluación realizada con el GPR y el Deflectómetro de impacto se ha logrado determinar la capacidad portante y estructural del pavimento, la cual se basa en la mayor o menos deformidad que presenta el conjunto de capas que conforman el pavimento; esto debido a las fallas observadas como son la temperatura del pavimento que varía entre 18 – a 54 °C, el aumento de las cargas vehiculares por eje que producen la deformación permanente de la carpeta asfáltica y por la mala construcción de la estructura. Se observa que con las deflexiones obtenidas el pavimento no tiene un buen comportamiento, es por eso que se ha decidido colocar una nueva carpeta.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Allende G. (2017) en su tesis “Evaluación Comparativa de la Serviciabilidad de las vías: Saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-abra Ccorao, Abra Ccorao-Ccorao y Ccorao-Rayaniyoc; Según la Determinación del Índice De Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)” ha tenido como objetivo determinar cómo varía la serviciabilidad mediante la medición del índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI) y determinar cuál será la relación de equivalencia entre ambos resultados numéricos y cualitativos de las vías Saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-Abra Ccorao, Abra Ccorao-Ccorao y Ccorao-Rayaniyoc. Para ello la metodología usada fue cuantitativa ya que los datos obtenidos fueron de forma numérica, llegando a la conclusión que la serviciabilidad entre el Índice de condición del pavimento (PCI) y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) varía significativamente, tanto numéricamente como cualitativamente, ya que para todos los tramos el índice Internacional de Rugosidad (IRI) arroja valores mucho más conservadores que el índice de Condición del Pavimento (PCI).

Pari M. (2005) en su tesis “Estudio de la Regularidad en Pavimentos Asfálticos de la Ciudad de Puno” ha tenido como objetivo determinar la rugosidad de los pavimentos de la ciudad de Puno y su influencia en el grado de serviciabilidad de los mismos, para ello su metodología fue explicativa – descriptiva, obteniendo como resultado que las vías Panamericana Norte y Sur, por las varias etapas de mantenimiento realizadas, la superficie no presenta una uniformidad provocando de esta manera valores de rugosidad bastante elevadas de 6.08 y 5.19 m/km. Correspondiéndole una calificación de “malo” requiriendo una reconstrucción de la superficie de rodadura.

Portillo G. (2015) en su tesis “Evaluación Estructural de Fallas del Pavimento Flexible por el Método no Destructivo en la Carretera Puno – Ilave” ha tenido por objetivo determinar los factores técnicos que produjeron la falla estructural del pavimento flexible por el método no destructivo en la carretera Puno – Ilave. Tramo 1388+000 - 1392+000; llegando a la conclusión que aplicando el método no destructivo del índice de condición del pavimento las fallas más significativas fueron: fisura longitudinal y transversal, piel de cocodrilo, parches, ahuellamiento, abultamiento y hundimiento con mayores porcentajes de incidencia y a niveles estructurales se encuentra con deflexiones muy bajas lo que indica que la carretera esta compacta.

Sachún J. (2016) en su tesis “Estudio del Índice de Rugosidad Internacional de la Panamericana Norte - Zona Trujillo, para su Mantenimiento” ha tenido por objetivo realizar el estudio del Índice de Rugosidad Internacional de la Panamericana Norte – Zona Trujillo – para su mantenimiento adecuado incidiendo en el aspecto socio-económico de gestión; llegando a la conclusión que se realizaron 74 ensayos con el Rugosímetro Merlin, cada uno con una longitud de 400 metros, el rendimiento promedio del equipo merlín fue de 1.5 Km/hr, es decir se necesitaron un promedio de 20 horas para realizar la toma de datos, las cuales se hicieron en 10 días.

Ramos W. (2013) en su tesis "Evaluación del Estado del Pavimento por Deflectometría e Índice de Rugosidad Internacional de la Carretera: Puno – Vilque – Mañazo - 4km críticos - 2015" ha tenido como objetivo evaluar el estado del pavimento, mediante la deflectometría y rugosidad, en la carretera Puno – Vilque – Mañazo, en los 4 Km más críticos, obteniendo como resultado de acuerdo a la escala de regularidad IRI, nos muestra la valoración de una vía de acuerdo a la rugosidad IRI (m/km). El pavimento objeto de la presente evaluación tiene un IRI comprendido entre 2.0 y 6.50, por consiguiente, la vía se encuentra en la valoración de un pavimento envejecido.

1.2.3 Antecedentes Locales

Ventura O. (2010) en su tesis "Determinar y evaluar del nivel de las patologías del pavimento existente en la urbanización Santa Rosa del distrito de Nuevo Chimbote, provincia de Santa, Departamento de Ancash 2010" tuvo como objetivo determinar el Índice de Condición de Pavimento Asfáltico, para la urbanización Santa Rosa del Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto. La cual concluyó que el nivel de incidencia de las patologías del concreto asfáltico en los Pavimentos del Distrito de Distrito de Nuevo Chimbote Santa Ancash son Hundimientos, Grietas diagonales - Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo. El índice promedio de condición de pavimento, para los pavimentos en la Urb. San Rosa del Distrito de Nuevo Chimbote Santa Ancash es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR. Se concluye que los pavimentos en las Calles de la Urb. Santa Rosa del Distrito de Nuevo Chimbote Santa Ancash., tiene un PCI de 50 por lo tanto se encuentra en estado de Bueno.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 PAVIMENTO

1.3.1.1 DEFINICIÓN

Un pavimento es una estructura de capas reclinada completamente en su área, diseñado y realizado para resistir cargas fijas y/o móviles durante un lapso de tiempo predeterminado. Estando formado por uno o varios elementos de diversos espesores y calidades que se sitúan sobre el área preparada para sostenerlo. (Vivar, 1995, p.1).

Para Godoy y Ramírez (2006, p.2) Se llama pavimento al compuesto de carpetas de material escogido cuya responsabilidad es acoger las cargas directas de los vehículos y transmitir las a las carpetas inferiores en forma disipada, así mismo proporcionar una superficie de rodamiento estable.

1.3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE UN PAVIMENTO

Para que un pavimento cumpla correctamente sus funciones debe presentar las siguientes características:

- Uniformidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que garantice el confort necesario a los usuarios que transitan por el pavimento.
- Resistir el cambio climático.
- Brindar una carpeta de rodadura adecuada a las velocidades de desplazamiento de automóviles, ya que es de esencial influencia en el confort y seguridad de los pasajeros.
- Resistir el desgaste por la consecuencia de abrasión derivado de neumáticos del automóvil.
- Cumplir con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.
- Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- Ser rentable (Montejo, 2006, p. 2).

1.3.1.3 TIPOS DE PAVIMENTOS

Existen 2 tipos de pavimento más empleados en Nuevo Chimbote, los cuales son:

1.3.1.3.1 PAVIMENTOS RÍGIDOS

Son pavimentos que básicamente son compuestos por una carpeta de concreto, que descansa encima de la subrasante o encima de una carpeta de material granular escogido la cual se designa con el nombre de sub base del pavimento rígido (Montejo, 2006, p. 5).

La cavidad de la estructura de un pavimento rígido depende de la resistencia del concreto, por lo tanto, el apoyo de las capas inferiores es de poco peso en el diseño del grosor del pavimento (Montejo, 2006, p. 5).

En la Figura N° 1 – Anexos se presenta la estructura de un pavimento rígido con sus respectivos espesores mínimos y máximos según la Norma CE. 010 pavimentos Urbanos.

1.3.1.3.2 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Está compuesto por un conjunto de capas superpuestas de materiales apropiados de diversos espesores como son la carpeta de rodadura asfáltica apoyada sobre dos carpetas más que son la base y sub base, finalmente, todas las capas apoyadas sobre el suelo compactado llamado subrasante (Montejo, 2006, p. 5).

Para tener una idea más clara, en la Figura N° 2 – Anexos se presenta la estructura de un pavimento flexible. La estructura de un pavimento existente es la siguiente:

1.3.1.3.2.1 CARPETA ASFÁLTICA

“Es la capa superficial de la estructura. Tiene tres funciones principales: servir como superficie de rodamiento uniforme y estable para permitir el tránsito, impermeabilizar la estructura para evitar en lo posible la percolación del agua al interior del pavimento y ser resistente a los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas” (Montejo, 2006, p. 5).

1.3.1.3.2.2 BASE

“Sirve como apoyo a la carpeta asfáltica y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en un nivel adecuado” (Montejo, 2006, p. 5).

1.3.1.3.2.3 SUBBASE

“Sirve como una capa de transición ya que actúa como un filtro que separa el material de la base, generalmente granular grueso con el de la subrasante que tiende a ser mucho más fino, impidiendo que los finos penetren en la base y la dañen estructuralmente” (Montejo, 2006, p. 5).

1.3.1.3.2.4 SUBRASANTE

“Se define así al terreno de fundación de los pavimentos, pudiendo estar constituida por el suelo natural o estabilizado o por material de préstamo debidamente compactado” (Montejo, 2006, p. 5).

La diferencia entre estas 2 clases de pavimentos es el comportamiento que tienen para distribuir sus cargas de tránsito (Ver Figura N°3 – Anexo), pero ya sea en cualquiera de los dos pavimentos, siempre se observarán fallas mínimas o considerables en la carpeta de rodadura, por tal motivo a continuación se dará a conocer la definición y algunos tipos de fallas que se dan en el pavimento flexible.

1.3.2 FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

1.3.2.1 TIPOS DE FALLAS

Existen dos tipos de fallas, las estructurales que se dan en las carpetas del pavimento y las fallas funcionales que son las que se observan en la carpeta de rodadura afectando la cómoda transitabilidad del usuario (García, 2012, p.35).

De acuerdo a la investigación realizada, nos enfocaremos en los tipos de fallas funcionales:

1.3.2.2.1 GRIETA PIEL DE COCODRILO

O también llamada agrietamiento por fatiga, es el conjunto de grietas interconectadas formando polígonos, con una longitud mínima de 0.50m, se da debido a la reiteración de cargas de las llantas del automóvil (García, 2012, p. 36).

Estos agrietamientos se dan debido al mal cálculo de grosor de las capas y a la mala compactación de la subrasante (García, 2012, p. 36).

1.3.2.2.2 EXUDACIÓN DE ASFALTO

Elemento bituminado extendido sobre una cierta superficie del pavimento, generando un área brillante y resbaladizo para los vehículos. Se dan debido al abundante asfalto al momento de la mezcla (García, 2012, p. 36).

1.3.2.2.3 HUNDIMIETOS

Es el desnivel en el que se encuentra la carpeta de rodadura, generando cortos pero bruscos deslizamientos que se nota al transitar por ahí ya que genera que el vehículo suba y baje; esto se debe a la mala compactación de las capas de la estructura, asentamiento de la subrasante o mal uso del pavimento por cargas a las cuales no está diseñada (García, 2012, p. 37).

1.3.2.2.4 ONDULACIONES

Son deformaciones en forma de ondas perpendiculares al sentido del tráfico que se pueden apreciar en la carpeta de rodadura, normalmente menores a 3 metros, estas ondulaciones se dan debido a la mala dosificación del asfalto combinada con la inestabilidad de las carpetas del pavimento (García, 2012, p. 38).

1.3.2.2.5 FISURAS DE BORDE

Como su mismo nombre lo dice son grietas que se dan en los bordes de la vía, se da debido a la desintegración del material granular de la base o al debilitamiento de la subrasante (García, 2012, p. 39).

1.3.2.2.6 BACHES

Depresiones en la carpeta de rodadura con diámetro menor a 750 mm, estos se dan debido a un mal diseño estructural, mal proceso constructivo (García, 2012, p. 39).

1.3.2.2.7 AHUPELLAMIENTO

Marcas de los neumáticos de los vehículos en la carpeta de rodadura debido al constante roce y movimiento lateral de los materiales de las capas debido al tránsito (García, 2012, p. 40).

1.3.3 RUGOSIDAD

Las definiciones ASTM E 867, determina la rugosidad como la desviación de un área determinada de pavimentos respecto a un área plana teórica, con distancias que perjudican el tránsito del vehículo y el confort al conducir (Pradena, 2006, p. 21).

1.3.3.1 NIVELES DE RUGOSIDAD

En la siguiente tabla se indican los diferentes valores del Índice de Rugosidad Internacional (m/km) utilizados por algunos países para clasificar el estado de las vías pavimentadas.

TABLA N° 01

Niveles de Rugosidad Del Pavimento

PAÍS	ESTADO DEL PAVIMENTO		
	BUENO	REGULAR	MALO
PERÚ	< 2.5	2.5 - 4.5	>4.5
EE.UU	< 2.4	2.4 - 4.7	>4.7
CHILE	0 - 3.0	3.0 - 4.0	>4.0
HONDURAS	< 3.5	3.5 - 6.0	>6
URUGUAY	< 3.9	4.0 - 4.6	>4.6

FUENTE: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (Ventura J. 2005)

1.3.4 ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI)

1.3.4.1 DEFINICIÓN

El Índice de Rugosidad Internacional IRI es un indicador estadístico de la irregularidad superficial de la vía, este indica la desigualdad entre los perfiles longitudinales de una determinada área de pavimento establecida con relación a un área plana imaginaria. La diferencia entre las irregularidades se debe al proceso constructivo y al uso que se le da a la vía; es expresada en metros por kilómetros (m/km). (Pradena, 2016, p.17).

1.3.4.2 MÉTODOS Y EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD

Según el Banco Mundial los métodos de medición del IRI se clasifican en 4 clases, según su precisión:

1.3.4.2.1 Clase 1: Perfiles de Elevada Exactitud

Son los procedimientos más precisos, pero lamentablemente se valoran como de poco rendimiento, debido que para la recolección de datos demanda de más horas y el estudio es lento, se justifica con levantamientos topográficos cada 25 cm, teniendo una exactitud de 0.5 mm aproximadamente (Sayers, 1986, p.6).

1.3.4.2.2 Clase 2: Obtención del IRI directo por Ecuaciones

Esta clase se encuentran todos los demás métodos en los que se mide el perfil como base para computación del IRI, pero que no son capaces de la precisión necesaria para una medida de Clase 1. También miden las líneas longitudinales, realizados mediante instrumentos digitalizados y son usadas en pavimentos extensos, como vías expresas o alimentadoras. Ejemplo tenemos el perfilómetro GMR y el APL (Sayers, 1986, p.7).

1.3.4.2.3 Clase 3: Estimación de IRI con ecuaciones de correlación

En esta clase se encuentran otros equipos de medición de rugosidad con la capacidad de generar una rugosidad numérica correlacionada razonablemente con el IRI (por ejemplo, una regla rodante). Las medidas obtenidas pueden ser usadas para estimar IRI a través de ecuaciones de regresión si un experimento de correlación es interpretado. Los métodos más conocidos son Bump integrator, Mays meter, NAASRA Meter (Sayers, 1986, p.8).

1.3.4.2.4 Clase 4: Métodos subjetivos y no calibrados

Permiten obtener datos solamente referenciales, una evaluación subjetiva o inspección visual de la carretera y es usado cuando se solicita solamente estimaciones gruesas de la irregularidad (Sayers, 1986, p.9).

1.3.5 RUGOSÍMETRO MERLIN

De acuerdo a la clasificación de la medición del IRI, la presente investigación se realizará con el equipo Rugosímetro Merlín, este sirve para la medición de la rugosidad en el pavimento flexible de la Urbanización Nicolás Garatea del Distrito de Nuevo Chimbote, este equipo está relacionado con la CLASE 1, debido a su exactitud en los resultados, a continuación de dan algunos alcances acerca de este Rugosímetro.

1.3.5.1 DEFINICIÓN

El rugosímetro MERLIN, es un equipo de bajo costo y fácil de manejar, diseñado exclusivamente para usarse en lugares que tengan vías de desarrollo. Este es considerado en segundo lugar como instrumento de medición de la rugosidad perteneciente a la Clase 1, antecedido por el método topográfico mira y nivel (Del Águila, 1999, p. 2).

1.3.5.2 ELEMENTOS DEL MERLÍN

El MERLIN es un equipo diseñado para poder usar fácilmente. (Del Águila, 1999, p. 2).

Está compuesto por dos componentes, uno vertical y el otro horizontal, lleva un neumático en la parte delantera, éste es diseñado para poder realizar el desplazamiento de una manera más fácil y para tener un mejor empleo, en la parte de atrás cuenta con dos apoyos inclinados unidos lateralmente, uno en el extremo diestro para poder descansar el instrumento sobre el piso mientras se esté haciendo uso y el otro en el extremo izquierdo para poder adaptar el instrumento. Lleva 2 mangos que facilita elevar y movilizar el instrumento, generando movimiento en el neumático delantero, tal como una carretilla (Del Águila, 1999, p. 2).

Para tomar nota de los desplazamientos que el pavimento, se observa el puntero, éste trabaja con una medida gráfica dividida en 50 componentes de 5 mm de grosor una a una, ésta gráfica se encuentra pegada justo en la tabla donde se desplaza el puntero (Del Águila, 1999, p. 2).

La figura N° 4 – Anexos, ilustra los elementos del Merlín.

1.3.5.3 CUERDA PROMEDIO Y DESVIACIONES

“Para determinar la rugosidad en un pavimento, es necesario el uso de los repartimientos de las desviaciones de la capa superficial en relación de una línea promedio. La Figura N°5 - Anexo ilustra como el MERLIN determina la distancia vertical entre la carpeta de rodadura y un punto céntrico de una línea ideada de distancia continua. Al desplazamiento se le conoce como la desviación en relación a la cuerda promedio” (Del Águila, 1999, p. 2).

“La distancia de esta cuerda promedio se considera 1.80m, ya que a esta longitud el ensayo nos facilita los mejores resultados al realizar correlaciones. También, se considera indispensable realizar 200 mediciones de las desviaciones en relación con la cuerda promedio, realizando en toda la longitud del pavimento y tomando en cuenta un intervalo continuo entre una y otra medición” (Del Águila, 1999, p. 2).

1.3.5.4 RANGO D

“Rango de la muestra (D), es aquel parámetro estadístico que constituye la dimensión de la dispersión determinado después de eliminar el 10% de datos (10 observaciones en cada final del histograma). El valor D representa la irregularidad de la carpeta de rodadura en unidades MERLIN” (Del Águila, 1999, p. 5).

1.3.5.5 CÁLCULO DEL RANGO D

“Para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada sobre el tablero del rugosímetro, la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil. La división N^o 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^o25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada)” (Del Águila, 1999, p. 7).

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

práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.” (Del Águila, 1999, p. 7).

La figura N° 6 – Anexo ilustra el Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.

1.3.5.6 CORRELACIÓN D VERSUS IRI

Después que se determina las irregularidades se halla la correlación D versus IRI, esto para vincular la irregularidad obtenida haciendo uso del MERLIN, este es el parámetro reglamentado para corregir los datos resultantes que se obtienen haciendo uso de diversos equipos, para esto consideramos la siguiente ecuación (Del Águila, 1999, p.3).

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

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

1.3.6 LÍMITES DE RUGOSIDAD PARA CONTROL DE CALIDAD

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

$$\text{IRIc} = \text{IRIp} + 1.645\sigma$$

Donde:

IRIc: IRI característico

IRIp: IRI promedio

σ : 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 (Del Águila, 1999, p.10).

Para que el tramo sea aceptable, Del Águila, señala que:

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

Primero, para pavimentos asfálticos nuevos, el IRIc deberá ser menor o igual a 2.0 m/km.

Segundo, para pavimentos con recapeado asfáltico, el IRIc deberá ser menor o igual a 2.5 m/km

Tercero, para pavimentos con sellado asfáltico, el IRIc deberá ser menor o igual a 3.0 m/km.

En caso de no cumplirse con estos límites, el sector o tramo deberá subdividirse en secciones de rugosidad homogénea, y se calculará el IRI característico para cada una de ellas, los que deberán cumplir con los límites indicados. (1999, p.10).

1.3.7 SERVICIALIDAD

Se considera servicialidad a un área determinada de pavimento adecuada para atender al tráfico en su condición actual. (Castillo, 2009, p.38)

1.3.8 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

Es la combinación matemática de valores obtenidos de ciertas medidas físicas de una cantidad importante de secciones de carreteras, que permiten predecir el promedio. (Castillo, 2009, p. 38)

El Índice de Serviabilidad Presente o la serviabilidad fue definida por Aashto como la capacidad de un pavimento para servir al tránsito para el cual fue diseñado. Los pavimentos fueron calificados con notas cuyos valores extremos variaban desde 0, para un camino intransitable, hasta 5 para una superficie en perfectas condiciones (Manual de Carreteras, 2013).

“La investigación sobre pavimentos ha establecido correlaciones entre la rugosidad de una vía y su capacidad de servicio o serviabilidad” (Del Águila, 1999, p. 3).

En la tabla N° 2 se puede observar el índice de Serviabilidad del Pavimento según la Guía Aashto.

Tabla N° 2

Escala de Índice de Serviciabilidad

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)	CALIDAD
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

Fuente: Guía AASHTO

1.3.9 RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) Y EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

La ecuación específica para calcular el PSI de la guía AASHTO se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$IRI = 5.5 \times \ln \left(\frac{5}{PSI} \right)$$

Ordenando términos tenemos:

$$PSI = \frac{5}{\left(\frac{IRI}{5.5} \right)}$$

Donde:

I.R.I. = Rugosidad en escala I.R.I.

P.S.I. = Índice de Serviciabilidad Presente

Si se toma una irregularidad de 0.59 m/km, el PSI máximo al que se puede llegar es de 4.5, pero también la escala del AASHO Road Test define un valor máximo de 5 (Del Águila, 1999, p. 3).

1.3.10 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

1.3.10.1 DEFINICIÓN

El método PCI (índice de condición del pavimento) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas

encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta (Rodríguez, 2009, p.29).

1.3.10.2 PROCEDIMIENTO PARA EL PCI

El método PCI (Pavement Condition Index) Es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. (Rodríguez, 2009, p.29).

Los objetivos que se esperan con la aplicación del Método PCI son los siguientes:

- Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario. El método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta, a través del índice de condición del pavimento (ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad).
- Cuando se habla de integridad estructural, se hace referencia a la capacidad que tiene el paquete estructural de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor.
- Obtener un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio (Rodríguez, 2009, p.28).

1.3.10.2 GRADO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Es la designación que se le da a la carpeta de rodadura de un pavimento, depende del valor de PCI que oscila entre “fallado” hasta “excelente”, como se aprecia en la Figura N° 7 – Anexos.

1.3.11 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS EMS

1.3.11.1 CALICATAS MTC E 101

La norma CE.010 PAVIMENTO URBANOS indica el número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la tabla:

Tabla N° 3

Número de puntos de investigación según el tipo de vía

TIPO DE VÍA	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	AREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010

La profundidad mínima de investigación será de 1,50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía (Reglamento Nacional de Edificaciones, p. 81).

1.3.11.2 CALIFORNIA BEARING RATIO MTC E 132

Se determinará un 1 CBR por cada 5 puntos de investigación y por lo menos un 1 CBR por cada tipo de suelo de sub-rasante (Reglamento Nacional de Edificaciones, p. 82).

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el resultado de la evaluación del Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea en el Distrito de Nuevo Chimbote - 2018?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente desarrollo se justifica en la necesidad de mejorar la calidad y vida útil del pavimento de la Urbanización Nicolás Garatea; para esto es necesario y preciso conocer las causas o motivos por las cuales se ve el mal estado de la carpeta de rodadura de dicha Urbanización perteneciente al Distrito Nuevo Chimbote, a la vez determinar el grado de daño en el que se encuentra la carpeta de rodadura.

A su vez la presente investigación está destinado a evaluar los niveles de calidad exigidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el Manual de Carreteras, en cuanto al IRI, que permita utilizar estos parámetros como indicadores del estado funcional del pavimento, al conocer las causas sabemos lo que se debe mejorar ya sea para plantear alternativas de mantenimiento o rehabilitación, logrando un buen comportamiento del pavimento y evitar fallas, de esta manera brindar un buen confort y seguridad a los usuarios que transitan por la vía en estudio, así mismo evitar enfermedades respiratorias y/o accidentes a los moradores, brindando una carpeta de rodadura en buenas condiciones.

Esta investigación puede ser útil para otros estudiantes interesados en la línea, como para ingenieros o personas interesadas en el tema que deseen conocer la rugosidad de las vías con un método económico pero que brinde resultados confiables y precisos.

1.6 HIPÓTESIS

La hipótesis de la investigación es implícita.

1.7 OBJETIVO

1.7.1 Objetivo General

Evaluar el Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea en el Distrito de Nuevo Chimbote – 2018.

1.7.2 Objetivos Específicos

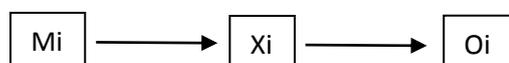
- ✓ Evaluar el Pavimento Flexible en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea para el desarrollo de la información del IRI, utilizando el Rugosímetro Merlín.
- ✓ Determinar el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) del Pavimento.
- ✓ Establecer el nivel de daño del pavimento aplicando el índice de condición del pavimento (PCI)
- ✓ Elaborar una propuesta de solución para la recuperación del pavimento flexible en estudio.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es NO EXPERIMENTAL ya que no se manipulla variable, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido, se toman los valores recolectados de campo tal y como está.

El tipo de investigación es DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO dado que se detallan los hechos tal como son observados, no hay manipulación de variables estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural.



Mi: Pavimento Flexible de las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea

Xi: Índice de Rugosidad

Oi: Resultados

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1 Variable Independiente: Rugosidad del Pavimento Flexible.

2.2.2 Operacionalización: es un proceso que consiste en definir estrictamente variables en factores medibles.

2.2.2.1 Definición: Se evaluará el Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible usando una guía de observación para medir el estado actual del pavimento flexible mediante la aplicación del ensayo de Merlín.

1. Dimensiones

1.1 Rugosidad del Pavimento Flexible

2. Indicadores

2.1 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

2.2 Índice de Servicialidad Presente (PSI)

2.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

3. Escala

3.1 Intervalo

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra de la presente investigación fue la misma, ya que se consideró todo el pavimento flexible de las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea del Distrito de Nuevo Chimbote, teniendo en total 12,000 m² de pavimento flexible, considerando que se tiene un ancho de calzada de 6.00 m y 1000 m de largo tanto en la calle 3 y en la calle 4.

La Urbanización Nicolás Garatea se encuentra al norte del Distrito de Nuevo Chimbote, la topografía del terreno es plana con una temperatura anual promedio de 22°C, presentando un clima cálido y húmedo.

La Urbanización cuenta con los servicios básicos como son agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1 Técnicas

La técnica de recolección de datos para el desarrollo de investigación fue OBSERVACIÓN DIRECTA, debido a que se describió el comportamiento de las variables sin alterarlos, los datos fueron obtenidos mediante guías de observación.

2.4.2 Instrumentos

De acuerdo a la técnica los instrumentos a usar fueron la GUÍA DE OBSERVACIÓN, el cual se utilizó con el fin de recopilar las desviaciones encontradas en la superficie del pavimento en estudio, para el desarrollo completo de la investigación.

Para realizar el estudio se utilizó 2 instrumentos, el primero es una hoja de campo que permitirá contabilizar el número de ensayos.

El segundo instrumento es inherente al rugosímetro Merlín, consta de una hoja que tiene una escala gráfica con 50 divisiones, de 5mm de espesor cada una, que va adherida en el borde del tablero sobre el cual se desliza el

puntero. Este es el que nos indica si se presenta una elevación o una depresión

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

2.5.1 Análisis Descriptivo

Luego de recoger los datos de campo se calculó el rango “D” el cual se debe expresar en milímetros, luego se halló el factor de corrección y un valor de variación de relación de brazo para poder multiplicar estos valores por el rango “D”. Así obtener un valor “D” corregido el cual se reemplaza en una de las 2 ecuaciones anteriormente vistas en el marco teórico. Finalmente se obtuvo el valor IRI en unidades m/km.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

Se tuvo en cuenta la veracidad de los resultados, el respeto por la propiedad intelectual, respeto por el medio ambiente y la biodiversidad, garantizando la originalidad del presente estudio, teniendo en cuenta la responsabilidad social y ética demostrando humildad.

IV. RESULTADOS

4. 1 EVALUAR EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS GARATEA PARA EL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN DEL IRI, UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLÍN.

ENSAYO DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL RUGOSÍMETRO MERLÍN

El presente estudio del estado del pavimento flexible de las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás de Garatea se ha basado en evaluar la rugosidad del pavimento mediante el ensayo con el equipo Rugosímetro Merlín, considerando este estudio como no destructivo, se evaluó el pavimento por separado, empezando por la calle 3 y luego la calle 4, a continuación, los resultados por separado de las calles.

4.1.1 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 3

4.1.1.1 RESUMEN DEL ESTUDIO

La muestra de la presente investigación es la Urbanización Nicolás Garatea del Distrito de Nuevo Chimbote teniendo en total 6 000 m² de pavimento flexible, considerando que se tiene un ancho de calzada de 6.00 m y 1 000 m de largo, para lo cual se tuvo que realizar en total 2 ensayos con 200 lecturas cada uno y 1 ensayo con 100 lecturas, de los cuales fueron realizados siguiendo la huella del neumático por el carril derecho, para el carril izquierdo también se tuvo que realizar en total 2 ensayos con 200 lecturas cada uno y 1 ensayo con 100 lecturas cada uno siguiendo la huella del neumático.

La Urbanización Nicolás Garatea es un pavimento urbano que soporta cargas no muy pesadas como las de una carretera, pero si constantes y diversas.

El tipo de pavimento estudiado fue con carpeta en caliente.

La evaluación del pavimento se realizó el día lunes 27 de agosto la calle 3 y martes 28 de agosto la calle 4.

4.1.1.2 ENSAYOS REALIZADOS EN LA CALLE 3 EL DÍA 27 DE AGOSTO – CARRIL DERECHO

4.1.1.2.1 ENSAYO N° 1

El primer ensayo se realizó desde la progresiva 0+000 hasta 0+ 400 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

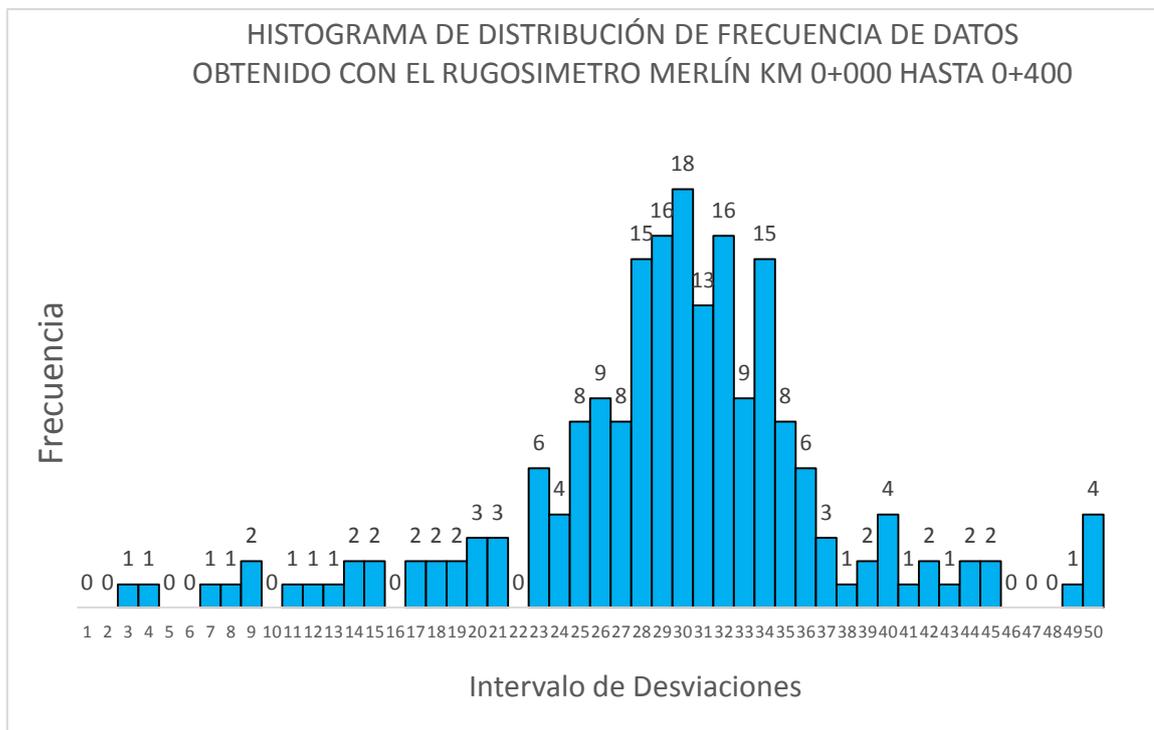
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 50

Valor Mínimo: 3

GRÁFICO N° 01

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+000 HASTA 0+400



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 18, ubicándose en el intervalo 30.

TABLA N° 04

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 AL 0+400

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	0	0	0	0.00	0.00
2	0	0	0	0.00	0.00
3	1	1	0	0.00	0.00
4	1	2	0	0.00	0.00
5	0	2	0	0.00	0.00
6	0	2	0	0.00	0.00
7	1	3	0	0.00	0.00
8	1	4	0	0.00	0.00
9	2	6	0	0.00	0.00
10	0	6	0	0.00	0.00
11	1	7	0	0.00	0.00
12	1	8	0	0.00	0.00
13	1	9	0	0.00	0.00
14	2	11	2	2.00	1.00
15	2	13	2	2.00	1.00
16	0	13	0	0.00	0.00
17	2	15	2	2.00	1.00
18	2	17	2	2.00	1.00
19	2	19	2	2.00	1.00
20	3	22	3	3.00	1.00
21	3	25	3	3.00	1.00
22	0	25	0	0.00	0.00
23	6	31	6	6.00	1.00
24	4	35	4	4.00	1.00
25	8	43	8	8.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN N DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	9	156	9	9.00	1.00
27	8	147	8	8.00	1.00
28	15	139	15	15.00	1.00
29	16	124	16	16.00	1.00
30	18	108	18	18.00	1.00
31	13	90	13	13.00	1.00
32	16	77	16	16.00	1.00
33	9	61	9	9.00	1.00
34	15	52	15	15.00	1.00
35	8	37	8	8.00	8.00
36	6	29	6	6.00	1.00
37	3	23	3	3.00	1.00
38	1	20	1	1.00	1.00
39	2	19	2	2.00	1.00
40	4	17	4	4.00	1.00
41	1	13	1	1.00	1.00
42	2	12	2	2.00	1.00
43	1	10	0	0.00	0.00
44	2	9	0	0.00	0.00
45	2	7	0	0.00	0.00
46	0	5	0	0.00	0.00
47	0	5	0	0.00	0.00
48	0	5	0	0.00	0.00
49	1	5	0	0.00	0.00
50	4	4	0	0.00	0.00
	199	199			34.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando

el Rango D

	V. ENTERO
D =	34.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	34.00	5.00
D mm	170.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

IRI = 0.593+0.0471*D Cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50\text{mm}$

IRI = 0.0485*D Cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50\text{mm}$

Entonces reemplazando $D_{\text{mm}} = 170 \text{ mm}$

$IRI = 0.593 + 0.0471 * (170)$

IRI = 8.6 M/KM

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+000 hasta 0+400 es de 8.6 m/km

4.1.1.2.2 ENSAYO N° 2

El segundo ensayo se realizó desde la progresiva 0+400 hasta 0+800 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

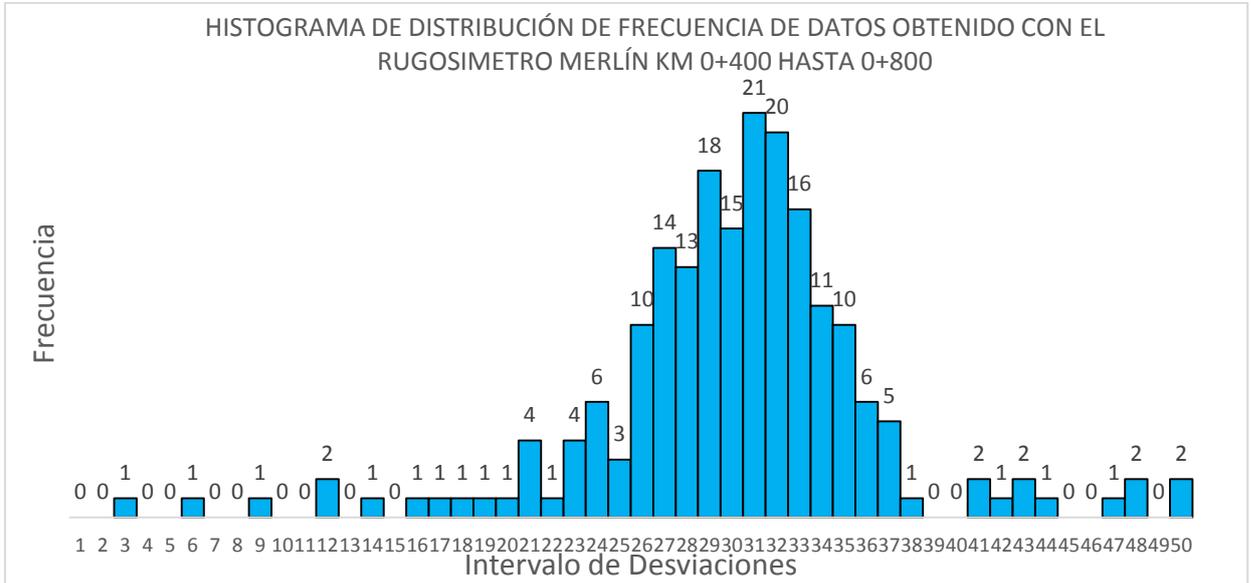
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 50

Valor Mínimo: 3

GRÁFICO N° 02

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+400 HASTA 0+800



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 21, ubicándose en el intervalo 31.

TABLA N° 05

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 AL 0+800

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	0	0	0	0.00	0.00
2	0	0	0	0.00	0.00
3	1	1	0	0.00	0.00
4	0	1	0	0.00	0.00
5	0	1	0	0.00	0.00
6	1	2	0	0.00	0.00
7	0	2	0	0.00	0.00
8	0	2	0	0.00	0.00
9	1	3	0	0.00	0.00
10	0	3	0	0.00	0.00
11	0	3	0	0.00	0.00
12	2	5	0	0.00	0.00
13	0	5	0	0.00	0.00
14	1	6	0	0.00	0.00
15	0	6	0	0.00	0.00
16	1	7	0	0.00	0.00
17	1	8	0	0.00	0.00
18	1	9	0	0.00	0.00
19	1	10	0	0.00	0.00
20	1	11	1	1.00	1.00
21	4	15	4	4.00	1.00
22	1	16	1	1.00	1.00
23	4	20	4	4.00	1.00
24	6	26	6	6.00	1.00
25	3	29	3	3.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	10	171	10	10.00	1.00
27	14	161	14	14.00	1.00
28	13	147	13	13.00	1.00
29	18	134	18	18.00	1.00
30	15	116	15	15.00	1.00
31	21	101	21	21.00	1.00
32	20	80	20	20.00	1.00
33	16	60	16	16.00	1.00
34	11	44	11	11.00	1.00
35	10	33	10	10.00	1.00
36	6	23	6	6.00	1.00
37	5	17	5	5.00	1.00
38	1	12	1	1.00	1.00
39	0	11	0	0.00	0.00
40	0	11	0	0.00	0.00
41	2	11	2	2.00	1.00
42	1	9	0	0.00	0.00
43	2	8	0	0.00	0.00
44	1	6	0	0.00	0.00
45	0	5	0	0.00	0.00
46	0	5	0	0.00	0.00
47	1	5	0	0.00	0.00
48	2	4	0	0.00	0.00
49	0	2	0	0.00	0.00
50	2	2	0	0.00	0.00
	200	200			20.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	20.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	20.00	5.00
D mm	100	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50 \text{ mm}$$

$$IRI = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } IRI < 2.4 \text{ o } D < 50 \text{ mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 100 mm

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * (100)$$

$$IRI = 5.303 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+400 y 0+800 es de 5.303 m/km

4.1.1.2.3 ENSAYO N° 3

El tercer ensayo se realizó desde la progresiva 0+800 hasta 1+000 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

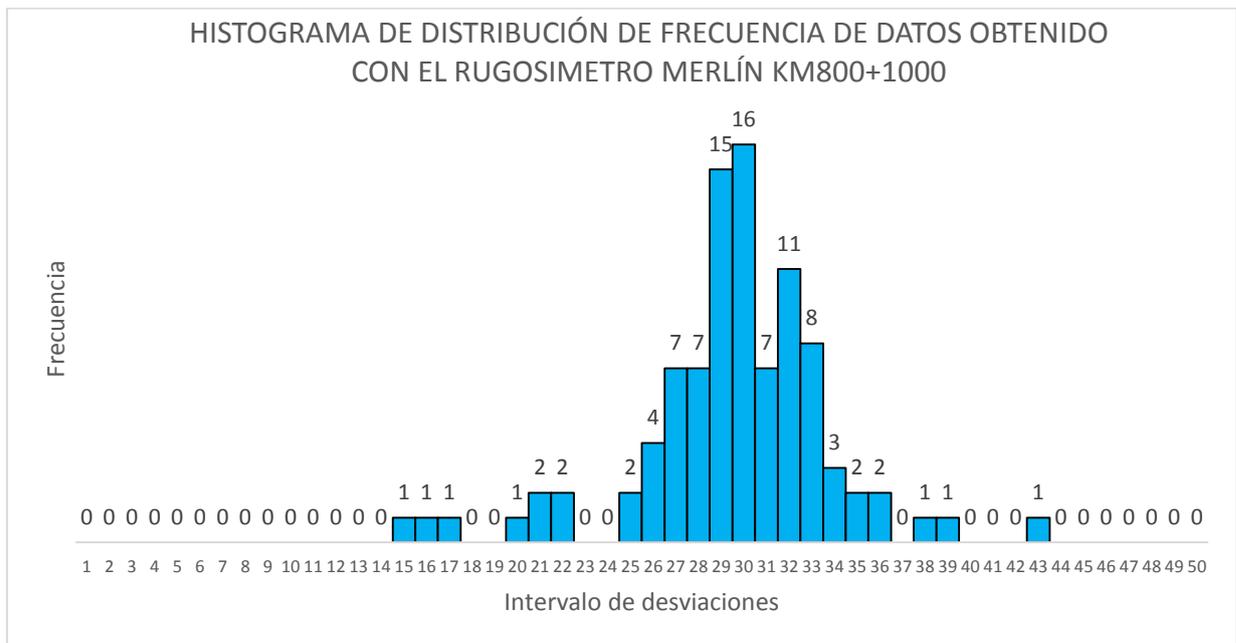
Nº de datos: 100

Valor Máximo: 43

Valor Mínimo: 15

GRÁFICO N° 03

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+800 HASTA 1+000



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 16, ubicándose en el intervalo 30.

TABLA N° 06

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 AL 1+000

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	0	0	0	0.00	0.00
2	0	0	0	0.00	0.00
3	0	0	0	0.00	0.00
4	0	0	0	0.00	0.00
5	0	0	0	0.00	0.00
6	0	0	0	0.00	0.00
7	0	0	0	0.00	0.00
8	0	0	0	0.00	0.00
9	0	0	0	0.00	0.00
10	0	0	0	0.00	0.00
11	0	0	0	0.00	0.00
12	0	0	0	0.00	0.00
13	0	0	0	0.00	0.00
14	0	0	0	0.00	0.00
15	1	1	0	0.00	0.00
16	1	2	0	0.00	0.00
17	1	3	0	0.00	0.00
18	0	3	0	0.00	0.00
19	0	3	0	0.00	0.00
20	1	4	0	0.00	0.00
21	2	6	0	0.00	0.00
22	2	8	0	0.00	0.00
23	0	8	0	0.00	0.00
24	0	8	0	0.00	0.00
25	2	10	0	0.00	0.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN N DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	4	85	4	4.00	1.00
27	7	81	7	7.00	1.00
28	7	74	7	7.00	1.00
29	15	67	15	15.00	1.00
30	16	52	16	16.00	1.00
31	7	36	7	7.00	1.00
32	11	29	11	11.00	1.00
33	8	18	8	8.00	1.00
34	3	10	0	0.00	0.00
35	2	7	0	0.00	0.00
36	2	5	0	0.00	0.00
37	0	3	0	0.00	0.00
38	1	3	0	0.00	0.00
39	1	2	0	0.00	0.00
40	0	1	0	0.00	0.00
41	0	1	0	0.00	0.00
42	0	1	0	0.00	0.00
43	1	1	0	0.00	0.00
44	0	0	0	0.00	0.00
45	0	0	0	0.00	0.00
46	0	0	0	0.00	0.00
47	0	0	0	0.00	0.00
48	0	0	0	0.00	0.00
49	0	0	0	0.00	0.00
50	0	0	0	0.00	0.00
	95	95			8.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	8.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	8.00	5.00
D mm	40.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9 \text{ o } D > 50 \text{mm}$$

$$\text{IRI} = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } \text{IRI} < 2.4 \text{ o } D < 50 \text{mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 40 mm

$$\text{IRI} = 0.0485 * (40)$$

$$\text{IRI} = 1.94 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+800 hasta 1+000 es de 1.94 m/km.

4.1.2 PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DESDE EL KM 0+000 HASTA KM 1+000

ENSAYO N°	INICIO DEL KM	FIN DEL KM	IRI(m/km)
1	0+000	0+400	8.6
2	0+400	0+800	5.303
3	0+800	1+000	1.94
PROMEDIO			5.281

3.1.1.4 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CARACTERÍSTICO

$$\text{IRI car} = \text{IRI prom} + T (\sigma)$$

IRI promedio :	5.28
T :	1.645
σ :	2.94
IRI Característico	10.12 m/km

4.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS GARATEA.

4.2.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLES 3

4.2.1.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLES 3 – CARRIL DERECHO

4.2.1.1.1 RELACION ENTRE EL PSI Y EL IRI

$$PSI = \frac{5}{exp*\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

PSI = 0.79

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)	CALIDAD
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:**

PÉSIMA

4.3 NIVEL DE DAÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) DE LAS CALLES 3 Y 4

4.3.1 NIVEL DE DAÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN LA CALLE 3 – CARRIL DERECHO

4.3.1.1 RELACION ENTRE EL PCI Y EL IRI

Para hallar el PCI usamos la siguiente fórmula:

K1	100
K2	-0.463
IRI	10.12
PCI	34.25

$PCI = K1 * IRI^{K2}$

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)** EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:

MALO

4.1.1.3 ENSAYOS REALIZADOS EN LA CALLE 3 EL DÍA 18 DE SEPTIEMBRE – CARRIL IZQUIERDO

4.1.1.3.1 ENSAYO N° 1

El primer ensayo se realizó desde la progresiva 0+000 hasta 0+ 400 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

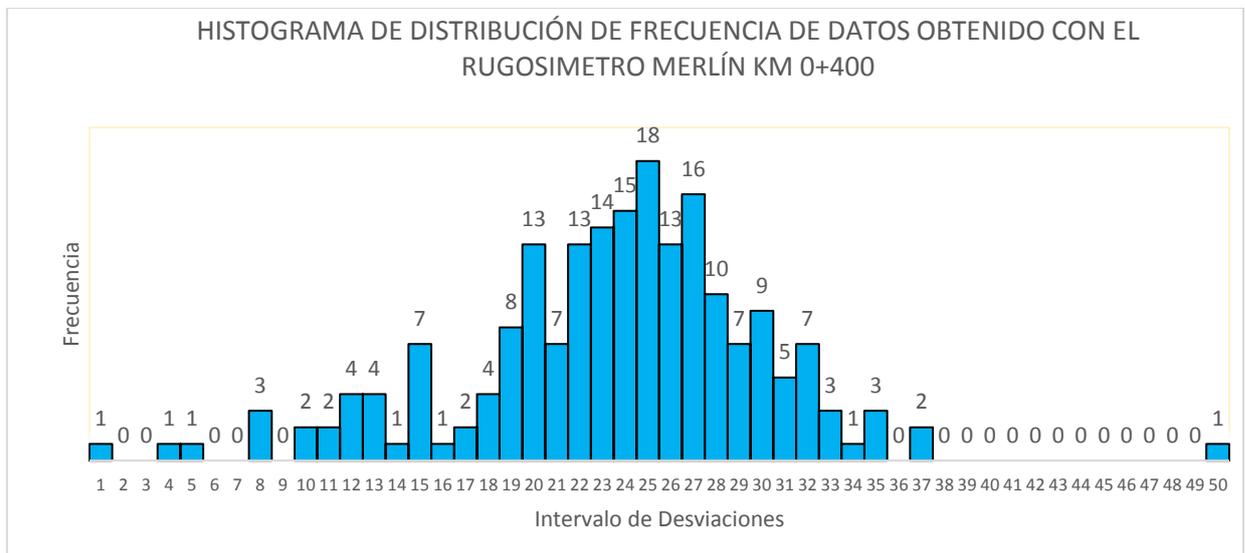
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 50

Valor Mínimo: 1

GRÁFICO N° 04

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+000 HASTA 0+400



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 18, ubicándose en el intervalo 25.

TABLA N° 07

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 AL 0+400

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	1	3	0	0.00	0.00
2	0	1	0	0.00	0.00
3	0	1	0	0.00	0.00
4	1	2	0	0.00	0.00
5	1	3	0	0.00	0.00
6	0	3	0	0.00	0.00
7	0	3	0	0.00	0.00
8	3	6	0	0.00	0.00
9	0	6	0	0.00	0.00
10	2	8	0	0.00	0.00
11	2	10	0	0.00	0.00
12	4	14	4	4.00	1.00
13	4	18	4	4.00	1.00
14	1	19	1	1.00	1.00
15	7	26	7	7.00	1.00
16	1	27	1	1.00	1.00
17	2	29	2	2.00	1.00
18	4	33	4	4.00	1.00
19	8	41	8	8.00	1.00
20	13	54	13	13.00	1.00
21	7	61	7	7.00	1.00
22	13	74	13	13.00	1.00
23	14	88	14	14.00	1.00
24	15	103	15	15.00	1.00
25	18	121	18	18.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	13	77	13	13.00	1.00
27	16	64	16	16.00	1.00
28	10	48	10	48.00	1.00
29	7	38	7	38.00	1.00
30	9	31	9	31.00	1.00
31	5	22	5	22.00	1.00
32	7	17	7	17.00	1.00
33	3	10	0	0.00	0.00
34	1	7	0	0.00	0.00
35	3	6	0	0.00	0.00
36	0	3	0	0.00	0.00
37	2	3	0	0.00	0.00
38	0	1	0	0.00	0.00
39	0	1	0	0.00	0.00
40	0	1	0	0.00	0.00
41	0	1	0	0.00	0.00
42	0	1	0	0.00	0.00
43	0	1	0	0.00	0.00
44	0	1	0	0.00	0.00
45	0	1	0	0.00	0.00
46	0	1	0	0.00	0.00
47	0	1	0	0.00	0.00
48	0	1	0	0.00	0.00
49	0	1	0	0.00	0.00
50	1	1	0	0.00	0.00
	198	198			21.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	21.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	21.00	5.00
D mm	105.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

$$\text{IRI} = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } \text{IRI} < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 105 mm

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * (105)$$

IRI = 5.54 M/KM

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+000 hasta 0+400 es de 5.54 m/km

4.1.1.3.2 ENSAYO N° 2

El segundo ensayo se realizó desde la progresiva 0+400 hasta 0+800 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

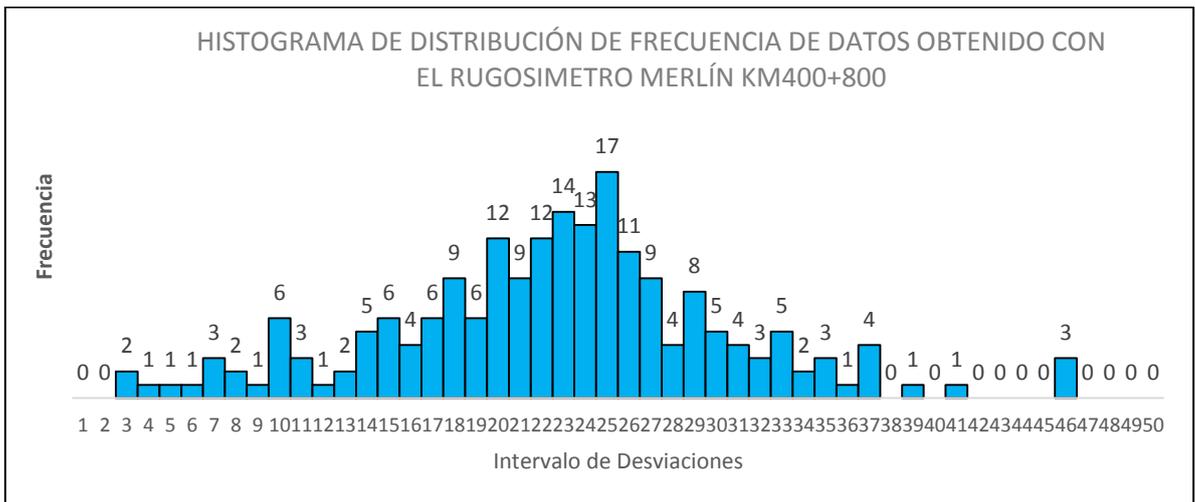
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 46

Valor Mínimo: 3

GRÁFICO N° 05

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+400 HASTA 0+800



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 17, ubicándose en el intervalo 25.

TABLA N° 08

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 AL 0+800

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	0	0	0	0.00	0.00
2	0	0	0	0.00	0.00
3	2	2	0	0.00	0.00
4	1	3	1	0.00	0.00
5	1	4	1	0.00	0.00
6	1	5	1	0.00	0.00
7	3	8	3	0.00	0.00
8	2	10	2	0.00	0.00
9	1	11	1	1.00	1.00
10	6	17	6	6.00	1.00
11	3	20	3	3.00	1.00
12	1	21	1	1.00	1.00
13	2	23	2	2.00	1.00
14	5	28	5	5.00	1.00
15	6	34	6	6.00	1.00
16	4	38	4	4.00	1.00
17	6	44	6	6.00	1.00
18	9	53	9	9.00	1.00
19	6	59	6	6.00	1.00
20	12	71	12	12.00	1.00
21	9	80	9	9.00	1.00
22	12	92	12	12.00	1.00
23	14	106	14	14.00	1.00
24	13	119	13	13.00	1.00
25	17	136	17	17.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	11	64	11	11.00	1.00
27	9	53	9	9.00	1.00
28	4	44	4	4.00	1.00
29	8	40	8	8.00	1.00
30	5	32	5	5.00	1.00
31	4	27	4	4.00	1.00
32	3	23	3	3.00	1.00
33	5	20	5	5.00	1.00
34	2	15	2	2.00	1.00
35	3	13	3	3.00	1.00
36	1	10	1	0.00	0.00
37	4	9	0	0.00	0.00
38	0	5	0	0.00	0.00
39	1	5	0	0.00	0.00
40	0	4	0	0.00	0.00
41	1	4	0	0.00	0.00
42	0	3	0	0.00	0.00
43	0	3	0	0.00	0.00
44	0	3	0	0.00	0.00
45	0	3	0	0.00	0.00
46	3	3	0	0.00	0.00
47	0	0	0	0.00	0.00
48	0	0	0	0.00	0.00
49	0	0	0	0.00	0.00
50	0	0	0	0.00	0.00
	200	200			27.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

D =	27.00
-----	-------

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	27.00	5.00
D mm	135	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

$$\text{IRI} = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } \text{IRI} < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 135 mm

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * (135)$$

$$\text{IRI} = 6.95 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+400 y 0+800 es de 6.95 m/km.

4.1.1.3.3 ENSAYO N° 3

El tercer ensayo se realizó desde la progresiva 0+800 hasta 1+000 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

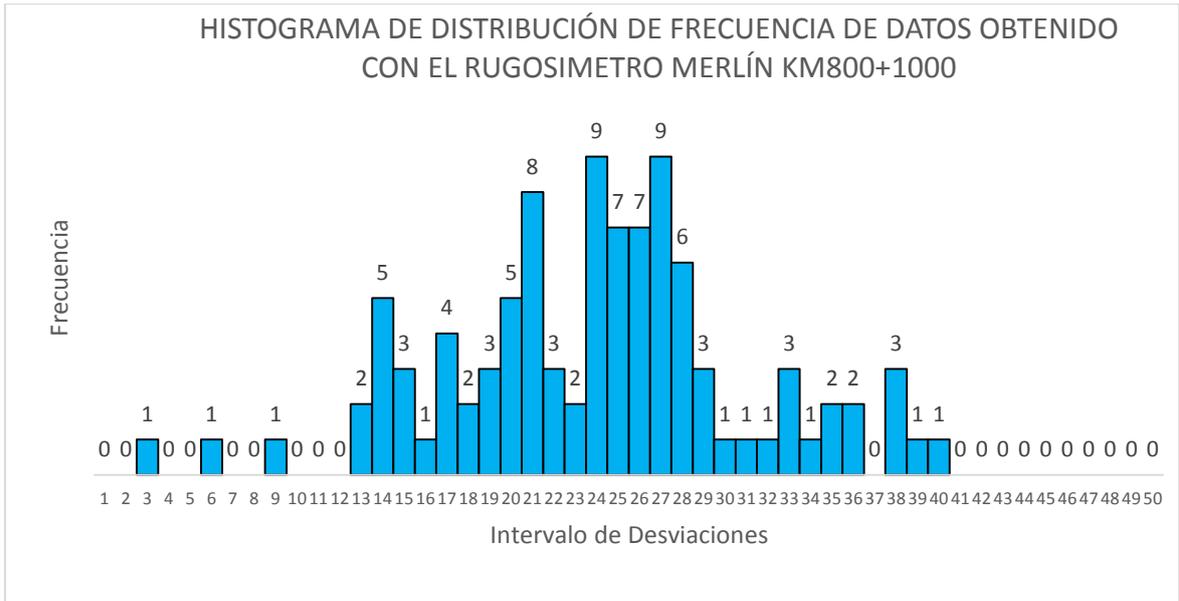
Nº de datos: 100

Valor Máximo: 43

Valor Mínimo: 15

GRÁFICO N° 06

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+800 HASTA 1+000



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 19, ubicándose en los intervalos 24 y 27.

TABLA N° 09

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 AL 1+000

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	0	0	0	0.00	0.00
2	0	0	0	0.00	0.00
3	1	1	0	0.00	0.00
4	0	1	0	0.00	0.00
5	0	1	0	0.00	0.00
6	1	2	0	0.00	0.00
7	0	2	0	0.00	0.00
8	0	2	0	0.00	0.00
9	1	3	0	0.00	0.00
10	0	3	0	0.00	0.00
11	0	3	0	0.00	0.00
12	0	3	0	0.00	0.00
13	2	5	0	0.00	0.00
14	5	10	0	0.00	0.00
15	3	13	3	3.00	1.00
16	1	14	1	1.00	1.00
17	4	18	4	4.00	1.00
18	2	20	2	2.00	1.00
19	3	23	3	3.00	1.00
20	5	28	5	5.00	1.00
21	8	36	8	8.00	1.00
22	3	39	3	3.00	1.00
23	2	41	2	2.00	1.00
24	9	50	9	9.00	1.00
25	7	57	7	7.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	7	41	7	7.00	1.00
27	9	34	9	9.00	1.00
28	6	25	6	6.00	1.00
29	3	19	3	3.00	0.00
30	1	16	1	1.00	0.00
31	1	15	1	1.00	0.00
32	1	14	1	1.00	0.00
33	3	13	3	3.00	0.00
34	1	10	0	0.00	0.00
35	2	9	0	0.00	0.00
36	2	7	0	0.00	0.00
37	0	5	0	0.00	0.00
38	3	5	0	0.00	0.00
39	1	2	0	0.00	0.00
40	1	1	0	0.00	0.00
41	0	0	0	0.00	0.00
42	0	0	0	0.00	0.00
43	0	0	0	0.00	0.00
44	0	0	0	0.00	0.00
45	0	0	0	0.00	0.00
46	0	0	0	0.00	0.00
47	0	0	0	0.00	0.00
48	0	0	0	0.00	0.00
49	0	0	0	0.00	0.00
50	0	0	0	0.00	0.00
	98	98			14.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
--	-----------

D =	14.00
-----	-------

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	14.00	5.00
D mm	70.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

IRI = 0.593+0.0471*D Cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50\text{mm}$

IRI = 0.0485*D Cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50\text{mm}$

Entonces reemplazando $D_{mm} = 40\text{ mm}$

IRI = 0.593+0.0471*(70)

IRI = 3.89 M/KM

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+800 hasta 1+000 es de 3.89 m/km.

3.1.1.3 PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DESDE EL KM 0+000 HASTA KM 1+000

ENSAYO N°	INICIO DEL KM	FIN DEL KM	IRI(m/km)
1	0+000	0+400	5.54
2	0+400	0+800	6.59
3	0+800	1+000	3.89
PROMEDIO			5.46

3.1.1.4 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CARACTERÍSTICO

$IRI_{car} = IRI_{prom} + C_e (\sigma)$

IRI promedio :	5.46
Ce :	1.645
σ :	2.94
IRI Característico	10.30 m/km

4.2.2.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 3 – CARRIL IZQUIERDO

4.2.2.1.1 RELACIÓN ENTRE EL PSI Y EL IRI

$$PSI = \frac{5}{exp*\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

$$PSI = 0.8$$

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)	CALIDAD
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)** EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:

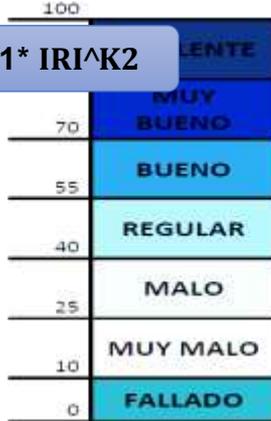
PÉSIMA

3.1.1.6 RELACION ENTRE EL PCI Y EL IRI

Para hallar el PCI usamos la siguiente fórmula:

K1	100
K2	-0.463
IRI	10.30
PCI	33.97

$PCI = K1 * IRI^{K2}$



ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)** EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:

MALO

4.1.2 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 4

4.1.2.1 RESUMEN DEL ESTUDIO

La muestra de la presente investigación es la Urbanización Nicolás Garatea del Distrito de Nuevo Chimbote teniendo en total 6 000 m² de pavimento flexible, considerando que se tiene un ancho de calzada de 6.00 m y 1 000 m de largo, para lo cual se tuvo que realizar en total 2 ensayos con 200 lecturas cada uno y 1 ensayo con 100 lecturas, de los cuales fueron realizados siguiendo la huella del neumático por el carril derecho, para el carril izquierdo también se tuvo que realizar en total 2 ensayos con 200 lecturas cada uno y 1 ensayo con 100 lecturas cada uno siguiendo la huella del neumático.

La Urbanización Nicolás Garatea es un pavimento urbano que soporta cargas no muy pesadas como las de una carretera, pero si constantes y diversas.

El tipo de pavimento estudiado fue con carpeta en caliente.

La evaluación del pavimento se realizó el día martes 28 de agosto.

3.1.2.2 ENSAYOS REALIZADOS EN LA CALLE 4 EL DÍA 28 DE AGOSTO – CARRIL DERECHO

3.1.2.2.1 ENSAYO N° 1

El primer ensayo se realizó desde la progresiva 0+000 hasta 0+ 400 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

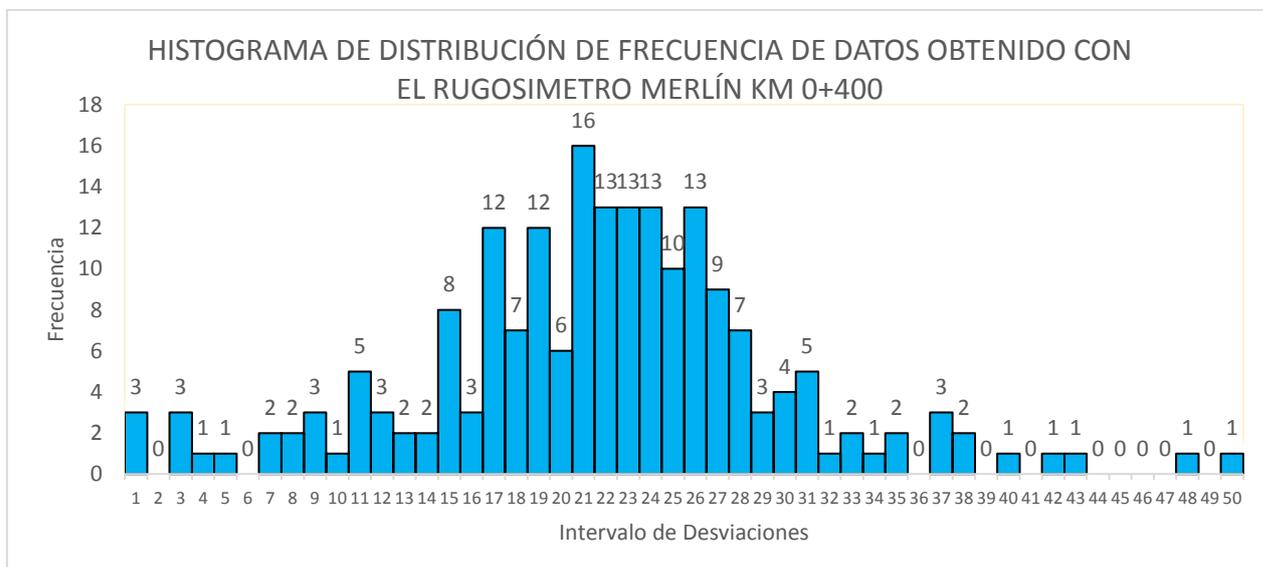
N° de datos: 200

Valor Máximo: 50

Valor Mínimo: 1

GRÁFICO N° 07

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+000 HASTA 0+400



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 16, ubicándose en el intervalo 21.

TABLA N° 10

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 AL 0+400

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	3	3	0	0.00	0.00
2	0	3	0	0.00	0.00
3	3	6	0	0.00	0.00
4	1	7	0	0.00	0.00
5	1	8	0	0.00	0.00
6	0	8	0	0.00	0.00
7	2	10	0	0.00	0.00
8	2	12	2	2.00	1.00
9	3	15	3	3.00	1.00
10	1	16	1	1.00	1.00
11	5	21	5	5.00	1.00
12	3	24	3	3.00	1.00
13	2	26	2	2.00	1.00
14	2	28	2	2.00	1.00
15	8	36	8	8.00	1.00
16	3	39	3	3.00	1.00
17	12	51	12	12.00	1.00
18	7	58	7	7.00	1.00
19	12	70	12	12.00	1.00
20	6	76	6	6.00	1.00
21	16	92	16	16.00	1.00
22	13	105	13	13.00	1.00
23	13	118	13	13.00	1.00
24	13	131	12	12.00	1.00
25	10	141	9	9.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	13	57	13	13.00	1.00
27	9	44	9	9.00	1.00
28	7	35	7	7.00	1.00
29	3	28	3	3.00	1.00
30	4	25	4	4.00	1.00
31	5	21	5	5.00	1.00
32	1	16	1	1.00	1.00
33	2	15	2	2.00	1.00
34	1	13	2	2.00	1.00
35	2	12	3	3.00	1.00
36	0	10	0	0.00	0.00
37	3	10	0	0.00	0.00
38	2	7	0	0.00	0.00
39	0	5	0	0.00	0.00
40	1	5	0	0.00	0.00
41	0	4	0	0.00	0.00
42	1	4	0	0.00	0.00
43	1	3	0	0.00	0.00
44	0	2	0	0.00	0.00
45	0	2	0	0.00	0.00
46	0	2	0	0.00	0.00
47	0	2	0	0.00	0.00
48	1	2	0	0.00	0.00
49	0	1	0	0.00	0.00
50	1	1	0	0.00	0.00
	198	198			28.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	28.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	28.00	5.00
D mm	140.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

IRI = 0.593+0.0471*D Cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50mm$

IRI = 0.0485*D Cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50mm$

Entonces reemplazando **Dmm = 140 mm**

IRI = 0.593+0.0471*(140)

IRI = 7.19 M/KM

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+000 hasta 0+400 es de 7.187 m/km.

3.5.2 ENSAYO N° 2

El segundo ensayo se realizó desde la progresiva 0+400 hasta 0+800 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

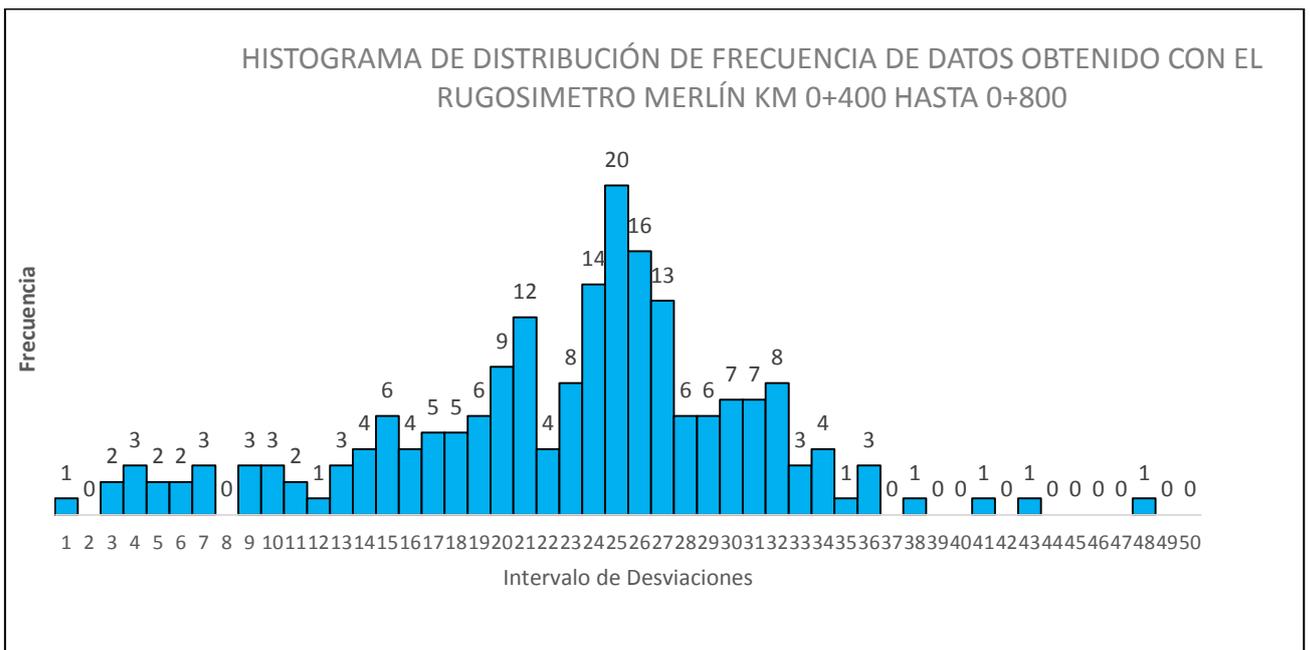
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 48

Valor Mínimo: 1

GRÁFICO N° 08

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+400 HASTA 0+800



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 20, ubicándose en el intervalo 25.

TABLA N° 11

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 AL 0+800

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	1	1	0	0.00	0.00
2	0	1	0	0.00	0.00
3	2	3	0	0.00	0.00
4	3	6	0	0.00	0.00
5	2	8	0	0.00	0.00
6	2	10	0	0.00	0.00
7	3	13	3	3.00	1.00
8	0	13	0	0.00	0.00
9	3	16	3	3.00	1.00
10	3	19	3	3.00	1.00
11	2	21	2	2.00	1.00
12	1	22	1	1.00	1.00
13	3	25	3	3.00	1.00
14	4	29	4	4.00	1.00
15	6	35	6	6.00	1.00
16	4	39	4	4.00	1.00
17	5	44	5	5.00	1.00
18	5	49	5	5.00	1.00
19	6	55	6	6.00	1.00
20	9	64	9	9.00	1.00
21	12	76	12	12.00	1.00
22	4	80	4	4.00	1.00
23	8	88	8	8.00	1.00
24	14	102	14	14.00	1.00
25	20	122	20	20.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	16	78	16	16.00	1.00
27	13	62	13	13.00	1.00
28	6	49	6	6.00	1.00
29	6	43	6	6.00	1.00
30	7	37	7	7.00	1.00
31	7	30	7	7.00	1.00
32	8	23	8	8.00	1.00
33	3	15	3	3.00	1.00
34	4	12	4	4.00	1.00
35	1	8	0	0.00	0.00
36	3	7	0	0.00	0.00
37	0	4	0	0.00	0.00
38	1	4	0	0.00	0.00
39	0	3	0	0.00	0.00
40	0	3	0	0.00	0.00
41	1	3	0	0.00	0.00
42	0	2	0	0.00	0.00
43	1	2	0	0.00	0.00
44	0	1	0	0.00	0.00
45	0	1	0	0.00	0.00
46	0	1	0	0.00	0.00
47	0	1	0	0.00	0.00
48	1	1	0	0.00	0.00
49	0	0	0	0.00	0.00
50	0	0	0	0.00	0.00
	200	200			27.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el

Rango D

	V. ENTERO
D =	27.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	27.00	5.00
D mm	135	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$ Cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50mm$

$IRI = 0.0485 * D$ Cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50mm$

Entonces reemplazando $D_{mm} = 135 mm$

$IRI = 0.593 + 0.0471 * (135)$

IRI = 6.952 M/KM

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+400 hasta 0+800 es de 6.952 m/km

3.5.3 ENSAYO N° 3

El tercer ensayo se realizó desde la progresiva 0+800 hasta 1+000 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

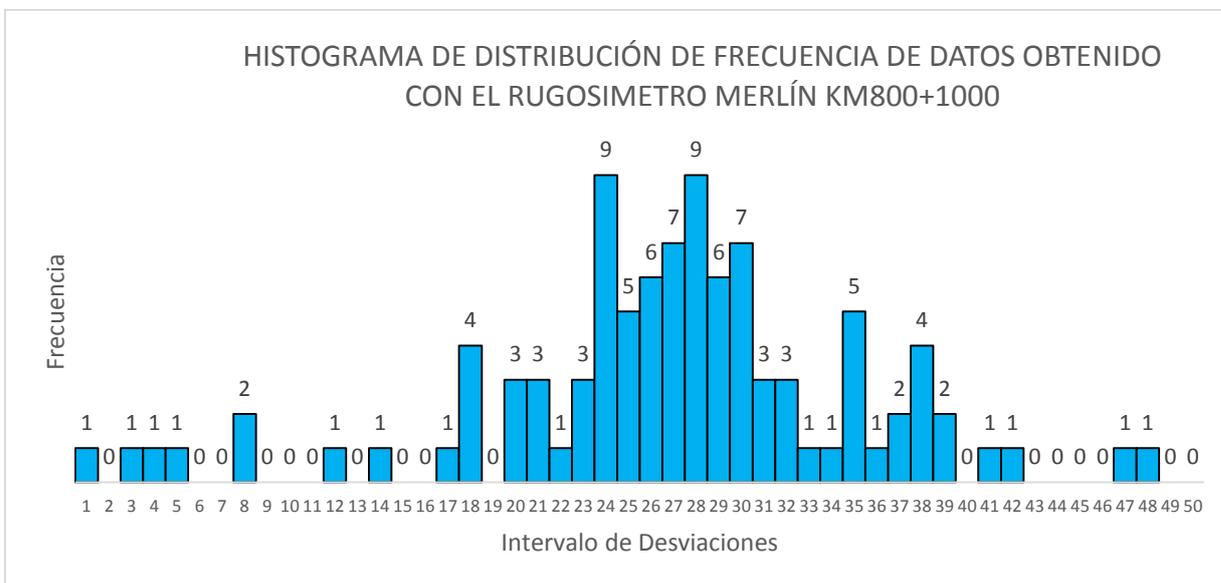
Nº de datos: 1 00

Valor Máximo: 48

Valor Mínimo: 1

GRÁFICO N° 09

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+800 HASTA 1+000



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 9, ubicándose en los intervalos 24 y 28.

TABLA N° 12

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 AL 1+000

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	1	1	0	0.00	0.00
2	0	1	0	0.00	0.00
3	1	2	0	0.00	0.00
4	1	3	0	0.00	0.00
5	1	4	0	0.00	0.00
6	0	4	0	0.00	0.00
7	0	4	0	0.00	0.00
8	2	6	0	0.00	0.00
9	0	6	0	0.00	0.00
10	0	6	0	0.00	0.00
11	0	6	0	0.00	0.00
12	1	7	0	0.00	0.00
13	0	7	0	0.00	0.00
14	1	8	0	0.00	0.00
15	0	8	0	0.00	0.00
16	0	8	0	0.00	0.00
17	1	9	0	0.00	0.00
18	4	13	4	4.00	1.00
19	0	13	0	0.00	0.00
20	3	16	3	3.00	1.00
21	3	19	3	3.00	1.00
22	1	20	1	1.00	1.00
23	3	23	3	3.00	1.00
24	9	32	9	9.00	1.00
25	5	37	5	5.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	6	61	6	6.00	1.00
27	7	55	7	7.00	1.00
28	9	48	9	9.00	1.00
29	6	39	6	6.00	1.00
30	7	33	7	7.00	1.00
31	3	26	3	3.00	1.00
32	3	23	3	3.00	1.00
33	1	20	1	1.00	1.00
34	1	19	1	1.00	1.00
35	5	18	5	5.00	1.00
36	1	13	1	1.00	1.00
37	2	12	2	2.00	1.00
38	4	10	0	0.00	0.00
39	2	6	0	0.00	0.00
40	0	4	0	0.00	0.00
41	1	4	0	0.00	0.00
42	1	3	0	0.00	0.00
43	0	2	0	0.00	0.00
44	0	2	0	0.00	0.00
45	0	2	0	0.00	0.00
46	0	2	0	0.00	0.00
47	1	2	0	0.00	0.00
48	1	1	0	0.00	0.00
49	0	0	0	0.00	0.00
50	0	0	0	0.00	0.00
	98	98			19.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	19.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	19.00	5.00
D mm	95.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50 \text{ mm}$$

$$IRI = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } IRI < 2.4 \text{ o } D < 50 \text{ mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 95 mm

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * (95)$$

$$IRI = 5.068 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+800 hasta 1+000 es de 5.068 m/km.

4.1.2.2.4 PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DESDE EL KM 0+000 HASTA KM 1+000

ENSAYO N°	INICIO DEL KM	FIN DEL KM	IRI(m/km)
1	0+000	0+400	7.187
2	0+400	0+800	6.952
3	0+800	1+000	5.068
PROMEDIO			6.40

3.1.1.4 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CARACTERÍSTICO

$$IRI_{car} = IRI_{prom} + C_e (\sigma)$$

IRI promedio :	6.40
T :	1.645
σ :	2.94
IRI Característico	11.24 m/km

3.1.1.5 RELACION ENTRE EL PSI Y EL IRI

$$PSI = \frac{5}{exp*\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

$$PSI = 1.56$$

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)	CALIDAD
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:**

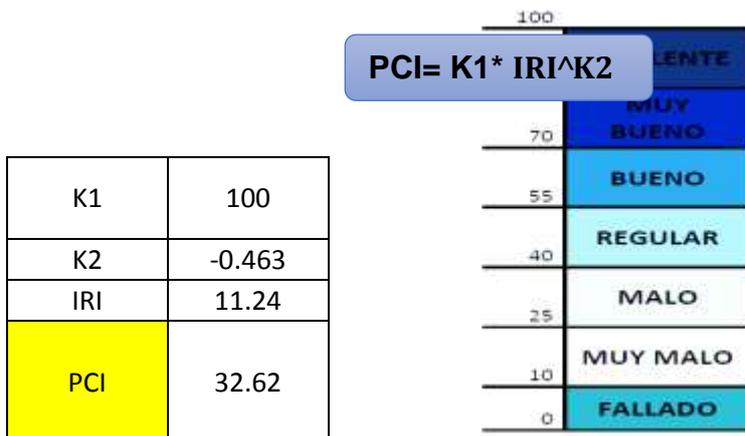
MALA

4.3.1 NIVEL DE DAÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) EN LA CALLE 4

4.3.1.1 NIVEL DE DAÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) EN LA CALLE 4 – CARRIL DERECHO

4.3.1.1.1 RELACION ENTRE EL PCI Y EL IRI

Para hallar el PCI usamos la siguiente fórmula:



ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:**

MALO

3.1.2.3 ENSAYOS REALIZADOS EN LA CALLE 4 EL DÍA 15 DE SEPTIEMBRE – CARRIL IZQUIERDO

3.1.2.3.1 ENSAYO N° 1

El primer ensayo se realizó desde la progresiva 0+000 hasta 0+ 400 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

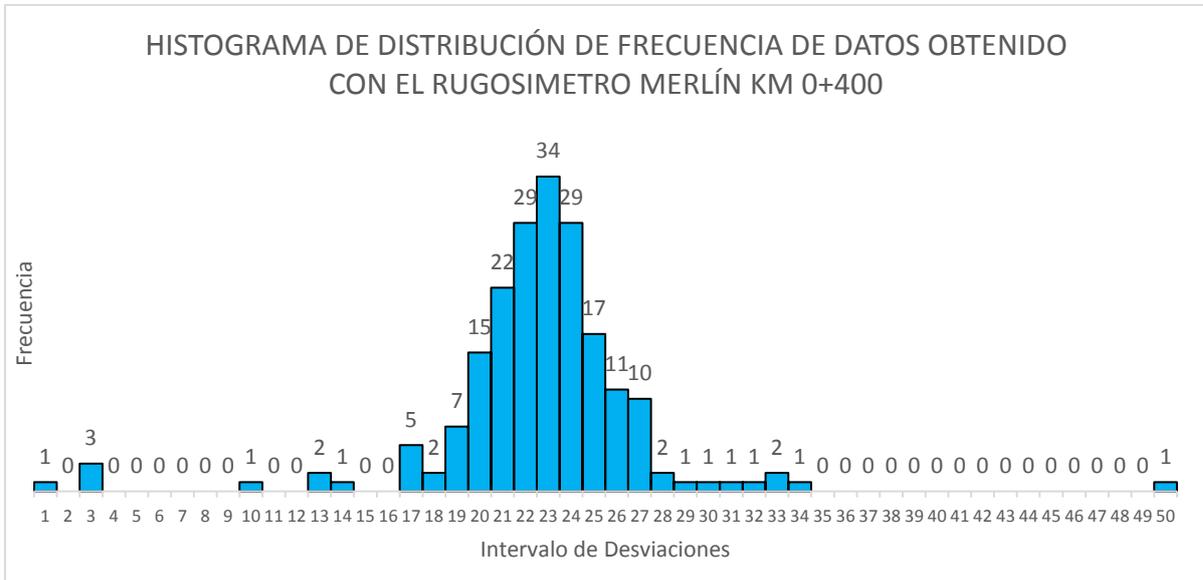
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 50

Valor Mínimo: 1

GRÁFICO N° 10

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS OBTENIDO CON EL RUGOSÍMETRO MERLÍN KM 0+000 HASTA 0+400



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 34, ubicándose en el intervalo 23.

TABLA N° 13

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+000 AL 0+400

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	1	3	0	0.00	0.00
2	0	1	0	0.00	0.00
3	3	4	0	0.00	0.00
4	0	4	0	0.00	0.00
5	0	4	0	0.00	0.00
6	0	4	0	0.00	0.00
7	0	4	0	0.00	0.00
8	0	4	0	0.00	0.00
9	0	4	0	0.00	0.00
10	1	5	0	0.00	0.00
11	0	5	0	0.00	0.00
12	0	5	0	0.00	0.00
13	2	7	0	0.00	0.00
14	1	8	0	0.00	0.00
15	0	8	0	0.00	0.00
16	0	8	0	0.00	0.00
17	5	13	5	5.00	1.00
18	2	15	2	2.00	1.00
19	7	22	7	7.00	1.00
20	15	37	15	15.00	1.00
21	22	59	22	22.00	1.00
22	29	88	29	29.00	1.00
23	34	122	34	34.00	1.00
24	29	151	29	29.00	1.00
25	17	168	17	17.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	11	31	11	11.00	1.00
27	10	20	10	10.00	1.00
28	2	10	0	0.00	0.00
29	1	8	0	0.00	0.00
30	1	7	0	0.00	0.00
31	1	6	0	0.00	0.00
32	1	5	0	0.00	0.00
33	2	4	0	0.00	0.00
34	1	2	0	0.00	0.00
35	0	1	0	0.00	0.00
36	0	1	0	0.00	0.00
37	0	1	0	0.00	0.00
38	0	1	0	0.00	0.00
39	0	1	0	0.00	0.00
40	0	1	0	0.00	0.00
41	0	1	0	0.00	0.00
42	0	1	0	0.00	0.00
43	0	1	0	0.00	0.00
44	0	1	0	0.00	0.00
45	0	1	0	0.00	0.00
46	0	1	0	0.00	0.00
47	0	1	0	0.00	0.00
48	0	1	0	0.00	0.00
49	0	1	0	0.00	0.00
50	1	1	0	0.00	0.00
	199	199			11.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	11

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	11.00	5.00
D mm	55.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < IRI < 15.9 \text{ o } D > 50 \text{ mm}$$

$$IRI = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } IRI < 2.4 \text{ o } D < 50 \text{ mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 50 mm

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * (50)$$

$$IRI = 2.948 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+000 hasta 0+400 es de 2.948 m/km.

3.5.2 ENSAYO N° 2

El segundo ensayo se realizó desde la progresiva 0+400 hasta 0+800 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

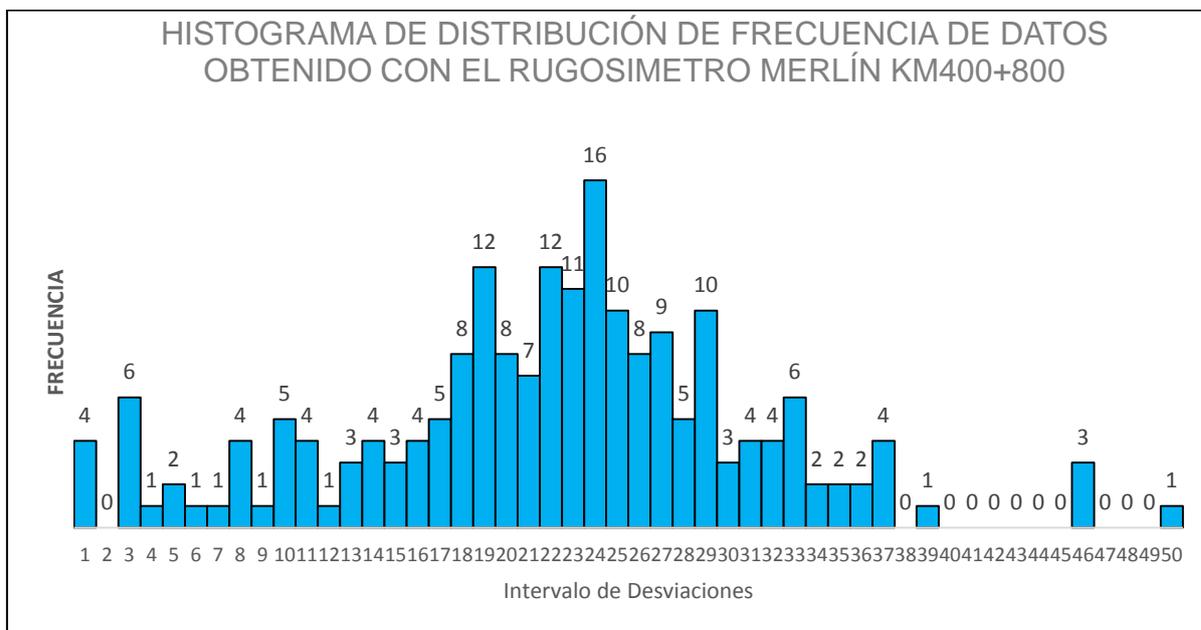
Nº de datos: 200

Valor Máximo: 50

Valor Mínimo: 1

GRÁFICO N° 11

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS
OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+400 HASTA 0+800



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 16, ubicándose en el intervalo 24.

TABLA N° 14

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+400 AL 0+800

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	4	4	0	0.00	0.00
2	0	4	0	0.00	0.00
3	6	10	0	0.00	0.00
4	1	11	1	1.00	1.00
5	2	13	2	2.00	1.00
6	1	14	1	1.00	1.00
7	1	15	1	1.00	1.00
8	4	19	4	4.00	1.00
9	1	20	1	1.00	1.00
10	5	25	5	5.00	1.00
11	4	29	4	4.00	1.00
12	1	30	1	1.00	1.00
13	3	33	3	3.00	1.00
14	4	37	4	4.00	1.00
15	3	40	3	3.00	1.00
16	4	44	4	4.00	1.00
17	5	49	5	5.00	1.00
18	8	57	8	8.00	1.00
19	12	69	12	12.00	1.00
20	8	77	8	8.00	1.00
21	7	84	7	7.00	1.00
22	12	96	12	12.00	1.00
23	11	107	11	11.00	1.00
24	16	123	16	16.00	1.00
25	10	133	10	10.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	8	64	8	8.00	1.00
27	9	56	9	9.00	1.00
28	5	47	5	5.00	1.00
29	10	42	10	10.00	1.00
30	3	32	3	3.00	1.00
31	4	29	4	4.00	1.00
32	4	25	4	4.00	1.00
33	6	21	6	6.00	1.00
34	2	15	2	2.00	1.00
35	2	13	2	2.00	1.00
36	2	11	2	2.00	1.00
37	4	9	0	0.00	0.00
38	0	5	0	0.00	0.00
39	1	5	0	0.00	0.00
40	0	4	0	0.00	0.00
41	0	4	0	0.00	0.00
42	0	4	0	0.00	0.00
43	0	4	0	0.00	0.00
44	0	4	0	0.00	0.00
45	0	4	0	0.00	0.00
46	3	4	0	0.00	0.00
47	0	1	0	0.00	0.00
48	0	1	0	0.00	0.00
49	0	1	0	0.00	0.00
50	1	1	0	0.00	0.00
	197	197			33.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	33.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	33.00	5.00
D mm	165	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

$$\text{IRI} = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } \text{IRI} < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 165 mm

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * (165)$$

$$\text{IRI} = 8,365 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+400 hasta 0+800 es de 8.365 m/km.

3.5.3 ENSAYO N° 3

El tercer ensayo se realizó desde la progresiva 0+800 hasta 1+000 se tuvo en cuenta la huella del neumático tal como indica el manual del uso del rugosímetro para la realización.

Datos Recogidos:

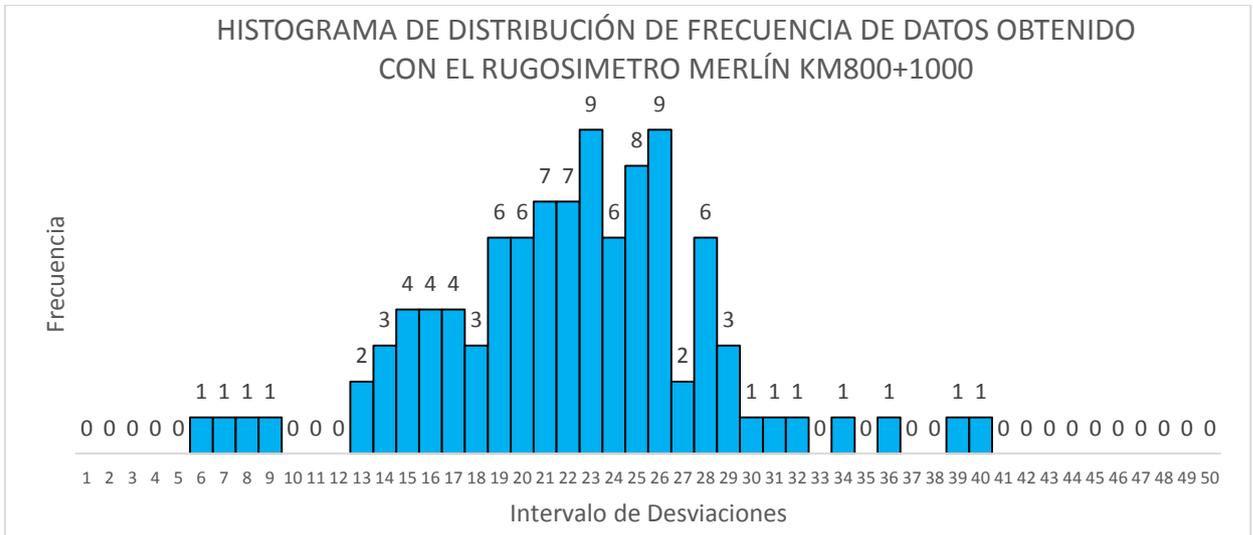
Nº de datos: 1 00

Valor Máximo: 40

Valor Mínimo: 6

GRÁFICO N° 12

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE DATOS OBTENIDO CON EL RUGOSIMETRO MERLÍN KM 0+800 HASTA 1+000



INTERPRETACIÓN: Histograma de los 200 datos recogidos con el Rugosímetro de Merlín siendo la mayor frecuencia 9, ubicándose en los intervalos 23 y 26.

TABLA N° 15

Agrupación de datos para el cálculo del rango D KM 0+800 AL 1+000

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
1	0	0	0	0.00	0.00
2	0	0	0	0.00	0.00
3	0	0	0	0.00	0.00
4	0	0	0	0.00	0.00
5	0	0	0	0.00	0.00
6	1	1	0	0.00	0.00
7	1	2	0	0.00	0.00
8	1	3	0	0.00	0.00
9	1	4	0	0.00	0.00
10	0	4	0	0.00	0.00
11	0	4	0	0.00	0.00
12	0	4	0	0.00	0.00
13	2	6	0	0.00	0.00
14	3	9	0	0.00	0.00
15	4	13	4	4.00	1.00
16	4	17	4	4.00	1.00
17	4	21	4	4.00	1.00
18	3	24	3	3.00	1.00
19	6	30	6	6.00	1.00
20	6	36	6	6.00	1.00
21	7	43	7	7.00	1.00
22	7	50	7	7.00	1.00
23	9	59	9	9.00	1.00
24	6	65	6	6.00	1.00
25	8	73	8	8.00	1.00

N° CLASE	CANTIDAD DE DATOS	DATOS ACUMULADOS	DEPURACIÓN DE DATOS	RANGO D	CALCUL. D
26	9	27	9	9.00	1.00
27	2	18	2	2.00	1.00
28	6	16	6	6.00	1.00
29	3	10	0	0.00	0.00
30	1	7	0	0.00	0.00
31	1	6	0	0.00	0.00
32	1	5	0	0.00	0.00
33	0	4	0	0.00	0.00
34	1	4	0	0.00	1.00
35	0	3	0	0.00	0.00
36	1	3	0	0.00	0.00
37	0	2	0	0.00	0.00
38	0	2	0	0.00	0.00
39	1	2	0	0.00	0.00
40	1	1	0	0.00	0.00
41	0	0	0	0.00	0.00
42	0	0	0	0.00	0.00
43	0	0	0	0.00	0.00
44	0	0	0	0.00	0.00
45	0	0	0	0.00	0.00
46	0	0	0	0.00	0.00
47	0	0	0	0.00	0.00
48	0	0	0	0.00	0.00
49	0	0	0	0.00	0.00
50	0	0	0	0.00	0.00
	100	100			15.00

INTERPRETACIÓN: Depuración del 10% de datos (eliminación de los 10 primeros datos del inicio y final) para obtener el rango D.

Hallando el Rango D

	V. ENTERO
D =	15.00

Convirtiendo a milímetros

	D	5mm
D mm	15.00	5.00
D mm	75.00	

HALLANDO LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * D \quad \text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9 \text{ o } D > 50\text{mm}$$

$$\text{IRI} = 0.0485 * D \quad \text{Cuando } \text{IRI} < 2.4 \text{ o } D < 50\text{mm}$$

Entonces reemplazando Dmm = 75 mm

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 * (75)$$

$$\text{IRI} = 4.126 \text{ M/KM}$$

Se concluye que el Índice de Rugosidad Internacional entre las progresivas 0+800 hasta 1+000 es de 4.126 m/km

4.1.2.4 PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DESDE EL KM 0+000 HASTA KM 1+000

ENSAYO N°	INICIO DEL KM	FIN DEL KM	IRI(m/km)
1	0+000	0+400	2.948
2	0+400	0+800	8.365
3	0+800	1+000	4.126
PROMEDIO			5.15

4.1.2.5 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL CARACTERÍSTICO

$$\text{IRI car} = \text{IRI prom} + C_e (\sigma)$$

IRI promedio :	5.15
T :	1.645
σ :	2.94
IRI Característico	9.98 m/km

4.2.2.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 4 – CARRIL IZQUIERDO

4.2.2.1.1 RELACION ENTRE EL PSI Y EL IRI

$$PSI = \frac{5}{exp*\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

$$PSI = 0.81$$

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)	CALIDAD
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)** EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:

PÉSIMA

4.3.1.2 NIVEL DE DAÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO(PCI) EN LA CALLE 4 – CARRIL IZQUIERDO

4.3.1.2.1 RELACION ENTRE EL PCI Y EL IRI

Para hallar el PCI usamos la siguiente fórmula:

K1	100
K2	-0.463
IRI	9.98
PCI	34.46

$PCI = K1 * IRI^{K2}$



The vertical scale on the right shows the following quality levels and their corresponding PCI ranges:

- 100: Excelente
- 70-100: Muy Buena
- 55-70: Buena
- 40-55: Regular
- 25-40: Malo
- 10-25: Muy Malo
- 0-10: Fallado

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)** EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:

MALO

La determinación del estado del pavimento se realizó de manera independiente, uno para carril derecho y otro para el izquierdo de la calle 3 y 4, pero para trabajar con un solo valor se promediaron los valores obtenidos.

CALLE 3

IRI Car. Carril Derecho: 10.12 m/km

IRI Car. Carril Izquierdo: 10.30 m/km

Promedio IRI Car.: 10.21 m/km

CALLE 4

IRI Car. Carril Derecho: 11.24 m/km

IRI Car. Carril Izquierdo: 9.98 m/km

Promedio IRI Car.: 10.61 m/km

Entonces promediamos los valores del IRI car. De ambas calles obteniendo un valor de:

Promedio IRI Car.: 10.41 m/km

Con este valor calculamos el PSI Y PCI del pavimento:

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

$$PSI = \frac{5}{\exp^*\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

$$PSI = 0.75$$

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)	CALIDAD
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:**

PÉSIMA

RELACION ENTRE EL PCI Y EL IRI

Para hallar el PCI usamos la siguiente fórmula:

K1	100
K2	-0.463
IRI	10.41
PCI	33.80



ENTONCES **SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EL ESTADO DEL PAVIMENTO ES:**

MALO

4.4 CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS GARATEA – NUEVO CHIMBOTE

	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 3 - CARRIL DERECHO	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 3 - CARRIL IZQUIERDO	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 4 - CARRIL DERECHO	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 4 - CARRIL IZQUIERDO
IRI (m/km)	10.12	10.30	11.40	9.98
PSI	PÉSIMA	PÉSIMA	MALO	PÉSIMA
PCI	MALO	MALO	MALO	MALO

Luego de haber obtenido el IRI Característico para los 2 carriles de la calle 3 y 4 se obtuvo que ambos datos muy similares llevan a la misma conclusión que el estado del pavimento es **MALO**

4.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

Luego de haber evaluado la rugosidad del pavimento flexible de las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás de Garatea, se determinó según el Índice de Condición de Pavimento PCI que el estado del pavimento se encuentra entre el rango de pavimento MALO.

Por lo tanto, se procedió a realizar estudios de mecánica de suelos según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, en donde nos indica los puntos de investigación, los ensayos in situ y de laboratorio a realizar para poder diseñar la estructura del pavimento.

4.5.1 RESUMEN DEL ESTUDIO

Para diseñar la estructura del pavimento se necesitó realizar calicatas y CBR que nos permitan obtener datos del tipo de suelo. Para esto se procedió a contratar los servicios de un laboratorio especializado, con la asesoría de este laboratorio se procedió a realizar un total de 4 calicatas y 1 CBR. La cantidad de puntos de investigación se calculó de acuerdo a lo indicado en la norma CE.010

Teniendo un total de 12,000 m² por evaluar y habiendo realizado cada 6,000 m² entonces se obtuvo un total de 4 calicatas y los ensayos CBR se realizan 1 por cada 5 calicatas, por lo cual se optó por realizar 1 CBR.

Resumen General de Calicatas

Se pudo comprobar que no hay nivel freático en las profundidades excavadas en cada calicata.

Calicata C-01: Profundidad Alcanzada (m): 1.60 para CBR

Calicata C-02: Profundidad Alcanzada (m): 1.50

Calicata C-03: Profundidad Alcanzada (m): 1.50

Calicata C-04: Profundidad Alcanzada (m): 1.50

A continuación, se presentan los resultados otorgados por el laboratorio sobre los estudios realizados en la zona de estudio.

4.5.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

La clasificación de suelos se basa en el cuadro Clasificación de Suelos SUCS (Ver Figura N°8-Anexo)

4.5.2.1 CALICATA C-01

Datos Generales

Profundidad Alcanzada (m): 1.60

Nivel Freático (m): N.P.

Datos obtenidos

Se observó que

Del nivel ± 0.00 a -0.10 existe grava aislada, papeles, residuos de cemento.

Del nivel -0.10 a -1.5 la condición in situ es que existe arena suelta a medianamente compacto, ligeramente húmedo de color beige claro. La condición en laboratorio presenta arena limosa (SM): 0.4% de gravas finas, 85.1% de arena media a fina y 14.5% de finos.

La clasificación (SUCS) corresponde a **SM**

El contenido de humedad (%): 1.3

4.5.2.2 CALICATA C-02

Datos Generales

Profundidad Alcanzada (m): 1.50

Nivel Freático (m): N.P.

Datos obtenidos

Se observó que

Del nivel ± 0.00 a -0.10 existe grava aislada, papeles, residuos de cemento.

Del nivel -0.10 a -1.5 la condición in situ es que existe arena pobremente gradada con limo, ligeramente húmedo de color beige claro. La condición en laboratorio presenta arena limosa (SM): 0.6% de gravas finas, 89.0% de arena media a fina y 10.4% de finos.

La clasificación (SUCS) corresponde a **SM - SP**

El contenido de humedad (%): 1.4

4.5.2.3 CALICATA C-03

Datos Generales

Profundidad Alcanzada (m): 1.50

Nivel Freático (m): N.P.

Datos obtenidos

Se observó que

Del nivel ± 0.00 a -0.10 existe grava aislada, papeles, residuos de cemento.

Del nivel -0.10 a -1.5 la condición in situ es que existe arena pobremente gradada con limo, ligeramente húmedo color beige. En laboratorio presenta arena limosa (SM): 4.4% de gravas finas, 89.0% de arena media a fina y 6.6% de finos.

La clasificación (SUCS) corresponde a **SM - SP**

El contenido de humedad (%): 2.3

4.5.2.4 CALICATA C-04

Datos Generales

Profundidad Alcanzada (m): 1.50

Nivel Freático (m): N.P.

Datos obtenidos

Se observó que

Del nivel ± 0.00 a -0.10 existe grava aislada, papeles, residuos de cemento.

Del nivel -0.10 a -1.5 la condición in situ es que existe arena pobremente gradada con limo, ligeramente húmedo de color beige claro. La condición en laboratorio presenta arena pobremente gradada con limo (SM): 3.9% de gravas finas, 85.1% de arena media a fina y 11.0% de finos.

La clasificación (SUCS) corresponde a **SM - SP**

El contenido de humedad (%): 1.8

A continuación, la tabla resumen de las calicatas extraídas en campo.

Tabla N° 16

Resumen de clasificación SUCS respecto a calicatas

CALICATA	CALLE	CLASIFICACIÓN SUCS	PROFUNDIDAD
C - 01	3	SM	1.60
C - 02	3	SP - SM	1.50
C - 03	4	SP - SM	1.50
C - 04	4	SP - SM	1.50

SP: Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.

SM: Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas

SP-SM: Es la presencia de ambos

IV. DISCUSIÓN

1. Se realizó el estudio de tráfico vehicular, dando como resultado que los autos son los vehículos que más transitan en la urbanización Nicolás de Garatea, se obtuvo un IMD de 138 vehículos, esto indica la frecuencia de paso vehicular por el pavimento, así mismo se muestra que el volumen de tráfico en su mayor parte está compuesto por Automóviles y Station wagon, seguido por Camioneta pick Up.

Según la Norma de Pavimentos Urbanos CE. 010 nos indica que el índice de tránsito nos proporciona criterios y métodos para determinar el tráfico que soporta la vía, ya que con el estudio del tráfico vehicular podremos obtener que tipos de movibilidades son las que más transitan por la vía.

Por otro lado, la Norma de Pavimentos Urbanos CE. 010 nos da a conocer que gracias al estudio de tráfico vehicular se llega a calcular el número total de ejes equivalentes que transitan por el pavimento de la urbanización Nicolás de Garatea.

Mediante el Método AASHTO 1993 se realizan los cálculos necesarios para realizar el diseño del pavimento de la Urbanización en estudio, con estos datos llegamos a calcular los espesores de la carpeta.

Realizado el estudio de tráfico vehicular se obtuvo un IMD de 138 vehículos donde el mayor porcentaje de vehículo que pasa es el automóvil y station wagon con un 25%, el valor del IMD nos permiten obtener el ESAL de diseño, siendo este igual a 92084.60 (el valor representa el número total de ejes equivalentes). Esto se sustenta en el Anexo 12.

El Índice Medio Diario es imprescindible para hallar nuestro diseño de pavimento flexible de las calles 3 y 4 de la urbanización Nicolás de Garatea, para esto se tuvo en cuenta el Método AASHTO 1993; una vez calculado el diseño del pavimento se obtuvo como espesores lo siguiente: Carpeta Asfáltica de 5 cm, Base Granular de 25 cm y la Sub-base Granular de 30 cm; teniendo el pavimento flexible un espesor total de 60 cm, según los resultados obtenidos.

2. La temperatura promedio en Nuevo Chimbote indica entre 18-22 °C clima cálido, en los ensayos realizados con el rugosímetro de merlín en las calles 3 y 4 de la urbanización Nicolás de Garatea se observó que el pavimento tiene diversas fallas a lo largo de la vía, como baches, hundimientos, piel de cocodrilo, entre otros; pero la mayor patología observada fue la de agregado pulido, desafortunadamente solo se pudo evaluar la carpeta de rodadura con un rugosímetro que arrojó valores superficiales y no se obtuvo valores de la capa que hubiese sido lo más conveniente.

Esto en cambio sí se vio en lo expuesto por Herrera Heredia en su tesis Evaluación y diseño de pavimentos por el método georadar (GPR) y deflectómetro de la antigua vía a Conocoto, quien tuvo la oportunidad de evaluar el pavimento con tecnología de punta para obtener datos más precisos, con los valores determinados con la evaluación realizada con el GPR y el Deflectómetro de impacto se ha logrado determinar la capacidad portante y estructural del pavimento, la cual se basa en el conjunto de capas que conforman el pavimento.

Por otro también se evaluaron las carpetas del pavimento en la tesis de Ventura Ocas Juan titulada, Determinar y evaluar del nivel de las patologías del pavimento existente en la urbanización santa rosa del distrito de Nuevo Chimbote, provincia de Santa, Departamento de Ancash 2010. Se confirma que el mayor porcentaje de patología encontrada en el pueblo joven son los baches con un 11.69% siendo ocasionados por el mal diseño del 40 paquete estructural; donde la principal causa que origina las patologías más relevantes es el Diseño teniendo el 32%; corroborando durante el estudio de suelos realizado en la zona de estudio que el diseño no cumple con los requisitos para el índice de flujo vehicular como se aprecia.

3. Con el rugosímetro de Merlin se realizaron los ensayos en el carril derecho e izquierdo del pavimento siguiendo la huella del neumático en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás de Garatea, realizados los cálculos según los procedimientos dados en el Manual del Rugosímetro de Merlín, se determinó una rugosidad de 10.41 m/km, un PSI de 0.75 y un PCI de 33.80, estos valores son parecidos a los de Cristina Paola García Oña en su tesis “Evaluación del comportamiento y diseño de rehabilitación de la estructura del pavimento de un tramo de la vía interoceánica”, en donde obtuvo como resultado valores entre 6.66 y 9.45, comprobando la pésima calidad de circulación que presenta la vía, la calificación por IRI es de muy malo. Mientras que el PSI tiene valores entre 0.90 y 1.49, con calificación de muy malo, muy por debajo del 2.5 establecido como condición final.

La evaluación del índice de condición del pavimento nos ha demostrado que el pavimento se encuentra prácticamente fallado. El valor del PCI va desde 14 hasta 31, con calificación únicamente de malo y muy malo, con los cuales se puede concluir que el pavimento evaluado no cumple con las especificaciones técnicas y los requerimientos que estipula el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, donde nos indica que la regularidad característica no deberá ser mayor a 2.5, para carreteras de un IMDA entre 1500-100 veh/día.

4. Se realizó el estudio de mecánica de suelos para hallar el (análisis granulométrico, Próctor modificado y CBR), mediante la realización de calicatas de acuerdo a norma urbanas de pavimentos C.E. 0.10.

Primero procedimos a realizar nuestras calicatas en este caso se realizaron 4 calicatas dentro de las calles 3 y 4 de la urbanización Nicolás de Garatea, éstas fueron clasificadas como C-1 en la progresiva 0+200, C-2 en la progresiva 0+800 de la calle 3 y, C-3 en la progresiva 0+200, C-4 en la progresiva 0+800 de la calle 4, la profundidad de las calicatas se realizaron a 1.50 m a excepción de calicata 2 que se realizó

a una profundidad de 1.60m ya que la muestra es para el CBR, Próctor modificado y análisis granulométrico.

Las calicatas se realizaron bajo los lineamientos de la Norma de Pavimentos Urbanos CE – 010, que nos describe que la finalidad del análisis granulométrico es obtener nuestra clasificación y porcentajes de partículas para ver los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases y sub-bases del pavimento flexible de las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás de Garatea, según los resultados obtenidos de los ensayos de granulometría se puede decir que el tipo de suelo según clasificación AASHTO tuvo como resultado que está conformado por material del tipo A-2-4 (granulares con partículas finas limosas) ; el suelo está compuesto por materiales del tipo arena mal gradada de grano fino a medio de color beige oscuro de forma sobredondeada con presencia de finos no plásticos, condición in situ semi compacto y ligeramente húmedo, que según el Manual de carreteras del MTC, es un material de baja resistencia al corte, de igual forma según la clasificación SUCS tenemos que el tipo de suelos es SM (arena con presencia de limos) con un porcentaje de 0.4% de grava, 0.85% de arena y 14.5 de finos.

En base a los resultados obtenidos, se aprecia que el valor del CBR más desfavorable es de 8 %. El método AASHTO 2002 propone una fórmula de correlación del módulo de resiliencia con el CBR dando un valor de 12000.00 psi.

Por lo tanto el CBR obtenido es 8 % que nos sirve para medir la resistencia del terreno, dando un valor del módulo de resiliencia de la subrasante de 12 000 psi, siendo datos de entrada para el diseño del pavimento flexible por el método AASHTO 1993.

En el estudio de mecánica de suelos para CBR, se encontró en las muestras extraídas como material predominante arenas mal graduada con pocos limos, de mediana a baja compacidad, sin presencia de nivel freático, lo cual indica un terre no regular.

ENSAYO	RESULTADO	TIPO DE SUELO
CBR	8%	SM

V. CONCLUSIONES

1. Tras la evaluación del pavimento flexible mediante el Índice de Rugosidad Internacional se llegó a la conclusión que el pavimento se encuentra en estado MALO según el Índice de Condición Del Pavimento, dando como resultado el valor de 33.80.
2. Siendo este el caso de un pavimento rehabilitado se consideró calcular el IRI usando el denominado IRI Característico, por lo cual se obtuvo una rugosidad de 10.41 m/km.
3. El índice de serviciabilidad presente PSI hallado con el IRI Característico fue de 0.75 lo cual nos dice que el pavimento de la Urbanización Nicolás de Garatea presenta una serviciabilidad PÉSIMA.
4. El Índice de Condición de pavimento que se calculó con el IRI Característico fue de 33.80 lo cual nos dice que la condición del pavimento es MALO.
5. Conociendo todas las condiciones presentes del pavimento flexible en estudio y velando por la calidad de vida de los neo chimbotanos se decidió retirar el actual pavimento, para realizar su respectivo nuevo diseño con las condiciones actuales y de futuro para que los vecinos cuenten con un servicio público eficiente. Es así que se llegó al diseño final del pavimento flexible con las siguientes capas estructurales: Base=0.25m, Subbase=0.30m y Carpeta Asfáltica=0.05m

VI. RECOMENDACIONES

1. Para realizar una mejor evaluación se recomienda usar maquinaria e instrumentos especiales, así como el ensayo de muestras de la estructura del pavimento para conocer la capacidad real de la estructura y saber si se respetaron las especificaciones.
2. Realizar los mantenimientos adecuados y necesarios para los pavimentos, evitando de esta manera mayores gastos en reparaciones.
3. La serviciabilidad del pavimento debe conservarse en MUY BUENO al menos durante la primera mitad del período de diseño establecido para el pavimento flexible, para luego intervenir con mantenimiento según corresponda.
4. Todos los factores nos señalan que el pavimento se encuentra en malas condiciones por ello que se debe realizar un estudio de los pavimentos de la ciudad periódicamente para determinar su nivel de daño, el Rugosímetro Merlín es uno de los métodos más sencillos de realizar la evaluación superficial de un pavimento por lo cual no hay ningún inconveniente para poder realizarlo con frecuencia y así evitar llegar al extremo de tener que parchar las pistas o removerlas por completo.
5. Se decidió retirar el pavimento por las condiciones deplorables en las que se encontró, pero para evitar este proceso se tuvo que realizar un correcto diseño considerando los factores actuales y de futuro, y una correcta ejecución de la obra y su respectivo mantenimiento.

VI. PROPUESTA

PROPUESTA DE REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS DE GARATEA

MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DE PISTAS DE LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS DE GARATEA – DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – SANTA -ANCASH”

1.0 ANTECEDENTES

La Urb. Nicolás de Garatea acrecienta la necesidad de contar con una infraestructura vehicular acorde con el Desarrollo Urbano de la localidad y parque automotor, tiene alto índice de crecimiento poblacional y expansión urbana.

La zona a intervenir no cuenta con una infraestructura vehicular adecuada.

Los pobladores vienen ocupando parte de la sección de la vía con jardines y veredas construidas sin considerar las secciones estipuladas por COFOPRI, no permitiendo libre tránsito vehicular en la zona. Sumado la problemática que se vive en la zona por la inseguridad peatonal y accidentes de tránsito por no contar con una Infraestructura Vehicular adecuada.

2.0 GENERALIDADES:

2.01 Proyecto: “MEJORAMIENTO DE PISTAS DE LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URB. NICOLÁS DE GARATEA - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH.”

2.02 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La obra a ejecutarse se encuentra ubicada en:

Urb.: NICOLÁS DE GARATEA

Distrito: NUEVO CHIMBOTE

Provincia: SANTA

Región: ANCASH

Presupuesto: S/. 2, 791,557.45

3.0 UBICACIÓN

La ubicación de la obra está al Norte del Distrito de Nuevo Chimbote tomando como referencia el Limite del Río Lacramarca.

3.01 COLINDATES

El Distrito de Nuevo Chimbote es uno de los 13 distritos de la Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash, Perú, creada el 27 de mayo de 1974 por ley 26318, limita por el Norte con los distritos de Chimbote, por el Sur con los de Nepeña y Samanco al oeste se encuentra el Océano Pacífico, en el que se adentra la Península del Ferrol, la que encierra junto a las islas Blanca y Ferrol la bahía de Chimbote.

3.02 CLIMA:

A nivel geográfico el clima de la zona es calido y húmedo en los meses de verano, estimándose que la temperatura máxima llega a los 32°C y la mínima a los 12°C, con una temperatura promedio anual de 22°C y durante los meses de invierno con presencia de niebla.

3.03 TIPO DE SUELO:

La zona del proyecto se caracteriza porque el suelo es del tipo arena mal graduada, que según la clasificación AASHTO pertenece al Tipo A-3(0); con presencia de estratos compuestos de material de relleno, de mediana a baja capacidad de compactación, sin presencia de nivel freático, y en algunos sectores el suelo existente es de tipo arena mal graduada con limo, constituido por grava con residuos de ladrillos.

3.04 ECONOMÍA:

El 50% de la población es económicamente empleada dedicándose a actividades del sector pesquero, comercio, el 30% se dedica a la empresa industria, siderúrgica, o empresa privada, y el 20% se dedica presta servicios a entidades públicas sea empleados o servicios no personales.

Los pobladores de la zona involucrada en el proyecto, tienen un índice familiar, que oscila entre 4 a 5 personas por familia.

La mayoría de los pobladores de la zona son de clase media a alta, presentan gran poder adquisitivo.

3.05 VIVIENDA:

Las casas en su totalidad están construidas de material noble. El 95% son de 01 piso a 02 pisos, el 5% son de material rustico (Esteras, Palos de eucalipto) este tipo de vivienda se acrecienta en la actual zona de expansión urbana.

3.06 SERVICIOS PÚBLICOS:

- ✓ Sistema de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica y telefonía.
- ✓ Centros educativos: Inicial, primaria, secundaria.
- ✓ Centros de salud.
- ✓ Parques recreacionales.
- ✓ Infraestructura Peatonal: veredas
- ✓ Comisaría.
- ✓ Iglesias, etc.

4. SITUACION ACTUAL

En la actualidad la Urb. Nicolás de Garatea cuenta con red de Agua potable y Alcantarillado. Los pobladores de la Urbanización carecen de una infraestructura vial adecuada en las principales vías, generándose condiciones desfavorables para el tránsito peatonal y vehicular de la población de la Urb. Nicolás de Garatea.

La zona en estudio corresponde de la Urb. Nicolás de Garatea, la misma que se encuentra consolidada, especialmente con la existencia de viviendas de uso unifamiliar y comercio menor.

Cuenta con servicios básicos de agua potable y alcantarillado, así como el sistema de electrificación.

Conocidas las limitaciones visuales, económicas y de infraestructura del entorno existente, así como las expectativas de desarrollo proyectado por el Gobierno Local y por parte de la comunidad, se ha conceptualizado el proyecto como "un elemento de tránsito arquitectónico representativo de la Urbanización" que se integra al entorno existente revitalizando la imagen de las calles y avenidas de este sector de la ciudad, y motive la realización de actividades impulsadas al embellecimiento y rehabilitación de las calles.

5.0 OBJETIVOS DEL PROYECTO:

- ✓ Mejorar las Condiciones de Transitabilidad Vehicular de la Urbanización Nicolás de Garatea.
- ✓ Contribuir con el embellecimiento de la localidad.
- ✓ Mejoramiento de la calidad del transporte y de la accesibilidad en el área de influencia del proyecto, para mejorar el acceso de la población a

los centros sociales, institucionales, de salud, de educación y de comercio base para la recuperación de la economía y del ambiente urbano con sus valores culturales que forjan la identidad de la ciudad.

- ✓ Mejorar la red vial existente y el aspecto urbanístico de la zona.
- ✓ Propiciar la adecuada construcción del Pavimento en calles de la Urb. Nicolás de Garatea.
- ✓ Brindar una mejor calidad de vida a los pobladores de la Urb. Nicolás de Garatea con las mejoras físicas de sus calles.
- ✓ Promover el desarrollo de la localidad mediante la ejecución de obras de infraestructura de desarrollo urbano.

6.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El presente proyecto se ha ceñido a la alternativa seleccionada, el cual se detalla a continuación alternativa N° 1 “**MEJORAMIENTO DE LAS PISTAS DE LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URB. NICOLÁS DE GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH.**”, Pavimentación de 12,000.00 m², Pintado y señalización de vía en 4,000.00m, colocación de carpeta asfáltica en Caliente E=2” de 12 000.00 m².

6.01 PAVIMENTACION

El proyecto contempla la construcción de pavimento flexible en las calles 3 y 4 de la Urb. Nicolás de Garatea, teniendo en cuenta las secciones que estipula COFOPRI.

La sección transversal del pavimento, tendrá el siguiente diseño:

Proyecto Arquitectónico:

El proyecto arquitectónico del Mejoramiento De Pistas de las Calles 3 y 4 en La Urb. Nicolás de Garatea, ha sido proyectado en las 2 calles de la localidad en función a la demanda de los beneficiarios y teniendo en cuenta la atención que amerita.

Proyecto Estructural:

El proyecto contempla la pavimentación de las calles 3 y 4, de acuerdo a la siguiente descripción:

- ✓ Construcción de 12,000.00 m² de Sub Base granular E=0.30 m, 12,000.00m² de Base granular E=0.25 m
- ✓ Imprimación Asfáltica con MC-30 de 12,000.00 m².
- ✓ Preparación de 12,000.00 m² de mezcla asfáltica en caliente C/maquinaria.
- ✓ Colocación de Carpeta Asfáltica en caliente de E=2" en 12,000.00m².
- ✓ Pintado y señalización 4,000.00 m de vía.

Base de Diseño del Pavimento:

Se está considerando la magnitud del tráfico (Peso y frecuencia de vehículos), el tipo de suelos, las características climáticas de la zona.

Se ha considerado un pavimento flexible (asfáltico); y, para su diseño el método del instituto del asfalto: Con los siguientes parámetros:

- ✓ Tránsito probable de 20 años,
- ✓ El valor portante del terreno de fundación (C.B.R.)

Dicho tránsito basado en 20 años se denomina "V.T.D." que es el Valor de Tránsito de Diseño y se determina en función del Tránsito Diario Inicial en ambas direcciones.

SECCIÓN DE PAVIMENTO A CONSIDERARSE

Características de diseño: Tránsito mediano (con ligero % pesado)

- ✓ Espesor de la carpeta asfáltica: 2"
- ✓ Espesor de la base granular: 25 cm.
- ✓ Espesor de Sub base: 30 cm.

7. METAS DEL PROYECTO

Las principales metas del Proyecto son:

PAVIMENTO:

El proyecto contempla la pavimentación de las calles 3 y 4 de la Urb. Nicolás de Garatea, de acuerdo a la siguiente descripción:

- ✓ Imprimación Asfáltica con MC - 30 de 12,000.00m².
- ✓ Preparación de 12,000.00m² de mezcla asfáltica en caliente C/maquinaria
- ✓ Colocación de Carpeta Asfáltica en caliente de E=2" en 12,000.00m².

- ✓ Pintado y señalización 4,000.00 m de vía.

7.0 VALOR REFERENCIAL

- ✓ El monto del proyecto a ejecutar, asciende a la cantidad de S/. 2, 791, 557.45 (Dos **Millones Setecientos Noventiun Mil Quinientos Cincuentisiete Y 45/100 NUEVOS SOLES**).

9.0 MODALIDAD DE EJECUCIÓN:

- ✓ La modalidad de ejecución será por Contrata.

10.0 PLAZO DE EJECUCIÓN:

- ✓ La obra está programada para ejecutarse en un plazo de 30 días calendarios.

11.0 TRABAJOS A REALIZAR

PAVIMENTACION:

- ✓ Obras provisionales. - comprendido en transporte de equipos y herramientas, movilización y desmovilización de maquinaria pesada, oficina, almacén y guardianía, cartel de obra y paneles de identificación.
- ✓ Trabajos preliminares. - consiste en trazo nivelación, colocación de cono de fibra de vidrio fosforescente, mantenimiento de transito temporal y seguridad vial.
- ✓ Pavimento. - se ejecutarán las partidas de imprimación asfáltica mc-30 (dosif. 0.40 gln/m²), preparación de mezcla asfáltica en caliente con maquinaria, transporte de mezcla asfáltica a obra c/maquinaria y carpeta asfáltica en caliente de 2".
- ✓ Pintura y señalización. - Pintado de pavimentos (línea continua, línea discontinua, símbolos - y letras.

VII. REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ISO 690

- ✓ AASHTO. Guía AASHTO® para el Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993 [en línea]. Lima: Instituto para el desarrollo de los pavimentos en el Perú (IDPP), 1997 [fecha de consulta: 21 de noviembre de 2016]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/126459232/Guia-AASHTO-93-version-en-español>
- ✓ ARRIAGA, Mario, GARNICA, Paul y RICO, Alfonso. Índice internacional de rugosidad en la carretera de México. Sanfandila: [s.n.], 1998. 57pp. ISSN: 0188-7297
- ✓ DEL ÁGUILA Rodríguez, Pablo. Desarrollo de la ecuación de correlación para la determinación del IRI en pavimentos asfálticos nuevos usando el rugosímetro Merlín [en línea], 2016 [fecha de consulta: 12 de octubre 2016]. Disponible en: <http://www.camineros.com/documentos/doc1.pdf>
- ✓ DEL ÁGUILA Rodríguez, Pablo. Manual del usuario Merliner TM: Merlín equipo para rugosidad [en línea], 2016 [fecha de consulta: 09 de junio 2016]. Disponible en: <http://www.camineros.com/docs/cam011.pdf>
- ✓ GARCÍA Oña, Cristina y SÁNCHEZ Proaño, Gustavo. Evaluación del comportamiento y diseño de rehabilitación de la estructura del pavimento de un tramo de la vía Interoceánica. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Católica del Ecuador, 2012. 479 pp.
- ✓ GOMEZ Vallejos, Susan. Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo grau – Trujillo – La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. 121 pp
- ✓ Norma I.N.V.E – 790 - 07. Determinación del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para medir la rugosidad de los pavimentos, Bogotá, Colombia, 2007.

- ✓ ONOFRE, Juan, SÁNCHEZ, Julio y SANTIAGO, Walter. Determinación del índice de rugosidad de pavimentos usando el Perfilómetro Romdas Z-250. Tesis (Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2008. 187pp.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones 2010. Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos. Decreto Supremo N°001-2010-VIVIENDA, Lima, Perú, 13 de enero de 2010
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones 2010. Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos. Decreto Supremo N°001-2010-VIVIENDA, Lima, Perú, 13 de enero de 2010
- ✓ RODRIGUEZ Velásquez, Edgar. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la av. Luis Montero, Distrito de Castilla. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad de Piura, 2009. 167 pp.
- ✓ SAYERS, M.W. [et al]. The International Road Roughness Experiment: Establishing Correlation and a Calibration Standard for Measurements. Bank Technical Paper N° 45. Washington D.C, 1986. 484pp.
- ✓ VÁSQUEZ Varela, Luis. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras [en línea], 2016 [fecha de consulta: 29 de abril 2016]. Disponible en: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01

INSTRUMENTOS

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

Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto del nivel de referencia o cuerda promedio

Formato para la recolección de datos de campo

ENSAYOS PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLÍN (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO: _____ OPERADOR: _____
 SECTOR: _____ SUPERVISOR: _____
 TRAMO: _____ FECHA: _____
 CARRIL: _____

ENSAYO N° KM + HORA: _____

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

OBSERVACIONES: _____

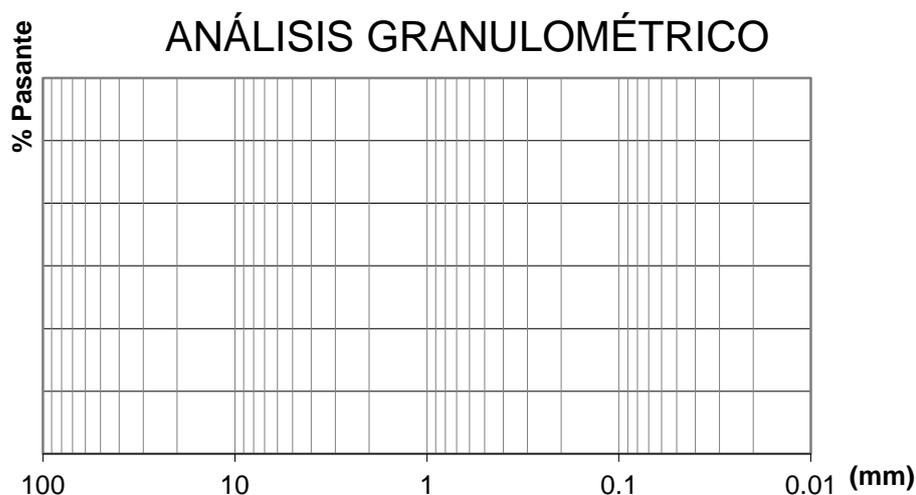
ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

PROYECTO:
SOLICITANTE:
ASUNTO:
LUGAR:
UNIDAD:

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr,	B % Pasante
3/4		
1/2		
3/8		
1/4		
Nº 4		
Nº 10		
Nº 16		
Nº 30		
Nº 40		
Nº 50		
Nº 100		
Nº 200		
P Nº 200		



GRAVA (%)	
ARENA (%)	
FINOS (%)	
Límite Líquido	
Límite Plástico	
Índice de Plásticidad	
Clasif. Sucs	
Clasif. Aashto	
Contenido Humedad	

Nota:
SUCS:
AASHTO:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

ANEXO N°02

MATRIZ DE

CONSISTENCIA

MATRÍZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2018

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

REALIDAD PROBLEMÁTICA:

A nivel nacional el transporte es uno de los sectores de mayor contribución en nuestro país, siendo necesaria para el comercio, movilización de pobladores y carga, etc; por tal motivo es necesario el buen estado y funcionamiento del pavimento, para garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios; sin embargo, por el mismo uso de ésta se puede observar deterioro de la carpeta de rodadura a través del tiempo, generando costos de mantenimiento o reparación.

En la actualidad en el Distrito de Nuevo Chimbote se puede observar que ciertas vías principales se encuentran en rehabilitación debido a la falta de mantenimiento en su momento, generando mayores gastos económicos perjudiciales para el progreso del distrito; es así como una de las urbanizaciones más afectadas es la Urbanización Nicolás Garatea, produciendo numerosos problemas como incomodidad en el pasajero y conductor debido a los baches, desgaste de los vehículos, contaminación ambiental, asimismo esta situación problemática origina un aumento de accidentes de tránsito en nuestra ciudad.

VARIABLE	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	DIMENSIÓN	INDICADORES	JUSTIFICACIÓN
Rugosidad del Pavimento Flexible	¿Cuál será el resultado de la evaluación del Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea en el Distrito de Nuevo Chimbote - 2018?	OBJETIVO GENERAL	RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	El presente desarrollo se justifica en la necesidad de mejorar la calidad y vida útil del pavimento de la Urbanización Nicolás Garatea; para esto es necesario determinar el grado de daño en el que se encuentra la carpeta de rodadura. A su vez la presente investigación está destinado a evaluar los niveles de calidad exigidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el Manual de Carreteras, en cuanto al IRI, que permita utilizar estos parámetros como indicadores del estado funcional del pavimento, al conocer las causas sabemos lo que se debe mejorar ya sea para plantear alternativas de mantenimiento o rehabilitación, logrando un buen comportamiento del pavimento y evitar fallas, de esta manera brindar un buen confort y seguridad a los usuarios que transitan por la vía en estudio, así mismo evitar enfermedades respiratorias y/o accidentes a los moradores, brindando una carpeta de rodadura en buenas condiciones.
		Evaluar el Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea en el Distrito de Nuevo Chimbote – 2018			
		OBJETIVOS ESPECÍFICOS		Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	
		Evaluar el Pavimento Flexible en las calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea para el desarrollo de la información del IRI, utilizando el Rugosímetro Merlín.			
		Determinar el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) del Pavimento Flexible en las calles 3 y 4.		Índice de Condición del Pavimento (PCI)	
		Establecer el nivel de daño del pavimento aplicando el índice de condición del pavimento (PCI) en las calles 3 y 4.			
Elaborar una propuesta de solución para la recuperación del pavimento flexible en estudio					

ANEXO N° 03

CÁLCULOS PARA EL

DISEÑO DEL

PAVIMENTO

FLEXIBLE

Cálculos Para El Diseño Del Pavimento Flexible

Estudio del Tráfico Vial

SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
			PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
E	1351	45	19	18	1	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1450	52.21
S	1235	21	16	32	1	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1327	47.79
TOTAL	2586	66	35	50	2	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2777	
%	93.12	2.38	1.26	1.80	0.07	1.01	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
IMD	369	9	5	7	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	395	

Cálculo del ESAL

FACTOR TRAFICO EN PAVIMENTO FLEXIBLE - AASHTO 1993															
Tipo de Vehiculo	AUTO		STATION WAGON		PICK UP		FUR		PANEL		C. Rural		Micros		
DIAGRA. VEH.															
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	
CARGA	1	0.8	1.75	1.75	2.5	2.5	7	10	1	2	2	3	3	3	
Lx (kips)	2.2059	1.7647	3.8603	3.8603	5.5148	5.5148	15.4413	22.059	2.6471	3.3089	4.4118	6.6177	6.6177	6.6177	
no	369	369	10	10	5	5	8	8	0	0	4	4	1	1	
r%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Gt	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
log(Wtx/W)	3.570	3.867	2.735	2.735	2.148	2.148	0.290	-0.388	3.312	2.977	2.520	1.834	1.834	1.834	
G = Wt/W	0.0003	0.0001	0.0018	0.0018	0.007	0.007	0.513	2.446	0.000	0.001	0.003	0.015	0.015	0.015	
GY	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
ESAL	380	192	70	70	136	136	15716	74999	0	0	46	225	56	56	
PARCIAL	91701.13								271				112		
TOTAL	92084.60														

- Nivel De Confianza

Clasificación funcional	Nivel de confianza recomendado (R)					
	Urbano			Rural		
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	-	99.9	80	-	99.9
Arterias principales	80	-	99	75	-	95
Colectoras	80	-	95	75	-	95
Locales	50	-	80	50	-	80

confianza 75%

- Confiabilidad y Desviación Estándar

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar (Z _R)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

- Valor Del Índice De Servicialidad

- Índice de serviciabilidad inicial (pi)

4.2	pavimento flexible
4.5	pavimento rígido

Pi	4.20
----	------

- Índice de serviciabilidad final (pt)

2.5 o 3.0	carreteras principales
2	carreteras con clasificación menor
1.5	carreteras relativamente menores donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

Pt	2.00
----	------

- Criterio para la selección de la Desviación estandar total (So)

0.30	-	0.40	Pavimentos rígidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles

So	0.45
----	------

Entonces, tenemos los siguientes datos:

DATOS:	
ESAL DE DISEÑO	92,084.60
CONFIABILIDAD	75%
DESVIACION	-0.674
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
DELTA PSI	2.20
So	0.45

METODO AASHTO	
CBR	8.00 %
MR	12000.00 PSI

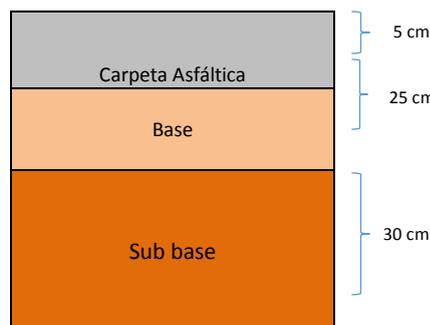
S2 : Subrasante Regular

Categorías de Subrasante	
CATEGORÍA DE SUBRASANTE	CBR
S ₁ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₂ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₃ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₄ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₅ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₆ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Al aplicar los datos en la siguiente fórmula podemos obtener los espesores de las capas del pavimento flexible en la zona de estudio:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Espesores			
Capa	carpeta asfáltica	base	subbase
Espesor	5	25	30



ANEXO N° 04

FIGURAS

FIGURA N° 1

Estructura de un Pavimento Rígido

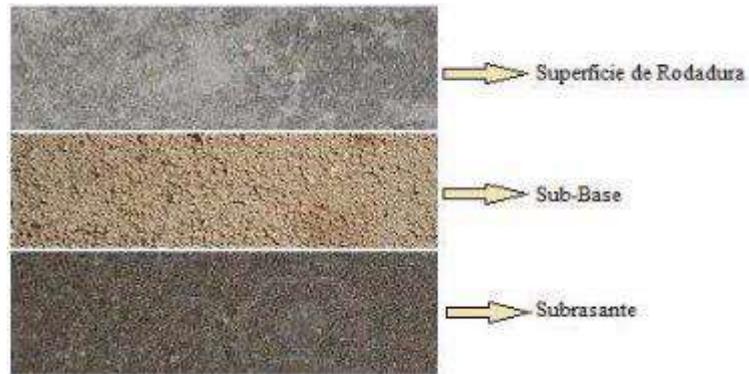


FIGURA N° 2

Estructura de un Pavimento Flexible

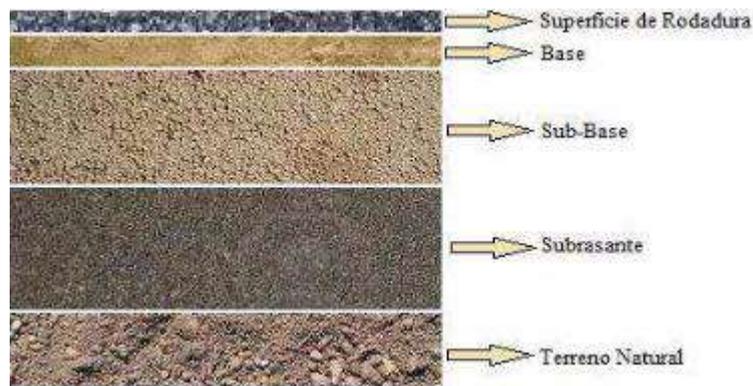


FIGURA N° 3

Comparación del comportamiento estructural de los pavimentos rígidos y flexibles

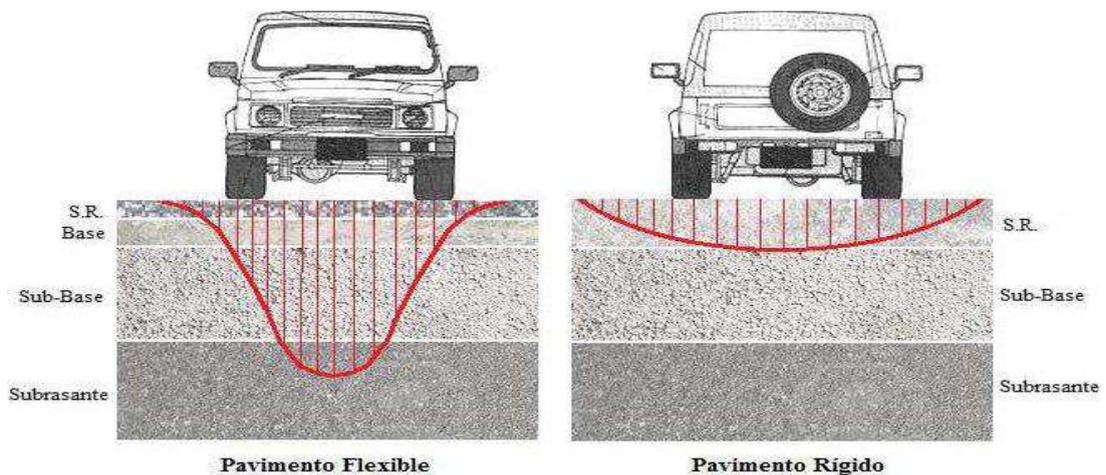


FIGURA N° 4

Elementos del Merlín

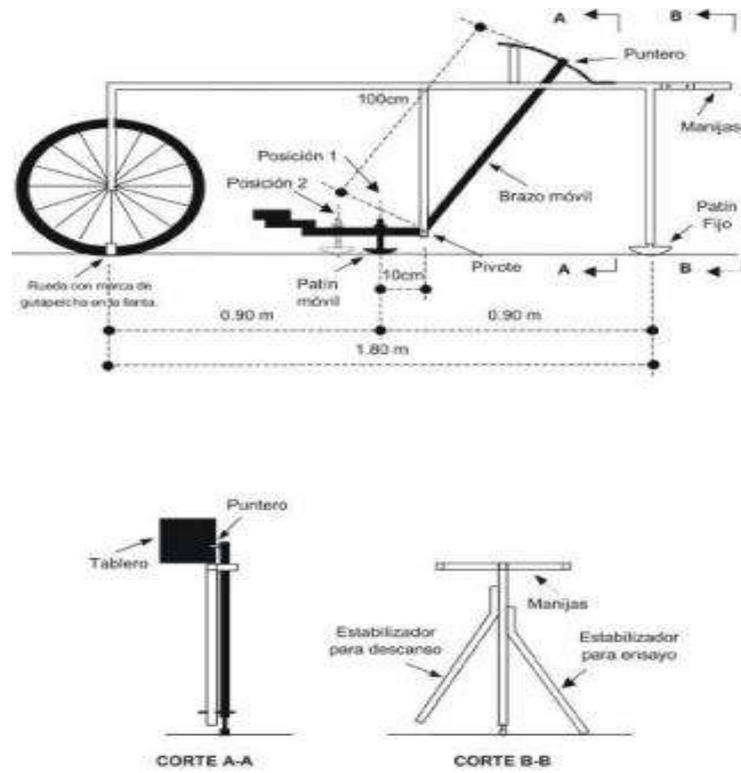


FIGURA N° 5

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

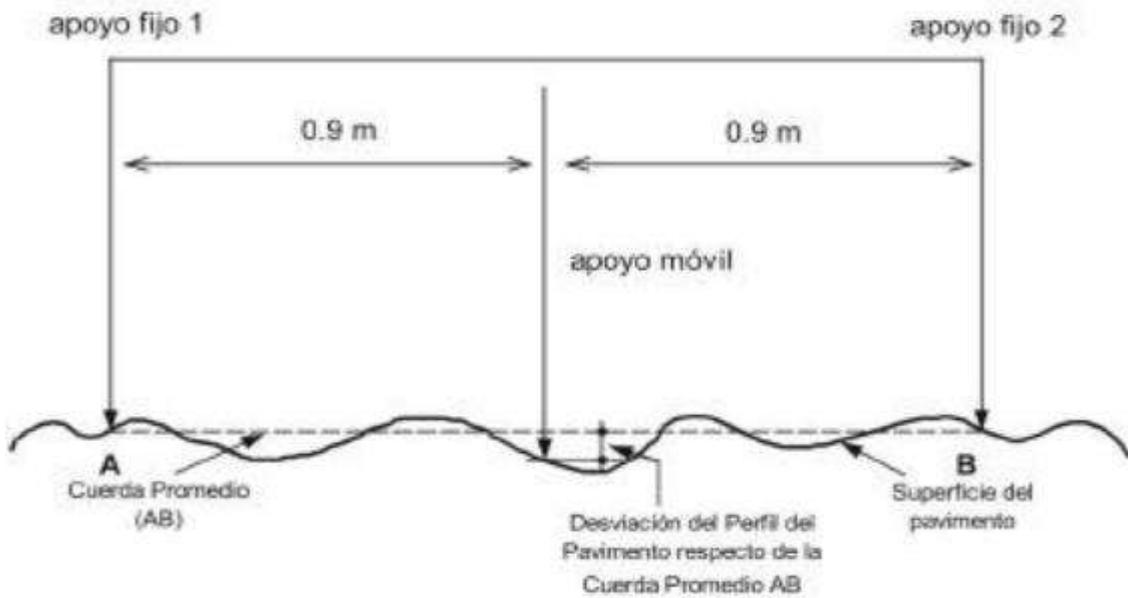


FIGURA N° 6

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE UNA MUESTRA DE 200 DESVIACIONES MEDIDAS EN FORMA CONSECUTIVA

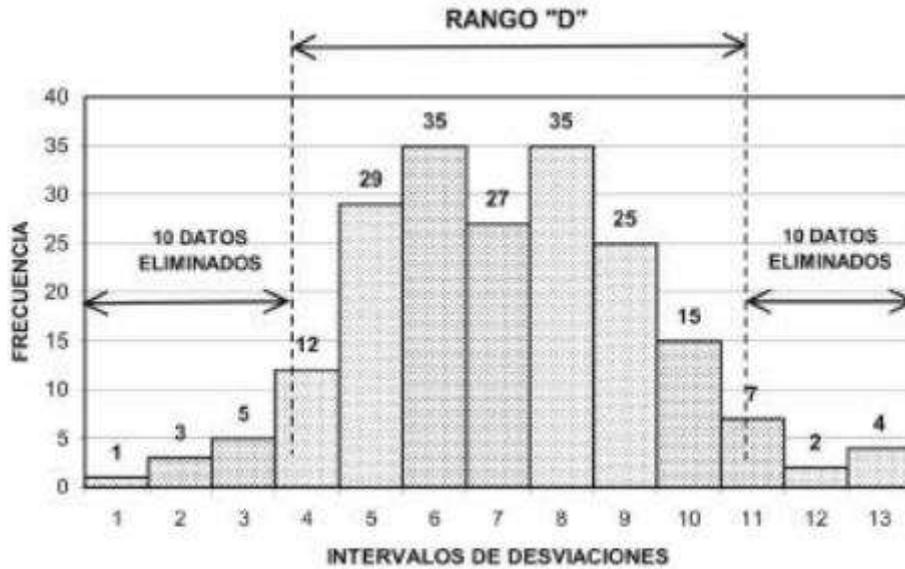


FIGURA N° 7

ÍNDICE PCI Y ESCALA DE GRADUACIÓN.

100	EXCELENTE
85	MUY BUENO
70	BUENO
55	REGULAR
40	MALO
25	MUY MALO
10	FALLADO
0	

FIGURA N° 7
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN SUCS.

SISTEMA CLASIFICACION USCS						
GRUESOS (< 50 % pasa 0.08 mm)						
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm.***	% pasa 0.08 mm.	CU	CC	** IP
Gravas	GW	< 50	< 5	> 4	1 a 3	
	GP			≤ 6	<1 ó >3	
	GM		> 12			< 0.73 (wl-20) ó <4
	GC					> 0.73 (wl-20) ó >7
Arenas	SW	> 50	< 5	> 6	1 a 3	
	SP			≤ 6	<1 ó >3	
	SM		> 12			< 0.73 (wl-20) ó <4
	SC					> 0.73 (wl-20) y >7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC.						
*** respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.080 mm						
** Si $IP \geq 0.73$ (wl-20) ó si IP entre 4 y 7 e $IP > 0.73$ (wl-20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej: GW-GM en vez de GW-GC.						
$C_U = (D_{60}) / (D_{10})$				$C_C = (D_{30}^2) / (D_{60} \cdot D_{10})$		

ANEXO N° 05

NORMAS

ANEXO N° 06 - I

CE.010 PAVIMENTOS

URBANOS



PERÚ

Ministerio de Vivienda
Construcción y Saneamiento



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES



LIMA – PERÚ

2010

PUBLICACIÓN OFICIAL

NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS
Reglamento Nacional de Edificaciones -
RNE

© Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción –
SENCICO Gerencia de Investigación y Normalización

Av. De la Poesía Nº 351 San Borja, Lima - Perú

Teléfono: 211 6300 - Anexo 1160



DECRETO SUPREMO Nº 001-2010-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Ministerio de Vivienda , Construcción y Saneamiento de conformidad con la Ley Nº 27792, tiene competencia para formular, aprobar, ejecutar y supervisar las políticas de alcance nacional aplicables en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento, a cuyo efecto dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento;

Que mediante Decreto Supremo Nº 015-2004-VIVIENDA, se aprobó el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, en adelante RNE, aplicable a las Habilitaciones Urbanas y a las Edificaciones, como instrumento técnico – normativo que rige a nivel nacional, el cual contempla sesenta y nueve (69) Normas Técnicas;

Que, por Decreto Supremo Nº 011-2006-VIVIENDA, se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, a fin que se encargue de analizar y formular las propuestas para su actualización, quedando pendiente de aprobación tres (03) Normas Técnicas, entre ellas, la Norma Técnica CE.010 Aceras y Pavimentos;

Que, con informe Nº 04-2009/VIVIENDA/VMVU-CPARNE, el Presidente de la Comisión Permanente de Actualización del RNE, eleva la propuesta de modificación del índice del Reglamento Nacional de Edificaciones, respecto a la denominación de la Norma Técnica CE.010 Aceras y Pavimentos por CE.010 Pavimentos Urbanos, y de aprobación de la referida Norma Técnica; la misma que ha sido materia de evaluación y aprobación por la mencionada Comisión conforme aparece en el Acta de su Vigésima Sexta Sesión;

Que, estando a lo informado por la Comisión Permanente de Actualización del RNE, resulta pertinente disponer la modificación de la denominación de la Norma Técnica a que se refiere el considerando anterior, a si como su aprobación, con el objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida servicio;

De conformidad con lo dispuesto en numeral 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el numeral 3) del artículo 11 de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley Nº 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Decreto Supremo Nº 002-2002-VIVIENDA modificado por Decreto Supremo Nº 045-2006-VIVIENDA;

DECRETA:

Artículo 1.- Modificación de denominación de la Norma Técnica CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

Modifíquese el índice del Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado por Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, en lo referente a la Norma Técnica CE.010 Aceras y Pavimentos, la misma que en adelante quedara redactada de la siguiente manera: CE.010 Pavimentos Urbanos.

Artículo 2.- Aprobación de la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

Apruébese la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, que como Anexo forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Publicación

Publíquese la Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 001-2009-JUS.

Artículo 4.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los trece días del mes de enero del año dos mil diez.

ALAN GARCIA PEREZ
Presidente Constitucional de la República

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento





PERÚ

Ministerio de Vivienda
Construcción y Saneamiento



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

COMITÉ TÉCNICO ESPECIALIZADO DE LA NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

Presidente : Ing. Germán Vivar Romero
Secretario Técnico : Ing. Pablo Medina Quispe

INSTITUCIÓN	REPRESENTANTES
ASOCEM Asociación de Productores del Cemento	Ing. Miguel Atauje Calderón
CAPECO	Ing. Alberto Ponce Moza
IDPP Instituto de Desarrollo de Pavimentos	Ing. Germán Vivar Romero
MVCyS Vice Ministerio de Vivienda y	Ing. Fernando Franco García
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	Ing. Manuel Olcese Franzero
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Civil	Ing. Mercedes Rodríguez-Prieto Mateo

CAPÍTULO 3

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO, ENSAYOS DE LABORATORIO, REQUISITOS DE LOS MATERIALES Y PRUEBAS DE CONTROL

3.1. CONDICIONES GENERALES

- a) Toda la documentación técnica de Anteproyectos y Proyectos Definitivos de Pavimentos deberá incluir una Memoria Descriptiva, conteniendo un resumen de todos los Trabajos de Campo, Laboratorio y Gabinete efectuados para el **EMS**, el Estudio de Tránsito y el **DP**, así como los Anexos Técnicos conteniendo las hojas de cálculo y/o salidas de los programas, planos, especificaciones técnicas y toda la información que sustente los diseños, según se indica en el Capítulo 4.
- b) Opcionalmente y de común acuerdo con el Propietario, la documentación técnica podrá incluir los análisis de precios unitarios, metrados, presupuesto, cronograma de ejecución de obra y relación de equipos a utilizar en la obra.
- c) En todos los casos se utilizará la última versión de la norma correspondiente.

3.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO

- 3.2.1 Las técnicas de investigación en el campo, aplicables al **EMS** para **DP**, son los indicados en la Tabla 1.

TABLA 1

NORMA	DENOMINACIÓN
MTC E101:2000	Peajes, calicatos, trincheras y zanjas
NTP 339.143:1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y el peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.
NTP 339.144:1000	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad in-situ de suelo y suelo-agregado por medio de métodos nucleares (Profundidad superficial).
NTP 339.250:2002	SUELOS. Método de ensayo para la determinación en campo del contenido de humedad, por el método de presión del gas carburo de calcio. 1a. ed.
NTP 339.150:2001	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual manual.

NTP 339.161:2001	SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.
NTP 339.169:2002	SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubos de pared delgada
NTP 339.172:2002	SUELOS. Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in situ por métodos nucleares (poca profundidad).
NTP 339.175:2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado in-situ para CBR (California
ASTM D 6951	Método estándar de ensayo para el uso del penetrómetro dinámico de

3.2.2 El número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la Tabla 2, con un mínimo de tres (03):

TABLA 2

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Notas:

- a) Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y solamente se ejecutara el proyecto de habilitación urbana, se requiere de 1 punto de investigación por hectárea, con un mínimo de 4.
- b) Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y se ejecute el proyecto de habilitación urbana y la construcción simultanea de viviendas, se requiere de un punto de investigación adicional por hectárea, a los requeridos en la Tabla N° 6 de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

3.2.3 Los puntos de investigación se ubicarán preferentemente en los cruces de vías, pudiendo emplearse puntos intermedios, que permitan establecer la estratigrafía a lo largo de la vía.

3.2.4 En el caso de reposición de pavimentos cortados para instalación o reparación de servicios, se ejecutará un punto de investigación cada 100 metros con un mínimo de tres (03).

3.2.5 La profundidad mínima de investigación será de 1,50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.

Si dentro de la profundidad explorada se encontraran suelos blandos o altamente compresibles, la profundidad de investigación deberá ampliarse a criterio del **PR**.

3.2.6 Donde exista rellenos no controlados se deberá investigar en todo su espesor debiendo profundizarse no menos de 0,50 m dentro del suelo natural.

3.2.7 Donde se encuentren macizos rocosos dentro de la profundidad de investigación, se deberá registrar su profundidad y grado de fracturamiento y estimar su resistencia a la compresión.

3.2.8 Efectuados el registro de la estratigrafía, el muestreo y la toma de fotografía, se deberá rellenar las excavaciones con los materiales extraídos.

- 3.2.9 Durante la investigación de campo se elaborará un perfil estratigráfico para cada punto de investigación, basado en la clasificación visual manual, según la NTP 339.150:2001.
- 3.2.10 En caso de encontrar suelos finos no plásticos dentro de la profundidad de investigación, se deberán ejecutar ensayos para determinar su densidad natural.
- 3.2.11 Se tomará por lo menos una muestra representativa de cada tipo de suelo para su posterior ensayo de laboratorio, según las normas respectivas indicadas en la Tabla 3.
- 3.2.12 Se determinará un (1) CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según lo indicado en la Tabla 2 y por lo menos un (1) CBR por cada tipo de suelo de sub-rasan

3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

3.3.1 Los ensayos de Laboratorio aplicables a los **EMS** con fines de pavimentación son las indicadas en la Tabla 3.

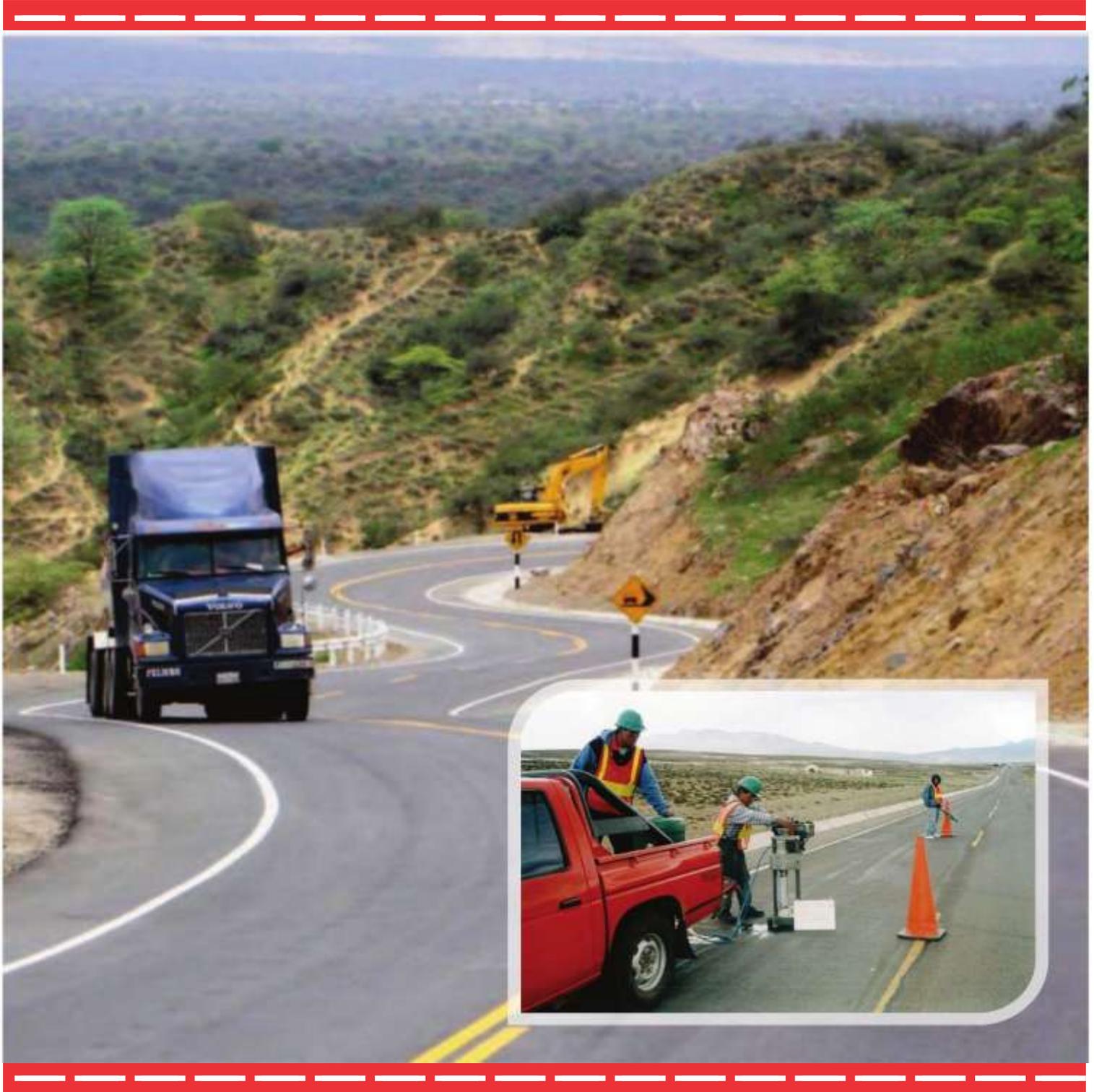
TABLA 3

NORMA	DENOMINACIÓN
NTP 339.126:1998	SUELOS. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo.
NTP 339.127:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.128:1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 339.129:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico o índice de plasticidad de suelos.
NTP 339.131:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de sólidos de un suelo.
NTP 339.132:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz 75 μm (N°200).
NTP 339.134:1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
NTP 339.135:1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
NTP 339.139:1999	SUELOS. Determinación del Peso volumétrico de suelos cohesivo.
NTP 339.140:1999	SUELOS. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio
NTP 339.141:1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN- m³ (25000 ft^3/pie^3)).
NTP 339.142:1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/ m³ (40400 ft^3/pie^3)).
NTP 339.144:1999	SUELOS. Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares
NTP 339.145:1999	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de
NTP 339.146:2000	SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino
NTP 339.147:2000	SUELOS. Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante).

ANEXO N° 06 - II

MANUAL DE

CARRETERAS





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPITULO XII

PAVIMENTOS FLEXIBLES

12. Pavimentos flexibles

12.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

En este manual se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones del pavimento, por los procedimientos más generalizados de uso actual en el país. Los procedimientos adoptados son:

- a. Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- b. Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.

Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
- Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento.

La forma como se consideran estos dos parámetros dependerá de la metodología que se emplee para el diseño.

- 1) Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, están expresadas en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 t, que en el presente Manual se denominan Ejes Equivalentes (EE). La sumatorias de ESALs durante el periodo de diseño es referida como (W_{18}) o ESALD, en el presente Manual se denominan Número de Repeticiones de EE de 8.2 t.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, en este manual, se definen tres categorías:

- a) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Cuadro 12.1

**Número de Repeticiones Acumuladas
de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño**

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P1}	> 150,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{Px}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

- b) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Cuadro 12.2

**Número de Repeticiones Acumuladas
de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño**

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

T _{P11}	> 12'500,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{PX}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

c) Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño. Esta categoría de caminos, no está incluida en el presente manual, el diseño de pavimentos será materia de Estudio Especial por el Ingeniero Proyectista, analizando diversas alternativas de pavimento equivalentes y justificando la solución adoptada.

Cuadro 12.3

**Número de Repeticiones Acumuladas
de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño**

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{Px}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (14)

- 2) Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Cuadro 12.4

Categorías de Subrasante

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos u otros

Con base en estos dos parámetros, tránsito expresado en ejes equivalentes (EE) y CBR de subrasante correlacionado con módulo resiliente, se definirán las secciones de pavimento que se encuentran especificadas en los catálogos de estructuras de pavimento.

La metodología empleada para definir las secciones del catálogo de los pavimentos ha consistido en aplicar el procedimiento de la Guía AASHTO 1993, y aplicar un análisis de comportamiento del pavimento que cubre el periodo de diseño de 20 años de la estructura del pavimento.

A continuación se describen las características más importantes para la aplicación de los procedimientos de cálculo usados.

12.1.1 Método Guía AASHTO 93 de diseño.

Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasantes para el cálculo de espesores.

Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.

I. Periodo de Diseño

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

a) W18, es Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (ver capítulo 6).

b) Modulo de Resiliencia (M_R)

El Modulo de Resiliencia es (M_R) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

$$M_r \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

A continuación el cálculo de módulo de resiliencia para diferentes tipos de CBR.

19	16,819.00	115.96
20	17,380.00	119.83
21	17,931.00	123.63
22	18,473.00	127.37
23	19,006.00	131.04
24	19,531.00	134.66
25	20,048.00	138.23
26	20,558.00	141.74



f) Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

f.1) Serviciabilidad Inicial (Pi)

La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

Cuadro 12.10

**Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE
				SERVICIABILIDAD
Caminos de Bajo Volumen de Tráfico	T _{P1}	150.001	300.000	3.80
	T _{P2}	300.001	500.000	3.80
	T _{P3}	500.001	750.000	3.80
	T _{P4}	750.001	1.000.000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1.000.001	1.500.000	4.00
	T _{P6}	1.500.001	3.000.000	4.00
	T _{P7}	3.000.001	5.000.000	4.00
	T _{P8}	5.000.001	7.500.000	4.00
	T _{P9}	7.500.001	10'000.000	4.00
	T _{P10}	10'000.001	12'500.000	4.00
	T _{P11}	12'500.001	15'000.000	4.00
	T _{P12}	15'000.001	20'000.000	4.20
	T _{P13}	20'000.001	25'000.000	4.20
	T _{P14}	25'000.001	30'000.000	4.20
	T _{P15}	>30'000.000		4.20

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'

f.2) *Serviciabilidad Final o Terminal (P_T)*

La *Serviciabilidad Terminal (P_T)* es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación se indican los índices de *serviciabilidad final* para los diferentes tipos de tráfico.

Cuadro 12.11

Índice de *Serviciabilidad Final (P_T)* Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'9



f.3) Variación de Serviciabilidad (Δ PSI)

(Δ PSI) es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

Cuadro 12.12

Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)

Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE
				SERVICIABILIDAD
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}	>30'000,000		1.20

Fuente: Elaboración Prop



12.4.4 FALLAS EN EL PAVIMENTO

La incidencia de factores de distinto origen determinan alteraciones de la superficie de rodadura de los pavimentos flexibles que perjudican la seguridad, comodidad y rapidez con que debe circular el tráfico presente y el futuro.

El propósito fundamental de la renovación superficial y el refuerzo, es corregir los defectos de la superficie de rodadura del pavimento existente, que perjudican la seguridad, comodidad y rapidez con que debe circular el tráfico presente y el futuro, para alcanzar un grado de serviciabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión requerida.

Las causas de defectos o fallas en el pavimento son de distinto origen y naturaleza, de los cuales mencionamos los siguientes:

- Exagerado incremento de las cargas circulantes: ya sea en peso o en frecuencia, con respecto a las previstas en el diseño original, y que se traducen en un infradiseño.
- Deficiencias en el proceso constructivo: espesores menores que los previstos, elaboración inadecuada de las mezclas y estabilizaciones, deficiencias en el proceso de distribución, compactación o terminación, factores todos que traen como consecuencia una disminución de la calidad de los materiales y un debilitamiento estructural del pavimento.
- Proyecto deficiente: que da lugar a espesores menores de lo que realmente requiere la carretera.
- Factores climáticos regionales: excesivamente desfavorables o que no pudieron preverse en el proyecto y/o construcción, tales como la elevación de la napa freática, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencias del drenaje superficial o subterráneo proyectado, variaciones térmicas externas, fenómenos de congelamiento, presencia de sales nocivas, etc.
- Deficiente conservación vial: por escasez de equipos, de fondos ó de personal capacitado; por empleo de materiales y/o técnicas inadecuadas; o bien, por falta total de conservación.

La identificación de la causa más probable de una determinada falla, es de fundamental importancia para la evaluación de la misma, aunque muchas veces resulte de difícil apreciación. Para tal fin, puede tenerse en cuenta primariamente la localización de la misma, su evolución en los distintos sectores del tramo, la consideración de los factores tráfico – clima - drenaje, etc. La comprobación definitiva podrá obtenerse una vez finalizados los estudios de evaluación estructural

- Fallas superficiales: comprende los defectos de la superficie de rodadura debido a fallas de la capa asfáltica superficial propiamente dicha y no guardan relación con la estructura del pavimento.
- Fallas estructurales: comprende los defectos de la superficie de rodadura cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir afecta a una o más capas del pavimento.

Las fallas de tipo superficial se corrigen regularizando la superficie y confiriéndole la necesaria impermeabilidad y rugosidad. Ello se logra con capas asfálticas delgadas que poco aportan estructuralmente, fresados y capas nivelantes.

En cambio cuando se trata de fallas estructurales, es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente (previa reparación de las fallas detectadas y de ser necesario de fresados y capas nivelantes) o una reconstrucción para que el conjunto responda a las exigencias del tráfico presente y futuro.

12.4.5 SERVICIABILIDAD – REGULARIDAD SUPERFICIAL

La satisfacción de los usuarios se manifiesta, fundamentalmente, por la calidad en que se encuentra la superficie de rodadura y los elementos que constituyen la seguridad vial.

AASHTO (American Association of State Highways and Transportation Officials), fue la primera en sistematizar un procedimiento objetivo para establecer el nivel de deterioro de los pavimentos, procurando relacionar la condición funcional con la estructural.

Para el efecto introdujo el concepto de Present Serviciability Index (PSI), que fue derivado de una encuesta efectuada en la década del 60 entre usuarios de carreteras en los Estados Unidos.

El Present Serviciability Index o la serviciabilidad fue definida como la capacidad de un pavimento para servir al tránsito para el cual fue diseñado. Los pavimentos fueron calificados con notas cuyos valores extremos variaban desde 0, para un camino intransitable, hasta 5 para una superficie en perfectas condiciones (situación ideal).

Cuadro 12.20

Escala de Índice de Serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad	Calidad
5	
4	Muy Buena
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

ANEXO N° 06 - III

MANUAL DEL

RUGOSÍMETRO

MERLÍN (Del Águila,

1999)



MANUAL DEL USUARIO

MERLINERTM

1

Manual de Usuario

MERLINERTM

MERLÍN Equipo para Rugosidad

© Camineros S.A.C.

Av. Prescott 254, Ofic. 101-IX, San Isidro, Lima, PERU

Teléfono (511) 421 5821 Fax %11) 421 5940

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD DE LOS PAVIMENTOS

Por

Pablo del Águila Rodríguez

1. INTRODUCCION

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables ^(1,2,3).

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

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

En dicho contexto las tareas principales, para establecer una metodología que permita una mayor eficiencia, han sido las de estudiar las fuentes que inciden en el bajo rendimiento del equipo y desarrollar métodos que permitan procesos automatizados, complementándose esto con la inclusión de criterios de análisis y especificaciones técnicas para la calificación de los resultados, lo que ha sido posible por la experiencia ganada entre 1993 y 1998, luego de la evaluación de más de 3,000 km de pavimentos, en mas de 100 proyectos de carreteras, en el Perú ⁽⁴⁾.

2. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD

2.1 Fundamentos Teóricos

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. La Figura N° 1 ilustra como el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. El desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio”.

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad (Ver Figura N° 2). El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma). El valor D es la rugosidad del pavimento en “unidades MERLIN”.

El concepto de usar la dispersión de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio, como una forma para evaluar la rugosidad de un pavimento no es nuevo ni original del TRRL. Varios parámetros de rugosidad precedentes, tal como el conocido Quarter-car Index (QI), han sido propuestos por otros investigadores basándose en el mismo concepto, los que son analizados en la referencia (5).

2.2 Correlaciones D versus IRI

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

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

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

La expresión 1 es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, utilizando una base de datos proveniente del Ensayo Internacional sobre Rugosidad realizado en Brasil en 1982⁽⁵⁾. La ecuación de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado.

La expresión 2 es la ecuación de correlación establecida de acuerdo a la experiencia peruana y luego de comprobarse, después de ser evaluados más de 3,000 km de pavimentos, que la ecuación original del TRRL no era aplicable para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o poco deformados. Se desarrolló entonces, siguiendo la misma metodología que la utilizada por el laboratorio británico, una ecuación que se emplea para el control de calidad de pavimentos recién construidos⁽⁶⁾.

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 MERLIN. M.A. Cundill del TRRL⁽⁷⁾ estableció en 1996, para el caso de superficies con macadam de penetración de extendido manual, la siguiente expresión

$$IRI = 1.913 + 0.0490 D \quad (3)$$

2.3 Método de Medición

2.3.1 El rugosímetro MERLIN

El rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. Fue introducido en el Perú por iniciativa personal del autor en 1993 ⁽⁸⁾, existiendo en la fecha (Junio 1999) mas de 15 unidades pertenecientes a otras tantas empresas constructoras y consultoras.

De acuerdo con la clasificación del Banco Mundial⁽⁹⁾ los métodos para la medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases, siendo los de Clase 1 los más exactos (Mira y Nivel, TRRL Beam, perfilómetros estáticos). La Clase 2 agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros estáticos y dinámicos, pero que no cumplen con los niveles de exactitud que son exigidos para la Clase 1. Los métodos Clase 3 utilizan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter). Los métodos Clase 4 permiten obtener resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

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

El MERLIN es un equipo de diseño simple. La Figura N° 3 presenta un esquema ilustrativo del instrumento. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla.

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

patín empernado y ajustable, el cuál 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 cuál se desliza el puntero (Ver Figura N° 4).

2.3.2 Ejecución de ensayos

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajan conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota. Asimismo, debe seleccionarse un trecho de aproximadamente 400 m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectúan siguiendo la huella exterior del tráfico.

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

En cada observación el instrumento debe descansar sobre el camino apoyado en tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo (Figura N° 3, Corte B-B). La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo, tal como el mostrado en el Figura N° 5. El formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

El proceso de medición es continuo y se realiza a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba empieza estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo, el operador espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar. Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repite la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas. El espaciado entre los ensayos no es un factor crítico, pero es recomendable que las lecturas se realicen siempre estacionando la rueda en una misma posición, para lo cual se pone una señal o marca llamativa sobre la llanta (con gutapercha fosforescente, por ejemplo), la que debe quedar siempre en contacto con el piso. Ello facilita la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levanta el equipo y controla que la llanta gire una vuelta haciendo coincidir nuevamente la marca sobre el piso.

2.4 Método para el cálculo de la rugosidad

2.4.1 Cálculo del Rango “D”

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

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLIN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, la cuál puede expresarse, para fines didácticos, en forma de histograma (Figura N° 2). Posteriormente se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10% de datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.

Efectuado el descarte de datos, se calcula el “ancho del histograma” en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. En la Figura N° 2, 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 igual a $3/7=0.43$. Se tiene en consecuencia un Rango igual a $0.92+6+0.43=7.35$ unidades.

El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cuál se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros ($7.35 \times 5\text{mm}=36.75\text{mm}$).

2.4.2 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 (Ver Figura N° 5). Esta relación en la práctica suele variar, y depende del desgaste que experimenta el patín del brazo móvil del instrumento. En consecuencia, para corregir los resultados se verifica la relación de brazos actual del instrumento, y, se determina un factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar.

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

1. Se determina el espesor de la pastilla, en milímetros, utilizando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm. El espesor se calculará como el valor promedio considerando 4 medidas diametralmente opuestas. Por ejemplo: el espesor medido es 6.2mm
2. Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso de terrazo, por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso (por ejemplo, lectura=25). Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso. Esta acción hará que el puntero sobre el tablero se desplace, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al espesor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir: $6.2 \times 10 = 62$ mm), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y cuando la relación de brazos actual del equipo sea igual a la

asumida. Si no sucede eso, se deberá encontrar un factor de corrección (F.C.) usando la siguiente expresión:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5] \quad (4)$$

donde,

EP : Espesor de la pastilla

LI : Posición inicial del puntero

LF : Posición final del puntero

Por ejemplo:

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

$$FC = (6.2 \times 10) / [(25-10) \times 5] = 0.82666$$

2.4.3 Variación de relación de brazos

Para facilidad del trabajo, el rugosímetro admite dos posiciones para el patín del brazo pivotante (Ver Figura N° 3):

- a. Una posición ubicada a 10 cm del punto de pivote, posición standard que se utiliza en el caso de pavimentos nuevos o superficies muy lisas (baja rugosidad). En ese caso la relación de brazos utilizada será 1 a 10.

- b. Una 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 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.

2.4.4 Cálculo del Rango “D” corregido

El valor D calculado en la sección 2.4.1, deberá modificarse considerando el Factor de Corrección (FC=0.82666) definido en la sección 2.4.2 y la Relación de Brazos empleada en los ensayos (RB=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 MERLIN”.

2.4.5 Determinación de la rugosidad en la escala del IRI

Para transformar la rugosidad de unidades MERLIN a la escala del IRI, se usa las expresiones (1) y (2). Aplicando la expresión para el caso de $\text{IRI} < 2.5$, se obtiene finalmente, para el ejemplo seguido, una rugosidad igual a 1.47 m/km.

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

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

$$\text{IRI}_c = \text{IRI}_p \cdot 1.645 \quad (5)$$

donde,

IRI_c : IRI característico

IRI_p : IRI promedio

: 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:

- a. Para pavimentos asfálticos nuevos, el IRI_c deberá ser menor o igual a 2.0 m/km.
- b. Para pavimentos con recapado asfáltico, el IRI_c deberá ser menor o igual a 2.5 m/km
- c. Para pavimentos con sellado asfáltico, el IRI_c deberá ser menor o igual a 3.0 m/km.

En caso de no cumplirse con estos límites, el sector o tramo deberá subdividirse en secciones de rugosidad homogénea, y se calculará el IRI característico para cada una de ellas, los que deberán cumplir los límites indicados.

ANEXO N° 07

CERTIFICADOS DE

ENSAYOS

REALIZADOS

ANEXO N° 08

ESTUDIO DEL

TRÁFICO VEHICULAR



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote			
SENTIDO	Sur	S ←	Norte	N →
UBICACIÓN	Urbanización Nicolás Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas			
DIA	1			

ESTACION	.....	
CODIGO DE LA ESTACION	.....	
DIA Y FECHA	28	10	18

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
				PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	N	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.05
00-01	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.91
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.42
05-06	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.64
06-07	N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2.93
06-07	S	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.81
07-08	N	35	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	7.74
07-08	S	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	6.99
08-09	N	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.39
08-09	S	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.81
09-10	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3.97
09-10	S	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.08
10-11	N	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	3.56
10-11	S	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.81
11-12	N	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4.18
11-12	S	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.08
12-13	N	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	7.53
12-13	S	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	8.05
13-14	N	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6.49
13-14	S	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	5.93
14-15	N	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2.30
14-15	S	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.39
15-16	N	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.23
15-16	S	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4.66
16-17	N	17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3.97
16-17	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.03
17-18	N	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.23
17-18	S	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.30
18-19	N	38	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	8.16
18-19	S	41	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	8.90
19-20	N	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	7.74
19-20	S	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	5.51
20-21	N	40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	8.58
20-21	S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	8.90
21-22	N	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	7.74
21-22	S	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	6.99
22-23	N	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4.81
22-23	S	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.81
23-24	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3.97
23-24	S	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.39
PARCIAL:	N	469	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	478	100
PARCIAL:	S	469	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	472	100
total		938	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	950	

TRAMO DE LA CARRETERA		Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote			
SENTIDO		Sur	S ←	Norte	N →
UBICACIÓN		Urbanización Nicolás Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas			
DIA		2			

ESTACION		-----		
CODIGO DE LA ESTACION		-----		
DIA Y FECHA		29	10	18

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
				PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89	
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
04-05	N	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
05-06	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22	
06-07	N	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.56	
	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.01	
07-08	N	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.22	
	S	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.91	
08-09	N	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	
	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.01	
09-10	N	17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.00	
	S	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.01	
10-11	N	19	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.89	
	S	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.12	
11-12	N	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.78	
	S	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.79	
12-13	N	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.89	
	S	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.26	
13-14	N	47	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.11	
	S	57	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.17	
14-15	N	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.89	
	S	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.13	
15-16	N	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.67	
	S	24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.58	
16-17	N	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.00	
	S	19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.46	
17-18	N	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.78	
	S	18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.24	
18-19	N	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.00	
	S	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.03	
19-20	N	48	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.89	
	S	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.13	
20-21	N	46	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.44	
	S	52	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.50	
21-22	N	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.22	
	S	34	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.81	
22-23	N	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.00	
	S	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.92	
23-24	N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11	
	S	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.80	
PARCIAL:	N	433	8	4	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450	100.00
	S	430	8	2	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	448	100.00
total		863	16	6	7	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	898	

TRAMO DE LA CARRETERA		Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote				
SENTIDO		Sur		S ←	Norte	N →
UBICACIÓN		Urbanización Nicolás Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas				
DIA		3				

ESTACION		.....	
CODIGO DE LA ESTACION		.....	
DIA Y FECHA		30	10	18

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
				PICK UP	FJR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
00-01	N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.67
	S	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.31
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	N	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.67
	S	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.31	
06-07	N	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.22
	S	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4.81
07-08	N	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	10.67
	S	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	14.22
08-09	N	31	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	7.33
	S	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	6.13
09-10	N	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	3.78
	S	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4.81
10-11	N	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.56
	S	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	3.28
11-12	N	19	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.11
	S	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	5.91
12-13	N	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	9.33
	S	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	7.88
13-14	N	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.56
	S	36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	8.10
14-15	N	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.33
	S	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.50
15-16	N	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.56
	S	17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.94
16-17	N	21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.11
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.16
17-18	N	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2.89
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.16
18-19	N	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.56
	S	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.60
19-20	N	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	7.33
	S	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.50
20-21	N	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.00
	S	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.60
21-22	N	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.56
	S	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	3.72
22-23	N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.11
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.16
23-24	N	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2.67
	S	25	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	5.91
PARCIAL:	N	437	5	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450	100.00
	S	447	5	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457	100.00
total		884	10	5	5	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	907	

TRAMO DE LA CARRETERA	Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote			
SENTIDO	Sur	S ←	Norte	N →
UBICACIÓN	Urbanización Nicolás Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas			
DIA	4			

ESTACION	.....	
CODIGO DE LA ESTACION	.....	
DIA Y FECHA	31	10	18

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
				PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.27
06-07	N	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.66
	S	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.23
07-08	N	34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	11.63
	S	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	12.63
08-09	N	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.98
	S	24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.72
09-10	N	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3.32
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.11
10-11	N	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	7.31
	S	30	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	9.14
11-12	N	17	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	6.64
	S	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.23
12-13	N	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	10.96
	S	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.99
13-14	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	6.31
	S	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7.80
14-15	N	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.99
	S	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.30
15-16	N	39	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	13.95
	S	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.99
16-17	N	19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	6.98
	S	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5.91
17-18	N	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2.99
	S	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.76
18-19	N	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.99
	S	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.65
19-20	N	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2.99
	S	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.57
20-21	N	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7.64
	S	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.84
21-22	N	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3.32
	S	16	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.38
22-23	N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1.00
	S	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.15
23-24	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.33
	S	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.34
PARCIAL:	N	285	10	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	301	100.00
	S	358	5	2	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	372	100.00
total		643	15	4	7	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	673	

TRAMO DE LA CARRETERA		Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote			
SENTIDO		Sur	S ←	Norte	N →
UBICACIÓN		Urbanización Nicolas Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas			
DIA		5			

ESTACION				
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA		1	11	18

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
				PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																								
00-01	N	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.27	
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.53	
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
04-05	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
05-06	N	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.27	
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.26	
06-07	N	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2.42	
	S	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.32	
07-08	N	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.38	
	S	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.14	
08-09	N	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.65	
	S	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	9.26	
09-10	N	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.99	
	S	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.70	
10-11	N	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.69	
	S	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.23	
11-12	N	11	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.76	
	S	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.76	
12-13	N	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	12.37	
	S	35	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	9.79	
13-14	N	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	12.90	
	S	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.76	
14-15	N	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	8.87	
	S	24	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.14	
15-16	N	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.84	
	S	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.17	
16-17	N	15	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.11	
	S	26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.14	
17-18	N	11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3.49	
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.03	
18-19	N	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.65	
	S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.85	
19-20	N	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.30	
	S	29	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7.94	
20-21	N	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8.60	
	S	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.50	
21-22	N	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.15	
	S	24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.61	
22-23	N	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.61	
	S	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.29	
23-24	N	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.69	
	S	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.56	
PARCIAL:	N	357	9	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	372	100.00	
	S	365	1	4	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	378	100.00	
total		722	10	5	9	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	750		

TRAMO DE LA CARRETERA		Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote			
SENTIDO		Sur	S ←	Norte	N →
UBICACIÓN		Urbanización Nicolás Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas			
DIA		6			

ESTACION		.....	
CODIGO DE LA ESTACION		.....	
DIA Y FECHA		2	11	18

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%					
				PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3							
00-01	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.17	
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.40
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.20	
05-06	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.17	
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.60	
06-07	N	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3.59	
	S	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	5.18	
07-08	N	47	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	8.38	
	S	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	6.57	
08-09	N	38	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	6.84	
	S	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	4.98	
09-10	N	48	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	8.38	
	S	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4.38	
10-11	N	9	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1.88	
	S	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	5.58	
11-12	N	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	2.91	
	S	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6.18	
12-13	N	51	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	8.89	
	S	25	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	5.38	
13-14	N	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	6.50	
	S	37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	7.57	
14-15	N	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	2.91	
	S	27	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	5.78	
15-16	N	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	4.96	
	S	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2.79	
16-17	N	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	4.62	
	S	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4.38	
17-18	N	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2.22	
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3.78	
18-19	N	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	6.15	
	S	33	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	7.17	
19-20	N	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7.35	
	S	45	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	9.16	
20-21	N	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	11.45	
	S	32	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	6.77	
21-22	N	24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	4.27	
	S	46	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	9.36	
22-23	N	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	5.47	
	S	9	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2.19	
23-24	N	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	2.91	
	S	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.59	
PARCIAL:	N	570	6	3	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	585	100.00	
	S	484	4	3	6	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	502	100.00	
total		1054	10	6	8	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1087		

TRAMO DE LA CARRETERA		Calle 3 y 4 - Urbanización Nicolás Garatea Distrito de Nuevo Chimbote			
SENTIDO		Sur	S ←	Norte	N →
UBICACIÓN		Urbanización Nicolás Garatea - Nuevo Chimbote- provincia del santa - ancas			
DIA		7			

ESTACION		.....	
CODIGO DE LA ESTACION		.....	
DIA Y FECHA		3	11	18

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
				PICK UP	FUR	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.35
05-06	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	N	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.25
	S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2.42
07-08	N	17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.64
	S	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	7.61
08-09	N	27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	9.09
	S	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.50
09-10	N	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.45
	S	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.73
10-11	N	16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.64
	S	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7.96
11-12	N	18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.96
	S	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.50
12-13	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.96
	S	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	7.61
13-14	N	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	8.78
	S	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5.19
14-15	N	17	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	6.27
	S	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	8.65
15-16	N	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	7.52
	S	21	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8.30
16-17	N	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	9.40
	S	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	4.15
17-18	N	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2.19
	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3.11
18-19	N	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.76
	S	19	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	7.27
19-20	N	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.45
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.35
20-21	N	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	10.34
	S	26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	9.34
21-22	N	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7.21
	S	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	6.23
22-23	N	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2.19
	S	13	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5.19
23-24	N	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.88
	S	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5.54
PARCIAL:	N	304	7	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	319	100.00
	S	272	4	5	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	289	100.00
total		576	11	9	9	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	608	

ANEXO N° 09

PANEL FOTOGRAFÍCO

ANEXO N° 09 – I

ENSAYOS REALIZADOS

CON EL RUGOSÍMETRO

DE MERLÍN



Tesista realizando ensayos con el rugosímetro de Merlín en el pavimento flexible en la calle 3 de Urbanización Nicolás de Garatea



Colaborador ayudando al manejo del rugosímetro de Merlín en la calle 3, siguiendo la huella del neumático.



Tesista realizando ensayos con el rugosímetro de Merlín en el pavimento flexible en la calle 4 de Urbanización Nicolás de Garatea.



Llenando ficha técnica con los datos de ensayos con el rugosímetro de Merlín en el pavimento flexible en la calle 3 de Urbanización Nicolás de Garatea.



Tomando nota de los datos del ensayo con el rugosímetro de Merlín en el pavimento.

ANEXO N° 09 - II

EXTRACCIÓN DE

MUESTRAS DEL SUELO

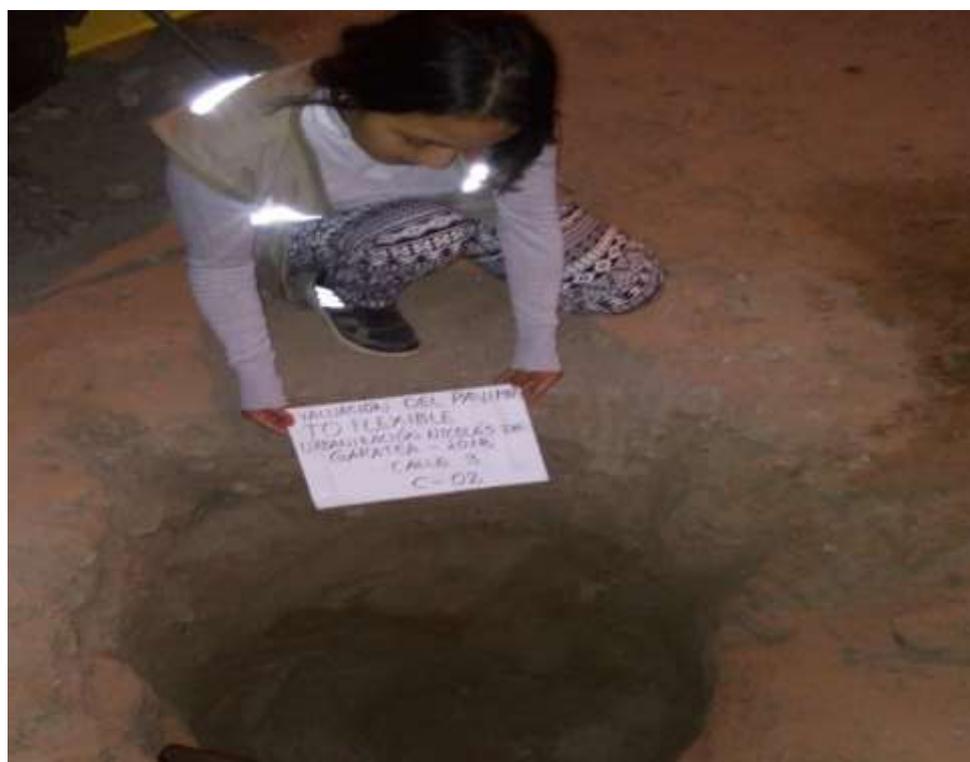
CALLE 3

CALICATA N° 01



Tesista en la Calicata N° 01 en la calle 3 – progresiva 0+200

CALICATA N° 02



Tesista en la Calicata N° 02 en la calle 3 – progresiva 0+800

CALLE 4

CALICATA N° 01



Tesista en la Calicata N° 01 en la calle 4 – progresiva 0+200

CALICATA N° 02



Tesista en la Calicata N° 2 en la calle 4 – progresiva 0+800

ANEXO N° 09 - III

ENSAYOS REALIZADOS

EN LABORATORIO –

ESTUDIO DEL SUELO



En el laboratorio realizando el análisis granulométrico de las muestras del suelo.



Realizando el ensayo de contenido de humedad del suelo de las calles 3 y 4 de la
Urbanización Nicolás de Garatea



Se colocan las taras en el horno y se deja a secar por 24 horas a una temperatura de 110°C según MTC E-108



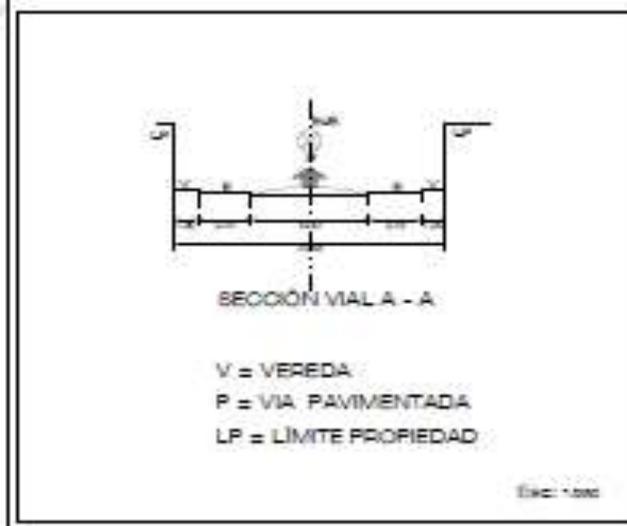
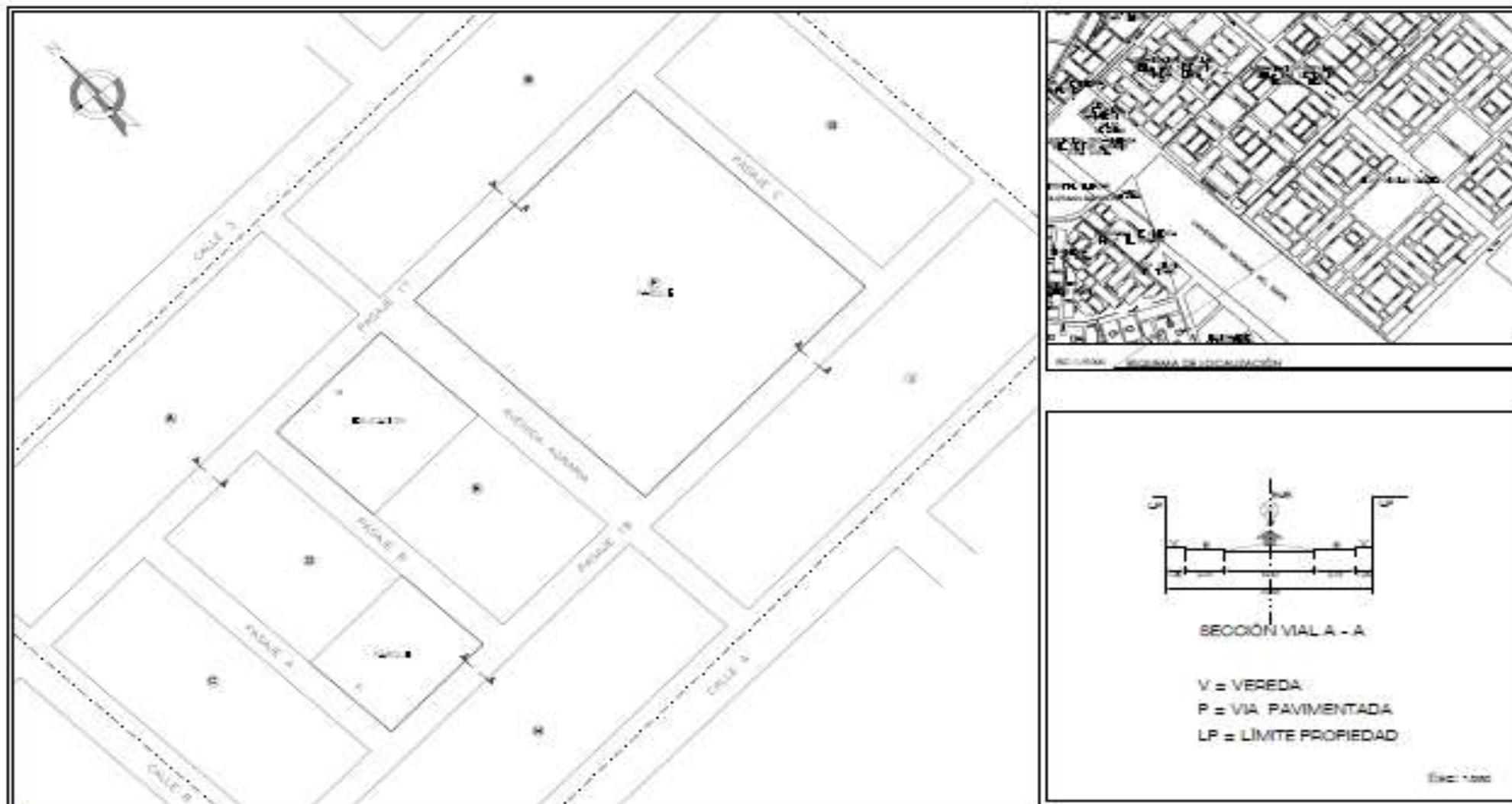
Ensayos de Límites de Atterberg límite líquido y plástico según el MTC E – 110



Colaborador del laboratorio realizando el ensayo de Próctor Modificado según el MTC – E 115 y el ensayo de CBR según el MTC E – 132

ANEXO N° 10

PLANO DE UBICACIÓN



PLANO DE UBICACIÓN
 1:500

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: SANTA
 DISTRITO: NUEVO CHIMBOTE
 URBANIZACIÓN: NICOLAS GARATEA

 UCV UNIVERSIDAD CAYMA VALLE FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL CHIMBOTE	TÍTULO: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE ADECUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE - 2019	Nº de plano: A-01
	Ubicación: CALLE 3 Y 4	Fecha: INICIADA
Nombre: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN		Fecha: 1/10/2019
Autor: ING. NUBIA GARCÍA SANCHEZ GARCÍA	Asesor: ING. ANTONIO GARCÍA SANCHEZ	

ANEXO N° 11

ACTA DE APROBACIÓN

DE ORIGINALIDAD DE

TESIS

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "**Evaluación del Índice de Rugosidad del Pavimento Flexible en las Calles 3 y 4 de la Urbanización Nicolás Garatea del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de Solución - 2018**", de la estudiante MENDOZA MANRIQUE ALONDRA MARILYN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 17 de Diciembre del 2018



.....
Dr. RIGOBERTO CERNA CHÁVEZ

DNI:32942267

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

ANEXO Nº 12

FORMULARIO DE

AUTORIZACIÓN PARA

LA PUBLICACIÓN

ELECTRÓNICA DE TESIS



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

MENDOZA MANRIQUE ALONDRA MARILYN
D.N.I. : 70957550
Domicilio : VILLA LOS FICUS M2 A LT 11
Teléfono : Fijo : Móvil : 936999122
E-mail : ALONDRA22042019@OUTLOOK.ES

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA
Escuela : PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Carrera : INGENIERIA CIVIL
Título : INGENIERA CIVIL

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

MENDOZA MANRIQUE ALONDRA MARILYN

Título de la tesis:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3.Y.4. DE LA URBANIZACIÓN MICOLAS GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

[Handwritten signature]

Fecha :

08/04/19

ANEXO Nº 13

FORMULARIO DE

AUTORIZACIÓN DE LA

VERSIÓN FINAL DEL

TRABAJO DE

INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MENDOZA MANRIQUE, ALONDRA MARILYN

INFORME TÍTULADO:

“EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACION NICOLAS GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCION , - 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: jueves, 13 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: ONCE (11)




FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE E. P. INGENIERÍA CIVIL