



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco – Santiago de Cao, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

ROBERTO CARLOS CÓRDOVA WAJAJAY (ORCID: 0000-0002-7085-2722)

ASESORES:

MG. LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

MG. MARLON GASTÓN FARFÁN CÓRDOVA (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Trujillo – Perú

2019

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, por darme la bendición de buena salud tanto física como espiritual.

En segundo lugar, lo dedico a mis padres y hermanos, quienes siempre me han brindado su apoyo y amor incondicional durante toda mi formación académica.

También la dedico hacia nuestros docentes, que nos brindan sus conocimientos y experiencias para poder formarnos tanto como profesionales como en buenas personas.

Finalmente, lo dedico a mi ciudad y mi país a quien le debo tanto, y de la cual me siento orgulloso de pertenecer.

[El Autor]

Agradecimiento

Por el presente trabajo de tesis, en primer lugar, me gustaría agradecer a Dios Todopoderoso por bendecirme para poder alcanzar mis metas, porque hiciste realidad este sueño anhelado de superación propia.

De igual forma, agradecer a mi familia fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de estudio y en especial quiero expresar mi más grande agradecimiento a mi madre, debido a que, sin su apoyo, hubiera sido imposible culminar mi profesión.

Del mismo modo, me gustaría agradecer sinceramente a mis asesores de tesis: Ing. Luis Alberto Horna Araujo y al Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova, por sus esfuerzos y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, sus formas de trabajar y sus motivaciones han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Por último, agradecer a mi enamorada Lesly Pamela Vela García, quien me acompañó y apoyó en cada instante del transcurso de este trabajo y fue capaz de contenerme cuando todo iba mal, animándome para continuar con el desarrollo de este gigantesco objetivo.

[El autor]

Página del jurado

	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-12-2019 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don Roberto Carlos Córdova Wajajay, cuyo título es: "Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco – Santiago de Cao, 2019"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 18 (número) dieciocho (letras).

Trujillo, 23 de diciembre de 2019


.....
PRESIDENTE
Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde


.....
SECRETARIO
Mg. Ing. Marlon Farfan Córdova


.....
VOCAL

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

Declaratoria de autenticidad

Yo, Roberto Carlos Córdova Wajajay, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 70094698; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 23 de diciembre del 2019



Roberto Carlos Córdova Wajajay

D.N.I. N° 70094698

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	11
2.1. Tipo y diseño de investigación	11
2.2. Operacionalización de variables	11
2.3. Población, muestra y muestreo	12
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.5. Procedimiento	15
2.6. Método de análisis de datos	18
2.7. Aspectos éticos.....	18
III. RESULTADOS	19
3.1. Estado inicial de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico	19
3.2. Estado actual de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico.....	25
3.3. Variación del estado de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico ...	41
IV. DISCUSIÓN	46
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	63
Anexo 1: Plano de ubicación de la carretera Huanchaco - Santiago de Cao.....	64

Anexo 2: Formato de conteo por clasificación vehicular	66
Anexo 3: Tipos de vehículos según el Reglamento Nacional de Vehículos	68
Anexo 4: Conteo de tránsito vehicular	75
Anexo 5: Hoja de cálculo del I.M.D.A.	97
Anexo 6: Hoja de cálculo del E.S.A.L. actual	103
Anexo 7: Hoja de cálculo para segmentación de vía en unidades de estudio	108
Anexo 8: Unidades de estudio de la Carretera Huanchaco - Santiago de Cao	111
Anexo 9: Planos de la carretera segmentada	120
Anexo 11: Fallas consideradas en PCI - Pavimentos flexibles	125
Anexo 12: Diagramas: Densidad (%) vs Valor de Deducción (VD).....	143
Anexo 13: Curva de deducción para superficie asfáltica	154
Anexo 14: Cálculo de P.C.I por unidad de inspección muestral	156
Anexo 15: Hoja de cálculo del valor de P.C.I.	173
Anexo 16: Panel fotográfico.....	175
Anexo 17: Acta de aprobación de originalidad de tesis	184
Anexo 18: Pantallazo de software de Turnitin	185
Anexo 19: Formulario de autorización para la publicación electrónica de las tesis.....	186
Anexo 20: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	187

RESUMEN

El mejoramiento de la red vial nacional, es una de las prioridades del gobierno peruano ya que con su avance se permite un progreso notorio en la calidad de vida de la población, trayendo consigo el progreso de la nación. En tal sentido, es oportuno crear proyectos viales que contribuyan con este objetivo, pero para evitar mal inversiones, es necesario que, a su vez, cumplan con soportar las demandas requeridas durante un tiempo largo de funcionamiento sin verse afectado la servicialidad y condición de la vía. En ese sentido, el objetivo de la presente tesis es evaluar el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura presente en la carretera Huanchaco – Santiago de Cao el cual posee una longitud de KM 18 + 400. Bajo dicho fin se analizó el comportamiento del mortero asfáltico mediante la variación de los valores de IMDA, ESAL y PCI durante los 4 años de funcionamiento de la vía. De esta manera se identificó que el mortero asfáltico de la carretera en estudio posee un PCI = 70.44 (Condición Muy Bueno) con un decrecimiento del 16.14% de su valor inicial, el cual es un valor relativamente bajo para los 4 años de funcionamiento, pero dentro de lo proyectado y pronosticado por su diseño ($E.S.A.L._{actual} = 67\,393.09\text{ EE} > E.S.A.L._{proyectado} = 75\,000\text{ EE}$). De tal manera se afirma que el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura es buena y cuenta con un 83.86% de eficiencia durante este tiempo de funcionamiento.

Palabras Claves: Mortero Asfáltico, Superficie de Rodadura, Índice de Condición de Pavimento

ABSTRACT

The improvement of the national road network is one of the priorities of Peruvian government because of is a remarkable progress in the quality of life of the population allowed, bringing with it the progress of the nation. In this regard, it is appropriate to create road projects that contribute to this goal, but to avoid bad investments, it is necessary that, in turn, they comply with the demands required during a long period of operation without affecting the service and condition of the track. Therefore, the objective of this thesis is to evaluate the behavior of the asphalt mortar as a protective layer of the running surface present on the Huanchaco - Santiago de Cao road, which has a length of KM 18 + 400. Analyzed the behavior of the asphalt mortar by varying the values of IMDA, ESAL and PCI during the 4 years of operation of the road. In this track had identified that the asphalt mortar of the road under study has a PCI = 70.44 (Very Good Condition) with a decrease of 16.14% of its initial value. It is a relatively low value for the 4 years of operation but within the projected and predicted by its design (current ESAL = 67 393.09 EE > ESAL projected = 75 000 EE). In this road, it affirmed that the behavior of the asphalt mortar as a protection layer of the running surface is good and has an 83.86% efficiency during this operating time.

Keywords: Asphalt Mortar, Rolling Surface, Pavement Condition Index

I. INTRODUCCIÓN

La inversión de mejorar la red vial es de suma importancia para un país. Esto se debe a que su implementación permite optimizar considerablemente la calidad de vida de los usuarios, lo que trae consigo mejoras económicas, políticas y sociales a la nación (Ajit, Antriksh, Raunak, Makrand y A.K., 2018, p. 564). Ante esto, muchos países invierten en dicho mejoramiento con el fin de obtener estos beneficios. Así pues, se considera, una red vial mejorada cuando esta deja de tener presencia de trochas carrozable dentro de sus vías y mayor presencia de vías afirmadas y/o pavimentadas (Robinson y Thagesen, 2004, p. 43).

Lo expuesto anteriormente tiene fundamento en base al reporte de competitividad global anunciado por el Foro Económico Mundial (FEM) durante el 2017, quien midiendo la competitividad mundial durante 40 años afirmó que la calidad de vías es un factor determinante para el desarrollo de un país. Así pues, califica en un ranking a los países según la calidad de infraestructura vial que posea, donde los Emiratos Árabes Unidos encabezan la lista junto a Singapur al poseer más de un 90% de vías pavimentadas o afirmadas (Schwab, 2018, p. 55).

En el Perú, ocurre la misma urgencia por mejorar la red vial nacional como en el resto de países, por lo cual invierte cada año en nuevos proyectos con el fin de pavimentarla en su totalidad. Así pues, según el último Boletín Estadístico 2019 - I emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (M.T.C.), se informa que la red vial nacional posee un total de 28 856.1 km (100%), de los cuales solo el 21 434.0 km (74.28%) están pavimentadas o posee una capa de protección y un 3 634.9 km (12.60%) se encuentra únicamente afirmada (Boletín Estadístico II, 2019, p.17). Este mismo caso ocurre en el departamento de La Libertad, que, según el mismo boletín, posee un total de 1 350.1 km (100%), de los cuales 634.2 km (46.97%) se encuentran asfaltadas; 160.0 km (11.85%) posee una solución básica de afirmado con alguna capa de protección; y 393.2 km (29.12%) solo están afirmadas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019, p. 18)

Como se puede evidenciar, el Perú está invirtiendo en mejorar la red vial nacional al buscar pavimentar las vías en su totalidad. Pero es imposible invertir únicamente en mejorar la red vial, puesto que existen otras necesidades nacionales que deben ser solventadas (Bryar, 2013, p.19). Es por ello que el M.T.C. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) clasifica las carreteras o vías de acuerdo a su demanda, dándoles soluciones que pueden ser, la pavimentación de la vía o una solución básica como un afirmado con capa de protección o simplemente un afirmado. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p. 12)

Como se aprecia en estos manuales, se prioriza las vías más transitadas al brindarles una mejor infraestructura vial como es el caso de las autopistas como el de las carreteras de primera y segunda clase. Pero, esta misma solución no se puede realizar en vías con bajo volumen de tránsito, caso de las carreteras de tercera clase y trochas carrozables, debido a que se estaría realizando una inversión exagerada frente a su demanda (Dominic, 2017, p. 36). Para estos casos se utilizan una solución básica que consisten en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p. 12 - 13)

En la Libertad, una de las soluciones dadas para las carreteras de tercera clase es la de afirmados con capas de protección de mortero asfáltico como es el caso de la Carretera Huanchaco - Santiago de Cao ubicada en el departamento de la Libertad. Pero, cómo saber si dicha solución puede ser la más efectiva para solucionar las demandas de la vía y mantener su servicialidad durante su tiempo de vida útil. Es aquí donde se halla el problema de investigación, al cuestionarse sobre la efectividad de la utilización del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura empleada en la Carretera Huanchaco – Santiago de Cao, al evaluar su comportamiento para soportar el volumen de tránsito de la vía, su servicialidad al público automotor y su capacidad para proteger el afirmado, lo cual determina su efectividad frente al periodo de vida útil proyectada.

Frente a esto, la presente tesis tendrá en cuenta la revisión de diferentes trabajos de investigación y artículos científicos, nacionales e internacionales, relacionados al tema de estudio, los cuales serán utilizados como antecedentes de investigación. De esta

manera tenemos a los más resaltantes como: Torres (2018), quien en su trabajo de investigación titulada: tratamiento superficial utilizando slurry seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo - 2016, tesis para la obtención del título profesional de ingeniero civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo proponer la mejora de la carretera en mención con el tratamiento superficial utilizando el método slurry seal. Para ello, aplicó el método cuantitativo, con un diseño de pre experimental, obteniendo como resultado un diseño de tratamiento superficial para el mejoramiento de la vía. Con el cual concluyó diciendo que: El uso del método slurry seal en el tratamiento constituye una propuesta viable para la mejora de la carretera Santa Rosa – San Francisco de Rio Mayo (p. 41).

Del mismo modo, Bautista (2018), en su trabajo de investigación denominado: diseño del pavimento bicapa de la carretera entre Palo Blanco y Alto Perú, para mejorar la transitabilidad - Motupe, tesis previa a la obtención al título profesional de ingeniería civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo principal realizar el diseño del pavimento bicapa entre Palo Blanco y Alto Perú. Para ello, aplicó el método de investigación cuantitativa no experimental, obteniendo como resultado el diseño del pavimento bicapa entre Palo Blanco y Alto Perú, el cual logró una transitabilidad permanente acorde a la demanda solicitada y según los reglamentos nacionales vigentes. Con este último, concluyó diciendo que el diseño de pavimento bicapa para la carretera en estudio posee una primera capa de 3/8” y una segunda de 1/4”, estas características permitirán a la vía poder soportar las demandas actuales como también a las proyectadas dentro de 20 años (p. 53).

Hiliquín (2016), en su trabajo de investigación titulada: evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método P.C.I., en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016, tesis previa a obtención al título profesional de ingeniero civil en la Universidad Privada de Tacna, tuvo como objetivo evaluar el estado de conservación del pavimento utilizando el método P.C.I. en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016, basándose en norma internacional ASTM D-6433. Para ello, aplicó el método cuantitativo experimental, obteniendo como resultado la evaluación del estado de conservación del pavimento mediante el uso del P.C.I. y viga de Benkelman. Con lo cual concluyó diciendo que: El pavimento flexible de la muestra

de estudio, según la evaluación mediante el método P.C.I. tiene un valor 34.69 (estado de pavimento malo además garantiza que con el método del P.C.I. se consiguen los mismos resultados que con una técnica comúnmente usada en el Perú, como el de la Viga Benkelman (pp. 144-145).

Pequeño (2015), en su trabajo de investigación denominado comparación de costos y tecnología de mantenimiento utilizando Slurry Seal y mantenimiento convencional en un pavimento flexible, tesis previa para optar el título profesional de ingeniero civil, tuvo como objetivo principal comparar costos y tecnología de mantenimiento utilizando Slurry Seal y manteniendo convencional en un pavimento flexible. Para ello, utilizó una investigación no experimental de tipo transversal descriptivo simple en una muestra de pavimentos flexibles ubicados en la carretera Kunturwasi. Con este último investigó la diferencia entre un mantenimiento con Slurry Seal con otro tipo de mantenimiento convencional teniendo en cuenta los costos de mantenimiento y la tecnología utilizada. Con ello, concluyó diciendo que, en la comparación de costos y tecnología, el mantenimiento con Slurry Seal posee mayores ventajas que el mantenimiento convencional en un pavimento flexible, incrementando el tiempo de vida de la vía en un máximo de 4 años (p. 142)

Hualpa (2015), en su trabajo de investigación titulada: aplicación del mortero asfáltico (slurry seal) en el mantenimiento de calles en la ciudad de Lima, tesis previa a obtención al título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, tuvo como objetivo diseñar y fomentar la aplicación del mortero asfáltico como solución para el mantenimiento de pavimentos urbanos. Para ello, aplico el método cuantitativo experimental, obteniendo como resultado el diseño de solución el cual consistía en un diseño de mortero asfáltico para el mantenimiento de la calle Ignacio Merino – Lince. Con lo cual concluyó diciendo que:

“El mortero asfáltico es una de las soluciones más versátiles y económicas que existen en el mercado para el mantenimiento mayor efectivo de vías en general, financieramente representa una solución rentable ya que prolonga la vida de servicio del pavimento y que lo protege de la oxidación y el deterioro” (p. 91).

Cusihuallpa (2009), en su trabajo de investigación titulada: evaluación superficial de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca con el método P.C.I. tramo KM 84 + 000 – KM 89 + 000, tesis previa a obtención al título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, tuvo como objetivo evaluar superficialmente el pavimento propio de la carretera Cañete – Yauyos - Chupaca. Para ello, aplicó el método cuantitativo experimental, obteniendo como resultado los valores del P.C.I del tramo los cuales se encontraron entre bueno y excelente (P.C.I. = 70 y P.C.I. = 93.5). Con lo cual concluyó diciendo que este resultado tiene relación con carreteras nuevas o recién rehabilitadas las cuales tienen poco tiempo de servicio. (p. 66).

Complementándose con los antecedentes mencionados, la presente tesis se basa en las siguientes fuentes de información, las cuales van desde libros, manuales y normas técnicas. Así pues, tenemos al libro: Pavimentos de concreto y asfalto: mantenimiento y reparación, el cual desarrolla las técnicas y métodos más relevantes de la evaluación de pavimentos de manera superficial mediante los métodos de P.D.I y P.C.I. en base a los establecido por el Instituto Americano de Concreto (Vivar y Wilfredo, 1996, pp. 76). También se tiene como base al libro titulado como Mecánica de Suelos y Cimentaciones, el cual explica como la composición granulométrica del suelo influye en la estabilidad y/o diseño de una estructura vial. (Crespo, 2004, pp. 650). Del mismo modo se utilizó al libro titulado como Topografía: Técnicas Modernas, el cual explica diferentes técnicas y métodos sobre la planimetría, así como también explica la correcta utilización de los equipos topográficos existentes (Mendoza, 2008, pp. 475). Como es preciso conocer sobre el mortero asfáltico, se tomó como fuente principal al libro de Rivera (1992) con su libro Mortero Asfáltico, donde se explica la definición del mismo, su composición química, su modo de empleo, beneficios y casos en las cuales es utilizado (pp. 128).

Además, para respetar las normativas vigentes sobre los proyectos de infraestructura vial en el Perú, la investigación se fundamenta en los siguientes manuales como el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, el cual determina los requerimientos que se deben de considerar para el diseño geométrico de una carretera (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, pp. 285); el Manual de Ensayo de Materiales, quien explica cómo proceder con exactitud los ensayos necesarios para

el diseño de una carretera (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2017, pp. 1269); el Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial, quien explica los procedimientos para mantener o conservar las vías de forma detallada y precisa, identificando los tipos de fallas que pueden tener como también las instrucciones que ha de realizar en cada caso (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, pp. 660); y del Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013, el cual explica todas las especificaciones técnicas para la construcción de carreteras desde las características ideales de los productos a utilizar como también los documentos legales necesarios. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013, pp. 1282)

Gracias a estas fuentes y con el motivo de fortalecer esta investigación, es necesario definir y contextualizar ciertos términos y teorías que son esenciales para la comprensión de la investigación. Bajo este fin, se define en primer lugar a las carreteras como: caminos construidos artificialmente para el tránsito de vehículos motorizados de al menos dos ejes y cuyas características geométricas de diseño deben cumplir con las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p.10).

Como se conoce, las carreteras no son todas iguales y pueden variar entre ellas por diferentes características. Es por eso mismo que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (M.T.C.) las clasifica según su demanda u orografía. Para el estudio de esta tesis, utilizaremos la clasificación según su demanda, por lo que se posee la siguiente clasificación. Las primeras son las autopistas de primera clase, que son aquellas carreteras con un I.M.D.A. mayor a 6 000 veh/día, con calzadas de dos o más carriles de 3.60 m de ancho a más y divididas por un separador central de 6.00 m como mínimo, las cuales deben de poseer una superficie de rodadura pavimentada. También tenemos a las autopistas de segunda clase, las cuales poseen un I.M.D.A. entre 6 000 y 4 001 veh/día, con calzadas de dos o más carriles de 3.60 m de ancho a más y divididas por un separador central de 1.00 a 6.00 m, donde deben de poseer una superficie de rodadura pavimentada. Luego poseemos a las carreteras de primera clase, quienes poseen un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles con un ancho de 3.60 m a más, quienes deben de poseer una superficie de rodadura

pavimentada. Así también tenemos a las carreteras de segunda clase, quienes con un I.M.D.A. entre 2 000 a 401 veh/día, poseen una calzada de dos carriles con un ancho de 3.30 m a más con una superficie de rodadura pavimentada. También encontramos a las carreteras de tercera clase, con un I.M.D.A. menor a 400 veh/día y calzadas de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo con una superficie de rodadura variable entre pavimentada, básica o económica. Por último, poseemos a las trochas carrozables con un I.M.D.A. menores a 200 veh/día, con calzadas con un ancho mínimo de 4.00 m y superficie de rodadura afirmada o sin afirmar (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, pp.12 - 13).

Para comprender mejor la clasificación anterior es preciso definir que es el índice medio diario anual o I.M.D.A. Este índice es una representación del promedio aritmético de los volúmenes vehiculares diarios dentro de un año, existente en una sección de la vía. Este valor permite conocer de forma cuantitativa sobre la importancia de la ruta, conllevando a calcular la factibilidad económica como también proporcionando información necesaria para determinar el diseño de la carretera, su clasificación y su proyección para programas de mejoras y mantenimiento (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p. 92). Su valor proyectado puede aumentar en 3 veces su tamaño al transformarse en Ejes Equivalente.

Los ejes equivalentes (EE o E.S.A.L.) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas por tipo de vehículos que circulan sobre la estructura de la vía, los cuales guardan relación con el deterioro del pavimento (Rustam y Mohammad, 2018, p. 1913). Estos son establecidos al compararlos con el deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 toneladas de peso, con neumáticos de 80 libras/pulgada². El conocimiento y proyección de este valor permite planificar como diseñar la estructura del pavimento y plataforma del camino, para que pueda resistir las demandas a la cual será sometido durante el periodo de funcionamiento. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, pp. 62 - 74)

De acuerdo al valor del E.S.A.L. obtenido se puede clasificar al tránsito en dos tipos. El primer denominados como tráfico pesado para carreteras no pavimentadas, el cual posee

4 rango de aplicación (T_{NP1} , T_{NP2} , T_{NP3} , T_{NP4}) conforme al número de repeticiones de ejes equivalentes que posea en el carril y periodo de diseño de hasta 300 000 EE. El segundo, denominado como tráfico pesado para carreteras pavimentadas, el cual posee 16 rangos (T_{P0} , T_{P1} , T_{P2} , T_{P3} , T_{P4} , T_{P5} , T_{P6} , T_{P7} , T_{P8} , T_{P9} , T_{P10} , T_{P11} , T_{P12} , T_{P13} , T_{P14} , T_{P15}) los cuales van desde 75 000 EE a 30 000 000 EE. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, pp. 74 - 75)

Otro término que debe de ser comprendido correctamente es la definición de pavimento, el cual es una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito (Mohammad y S.S., 2017, p. 1256). Dentro de él, encontramos tanto a los pavimentos rígidos, flexibles y semi-rígidos o semi-flexibles, aunque también entran en esta categoría los afirmados (Dirección General de Inversión Pública, 2015, p. 13). En esta tesis nos centraremos especialmente en el afirmado, el cual consiste en una capa compactada de material granular o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito, la cual funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas (Dirección General de Inversión Pública, 2015, p. 13). Esto siempre y cuando los afirmados no posean una capa de protección, si fuese así la vía se convierte en un camino con pavimento económico o solución básica, al poseer una capa de protección o superficie de rodadura que protege al afirmado y que puede tratarse de un tratamiento superficial monocapa, lechada asfáltica o mortero asfáltico, etcétera (Dirección General de Inversión Pública, 2015, p. 17). Para el caso de esta investigación, la carretera en estudio pertenece a este último grupo siendo así un camino con solución básica pavimentada con un tratamiento superficial con mortero asfáltico.

Un último término a definir es la evaluación de carreteras y/o pavimentos, el cual consiste en estudiar el estado actual en el que se encuentra la estructura (base, sub base y/o afirmado) y la superficie del pavimento (superficie de rodadura) con el fin de acoger medidas necesarias para la conservación y mantenimiento, para prolongar la vida útil de la vía (Peshkin et all, 2011, p. 17). Dentro de estas evaluaciones disponemos de dos aspectos: evaluación estructural, la cual estudia la estructura del pavimento mediante ensayos destructivos y no destructivos, los cuales permiten conocer cómo se encuentran

las capas que componen al pavimento, como es su comportamiento y la servicialidad que posee actualmente; y evaluación funcional o superficial, el cual consiste en un estudio sencillo y/o visual que tiene como objetivo el determinar los deterioros que afectan tanto al pavimento como al usuario, así también el determinar el estado del pavimento (Leguía y Pacheco, 2016, pp. 36 - 38). Es preciso mencionar, que para estos tipos de evaluación existen diferentes tipos de ensayos, y son gracias a los mismos que un proyectista puede definir qué acción realizar sobre una vía desde su mantenimiento hasta su completa reconstrucción (Mohammed, Rasha y Zainab, 2017, p. 1462).

Dentro de este último concepto correspondiente a la evaluación de pavimentos, existen diferentes técnicas que permiten lograr adquirir dicho conocimiento, aunque una de las más utilizadas es el método de evaluación de pavimentos asfálticos mediante el uso del índice de condición del pavimento o P.C.I. Este es un método estándar desarrollado por M.Y. Shahin y S. D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en 1978 (Fereed, Khaled y Ali, 2016, p. 1448). Su aplicación permite evaluar tanto la condición estructural como superficial de una sección del pavimento, determinando si existe la necesidad de mantenimiento y/o reparación del pavimento (Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 45). Además, si es aplicado periódicamente, permite determinar el comportamiento del deterioro del pavimento en un lapso, contribuyendo a pronosticar el tiempo de vida útil real de la vía (McKenzie, 2012, p. 60).

Bajo la influencia de estas fuentes, antecedentes, teorías y nuestro tema de tesis, nuestro problema de investigación es: ¿cómo es el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura del afirmado en la Carretera Huanchaco – Santiago de Cao?

La justificación de este estudio se explica de forma teórica debido a que, al buscar conocer el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura, se analizará desde una perspectiva científica y teórica estos aspectos, con el fin de determinar la efectividad del mortero asfáltico ante el desgaste que sufre la superficie de rodadura con el tiempo. Para ello se utilizará los conceptos, definiciones, limitaciones y parámetros de diseño como mantenimiento que se encuentran establecidos en los diferentes manuales de carreteras establecidos por el

Ministerio de Transporte y Comunicaciones y la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Con esto último, se evaluará la efectividad de su utilización, aspecto que permitirá contribuir con los conceptos de utilización sobre este método.

Desde el punto de vista metodológica, se justifica debido a que al ser de tipo cuantitativa no experimental, y poseyendo como objetivo la evaluación de un problema, sigue la metodología estructurada en base a los lineamientos del método científico que son requisitos de la guía de productos observables de la Universidad César Vallejo. De esta manera, la investigación propone objetivos de estudio, los cuales serán cumplidos a través trabajos en campo, con la finalidad de obtener resultados que serán analizados para generar resultados confiables y fidedignos. Con ello extraer conclusiones y recomendaciones que solucionen la problemática de investigación referente al empleo del mortero asfáltico como capa de protección en afirmados, y permitiendo ser base para futuras investigaciones en este tema al seguir estos procesos.

Por último, se justifica de forma práctica, debido a que permitirá evaluar la efectividad del uso del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura. De la misma manera, permitirá conocer en qué casos es conveniente su uso y si verdaderamente cumple con la misión de proteger la superficie de rodadura del afirmado. Dicha información será de gran ayuda para futuros proyectos de pavimentos, lo cual permitirá seguir utilizando esta técnica o, en caso contrario, detener su uso.

Es por ello que, para cumplir con ese fin, la presente tesis tiene como objetivo general el evaluar el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura en la Carretera Huanchaco – Santiago de Cao. Para lo cual, posee los siguientes objetivos específicos: identificar el estado inicial del mortero asfáltico utilizado como capa de protección de la superficie de rodadura; identificar el estado actual del mismo; y comparar su comportamiento durante el tiempo de funcionamiento que posee.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La presente tesis es una investigación no experimental debido a que no se realiza ningún experimento en laboratorio más que simplemente seguir el procedimiento de un método de evaluación visual y descriptiva como lo es el método del P.C.I. y el estudio de tránsito. Además, es un estudio de tipo transversal descriptivo simple, ya que únicamente se realiza un único análisis descriptivo de la muestra de estudio. Bajo este último, se posee el siguiente esquema:



Donde:

- **M:** Muestra, lugar donde se realizarán los estudios del proyecto.
- **O:** Observación, datos obtenidos del estudio de la muestra.

2.2. Operacionalización de variables

Variable

Comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura.

Definición

Se define como comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura a la interacción existente entre la capa de protección de la superficie de rodadura (mortero asfáltico) y los esfuerzos a la cual se encuentra sometida durante su periodo de funcionamiento. Dicho comportamiento se divide en dos aspectos: comportamiento funcional, quien se encuentra asociado a la capacidad para brindar un superficie segura y cómoda al usuario; y comportamiento estructural,

asociado a la capacidad para soportar o resistir las solicitaciones de carga al que ese encuentra sometido. (Ogra's milestones, 2009, p. 35).

Operacionalización de Variables

Tabla 1. *Matriz de Operacionalización de variables*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala De Medición
Comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura	Comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura es la interacción existente entre la capa de protección de la superficie de rodadura (mortero asfáltico) y los esfuerzos a la cual se encuentra sometida. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2017, p. 10)	El comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura del afirmado, será medido a través de una evaluación funcional o superficial del afirmado.	Evaluación Funcional o Superficial	Índice de Condición del Pavimento (P.C.I)	Escala Ordinal por Intervalos

Fuente: elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio son todas las carreteras existentes en el departamento de La Libertad, Perú. Pero, al ser esta población considerable, es necesario delimitarla para generar una muestra de estudio. Es por ello que se utiliza los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Características de diseño

Se considera a toda vía clasificada como tercera clase, la cual debe de poseer al mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura.

Espacial

Se considera a todas las vías que conecten las ciudades de Huanchaco y Santiago de Cao, pertenecientes al departamento de La Libertad, Perú.

Temporal

Se incluye únicamente a las vías que han sido mejoradas o construidas durante el último periodo de 5 años (2016 – 2019) y que poseen como mínimo un periodo de 4 años de funcionamiento.

Bajo estos parámetros de inclusión y exclusión, la muestra de estudio está conformada por los 18.4 km de la Carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, puesto que es la única carretera, de la población de estudio, que cumple con los criterios anteriormente descritos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

En la presente tesis se utiliza las siguientes técnicas de recolección de datos:

Análisis Documental

Ya que se realiza un análisis del expediente técnico del proyecto “Mantenimiento Periódico de la Carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao – Emp. LI-103”. De este documento se extraerá los datos relacionados a las condiciones post mantenimiento de la vía como: el índice medio diario anual de diseño, su

clasificación según demanda, el valor de ejes equivalentes, sus dimensiones del diseño estructural y pronosticar un valor de P.C.I. de la vía.

Observación

Debido a que se realiza un recorrido de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, observando la situación y condición en la que se encuentra, sin realizar ninguna manipulación de su estado actual. Únicamente se extraerán los datos pertinentes para la realización de este proyecto de investigación como lo es el I.M.D.A. actual, el E.S.A.L. actual y un valor de P.C.I.

Instrumentos

Los instrumentos que se emplean para la tesis son los siguientes:

Formato de conteo por clasificación vehicular

Formato utilizado para contabilizar el tránsito vehicular existente en la vía. Este resultado permitirá el cálculo de índice medio diario anual basado en las normas técnicas descritas en el manual de inventario viales como en el manual de carreteras Diseño Geométrico DG – 2018 sección: suelos y pavimentos emitido por la dirección general de caminos y ferrocarriles. Con ello se identifica el promedio diario de vehículos que circulan por una vía al año, como también permitirá clasificar a la vía según su demanda. (Ver Anexo 2)

Formato de evaluación de la condición funcional – Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Evaluación funcional del pavimento mediante el índice de condición de pavimentos basándose en lo descrito por Ing. Wilfredo Gutiérrez (1996), catedrático de la Universidad Nacional de Ingeniería, en su libro: “Pavimento de concreto y asfalto: mantenimiento y reparación” (pp. 44 - 76); y bajo lo estandarizado por la ASTM D6433, de tal manera que clasifica dicha condición

en una escala ordinal por intervalos que los cataloga como: muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo. (Ver Anexo 10)

Validez

Para esta investigación únicamente se utilizan formatos establecidos por el mismo Ministerio de Transporte y Comunicaciones en sus diferentes manuales en el rubro y área de caminos, puentes y pavimentos, así también se siguió los métodos estandarizados del A.C.I. y ASTM D6433 (ASTM International, 2018, pp. 47). Es por ello que no se necesitó realizar ninguna validación previa, ya que dichos formatos se encuentran establecidos y normalizados, cumpliendo con mantener la objetividad, precisión y autenticidad de los datos extraídos para el desarrollo de la investigación.

Confiabilidad

Cada instrumento es desarrollado como pruebas estandarizadas, siguiendo las normas y procedimientos descritos en el Manual de Ensayo de Materiales de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, A.C.I y ASTM - D6433, según lo que corresponda (ASTM International, 2018, pp. 47).

2.5. Procedimiento

Análisis documental del expediente técnico

El procedimiento que se realiza para el análisis documental del expediente técnico de la obra mantenimiento periódico de la carretera LI-104 tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, se describe en los siguientes pasos:

1. Se realiza un análisis externo estudiando el soporte documental. Para ello se analiza precisamente sobre las normas y técnicas que fueron base para su desarrollo. Además, se evalúa las memorias descriptivas permitiendo determinar si el documento pertenece a lo necesitado para la investigación.

2. Se procede a realizar el análisis interno o de contenido del expediente. Para lo cual se extrae datos pertinentes para la investigación de la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, presupuesto, cronogramas y planos. De esta manera, se obtiene los datos generales de la carretera en estudio, los datos o dimensiones de la vía, el I.M.D.A. de diseño, la proyección de E.S.A.L., el P.C.I. y la clasificación según demanda y orografía.

Estudio de tránsito

El procedimiento a realizar para el estudio de tránsito actual de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, se divide en dos etapas. La primera consiste en el cálculo del I.M.D.A. y la segunda, referida al cálculo de Ejes Equivalentes (E.S.A.L.). Con respecto a la primera etapa se realiza los siguientes pasos:

1. Se identifica un único tramo homogéneo para toda la vía, ya que la demanda es invariable, lo cual permite ubicar una sola estación para realizar el conteo de tráfico en el centro de carretera (LI-104 9+00 km).
2. Se realiza el conteo de tráfico en la estación según lo especificado en el Manual de Carretera Diseño Geométrico DG – 2018 del M.T.C. Este estudio se efectúa durante 7 días de 24 horas con ayuda de dos asistentes quienes laboran bajo la supervisión del tesista usando el formato de conteo por clasificación vehicular (Ver Anexo 2) realizando únicamente el conteo de los vehículos establecidos en la clasificación definida por el Reglamento Nacional de Vehículos (Ver Anexo 3).
3. Con los datos obtenidos (Ver Anexo 4), se procede a calcular el valor del I.M.D.A. actual de la carretera, para lo cual se utiliza una hoja de cálculo que fue elaborada bajo las especificaciones definidas por el Manual de Carretera Diseño Geométrico DG – 2018 del MTC. (Ver Anexo 5). En este mismo, se clasifica a la vía según su demanda actual.

Con respecto al cálculo de E.S.A.L. actual, se efectúan los siguientes pasos:

1. Se identifica el tipo de eje que posee cada vehículo contabilizado durante el conteo de tránsito, de acuerdo a la configuración de ejes presentadas por el M.T.C. con el cual se calcula una relación de cargas de acuerdo al cuadro de relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos, con el que se afecta al valor del I.M.D.A. (Ver anexo 6).
2. Basándose en lo estipulado en la norma emitida por el M.T.C. se establece el factor direccional, el factor de carril y el factor de presión de neumático, los cuales al multiplicarse con el I.M.D.A., calculado anteriormente, nos brinda el valor de ejes equivalentes por cada tipo de vehículos por día para el carril de diseño (Ver anexo 6).
3. Se identifica el valor del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, al multiplicar el valor anterior por el factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo y los 365 días del año, y con ello clasificar el tipo de tráfico al cual se pertenece (Ver anexo 6).

Evaluación funcional: cálculo del P.C.I.

El procedimiento que se realiza para el cálculo del P.C.I. actual de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, consiste en los siguientes pasos:

1. Se divide a toda la sección del pavimento de la carretera en unidades de 224.40 m². (Ver Anexo 7)
2. Se calcula una muestra de estas unidades para realizar una inspección por muestreo, cuya cantidad y selección se obtendrá mediante el método estadístico denominado como método sistemático. (Ver Anexo 7)
3. Se evalúa las unidades para la obtención del valor de P.C.I., mediante el uso del formato de evaluación de la condición funcional (Ver Anexo 10),

llenándolo conforme al tipo de falla, forma de medición (Ver Anexo 11), usando los diagramas de densidad vs valor de deducción (Ver Anexo 12) y la curva de deducción para superficies asfálticas (Ver Anexo 13)

4. Con los datos calculados, se calcula el valor de P.C.I. actual de la carretera en estudio utilizando una hoja de cálculo (Ver Anexo 15), la cual fue elaborada de acuerdo a las normas y estándares del A.C.I y ASTM - D6433 (Prachallaja, Nagasaibaba y Kameswara, 2016, pp. 434 - 438).

2.6. Método de análisis de datos

Todos los datos obtenidos durante la investigación se analizarán mediante tablas y/o figuras, medidas centrales y dispersión. Para ello se utilizarán cuadros estadísticos, para lo cual se usará el software Microsoft Excel 2016, para su creación. A partir de ello se realizarán los análisis respectivos y necesarios para la investigación

2.7. Aspectos éticos

Por razones éticas no se menciona a los individuos involucradas en la tesis como tampoco de los coordinadores de áreas de la UCV - Sede Trujillo, debido a que es información clasificada. Por otro lado, toda la bibliografía utilizada, que no son de mi autoría, han sido referidos según la norma ISO 690 – 1 y ISO 690 – 2, cumpliendo de esta manera con todos los aspectos éticos demandados en la redacción del presente trabajo.

III. RESULTADOS

3.1. Estado inicial de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico

Para identificar el estado inicial de mortero asfáltico utilizado como capa de protección de la superficie de rodadura en la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, se procedió a realizar un análisis documental del expediente técnico de la obra: mantenimiento periódico de la carretera ruta LI-104 tramo: Huanchaco – Santiago de Cao – EMP. LI-103. Este documento fue proporcionado por el Gobierno Regional de La Libertad tras previa solicitud.

Resultados del análisis documental del expediente técnico

Después de haber revisado y analizado, tanto externa como internamente, el expediente técnico de la obra: mantenimiento periódico de la carretera ruta N° LI-104 tramo: Huanchaco – Santiago de Cao – EMP. LI-103, se obtuvo los siguientes resultados:

Resultados del Análisis externo del expediente técnico

Bajo el análisis externo del expediente técnicos, se pudo diferenciar las bases legales, técnicas y normativas que fueron utilizadas para su desarrollo. Así pues, son bajo estas bases con la que se desarrollaron tanto el diseño geométrico, las normas de seguridad vial entre otras características de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao.

Base legal

El expediente técnico tiene como base legal a las siguientes leyes: ley N° 27181, ley general de transporte y tránsito terrestre; ley N° 27791, ley de organización y funciones del ministerio de transportes y comunicaciones; ley N° 27658, ley marco de la modernización y de la gestión del estado; ley N° 27867, ley orgánica de gobiernos regionales; ley N° 27972, ley orgánica de

municipalidades; entre otras. Además, hace mención que el Gobierno Regional de La Libertad acreditó la libre disponibilidad del terreno donde se ejecutó la obra. Finalmente, la culminación de la ejecución de la obra y su entrega se dio a conocer mediante el acta de la segunda audiencia pública regional ejercicio fiscal 2016 (Gobierno Regional La Libertad, 2016, p. 5).

Base técnica y normativa

Con lo leído, se puede deducir que el expediente técnico tuvo como base técnica y normativa para su desarrollo los siguientes manuales emitidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones como el manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014; el manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje 2013; el manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013; el manual de carreteras: túneles, muros y obras complementarias 2014; el manual de inventarios viales 2015; el manual de ensayo de materiales 2013; el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2000, entre otros.

Análisis interno del expediente técnico

Bajo el análisis interno del expediente técnicos, se obtuvo los siguientes datos correspondiente a las características del proyecto, diseño y contexto:

Ubicación de la Carretera

La carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, se encuentra ubicada en:

Localidad	:	Huanchaco – Santiago de Cao
Distrito	:	Huanchaco – Santiago de Cao
Provincia	:	Trujillo – Ascope
Región	:	La Libertad

Aspectos Físicos, Sociales y Económicos

Aspectos Físicos

Topografía

La zona donde se ubica la carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, presenta una topografía plana con cota mínima de 0 m.s.n.m. y cota máxima de 50 m.s.n.m. según expediente técnico.

Hidrología

La zona donde se ubica la carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, posee precipitaciones muy escasas presentando lluvias esporádicas durante los meses de noviembre a abril, según el expediente técnico.

Aspectos Climatológicos

La zona donde se ubica la carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103 posee una temperatura templada con un promedio de 22° C a 30° C, durante todo el año.

Aspectos Sociales

En lo referente a Educación, funcionan los niveles secundarios, primarios e iniciales en los distritos que conecta la carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103.

Aspectos Económicos

El principal cultivo de zona donde se ubica la carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103 son: el maíz alfalfa, frijol grano seco, maíz choclo y arveja grano seco, entre otros productos.

Aspectos Generales de la Vía

La carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, posee los siguientes datos los cuales son parte de su infraestructura vial, aspectos que han sido extraídos del expediente técnicos y se resumen a continuación:

Inicio de Vía

La obra: mantenimiento periódico de la carretera ruta LI-104 tramo: Huanchaco – Santiago de Cao – EMP. LI-103, tiene como inicio el punto de partida el siguiente punto:

Tabla 2. *Coordenada UTM del inicio de vía*

Tramo	Progresiva	Coordenada		Cota (m.s.n.m)
		X	Y	
LI - 104	0 + 000 KM	707 007.22 E	9 107 564.03 S	6.05

Fuente: elaboración propia

Fin de Vía

La obra: mantenimiento periódico de la carretera ruta LI-104 tramo: Huanchaco – Santiago de Cao – EMP. LI-103, tiene como final siguiente punto:

Tabla 3. *Coordenada UTM del final de vía*

Tramo	Progresiva	Coordenada		Cota (m.s.n.m)
		X	Y	
LI - 104	18 + 400 KM	693 580.30 E	9 119 490.74 S	3.15

Fuente: elaboración propia

Dimensiones de la vía

Según el expediente técnico, las dimensiones utilizadas para el diseño de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao en esta obra, fueron los siguientes:

Plataforma	:	7.6 m
Calzada	:	6.6 m
Nº de Carriles	:	2
Berma	:	0.5 m
Espesor de mortero	:	½ pulgada = 1.27 cm
C.B.R.% del afirmado	:	11.25 %
Espesor de afirmado	:	200 mm

Clasificación de la carretera según demanda e I.M.D.A. proyectado

Según las dimensiones utilizadas para el diseño de la carretera en estudio, se deduce que la vía era una carretera de tercera clase, por lo cual se le asume un valor de I.M.D.A. proyectado entre los valores de 201 Veh/días y 400 Veh/día. Esta elección se justifica, debido a que posee un recubrimiento de mortero asfáltico que protege al afirmado, siendo esto considerado como solución básica o económica, propia de una carretera de tercera clase. Para objeto de esta investigación se asume que el I.M.D.A. proyectado de la vía es de 400 Veh/día.

Valor de E.S.A.L. proyectado

Según los espesores utilizados por el diseño para los componentes de la carretera en estudio, porcentaje de C.B.R. y conforme al manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, se deduce que la vía poseía un tránsito entre un rango de 25 000 EE y 75 000 EE, lo cual es atribuible para un camino no pavimentado de tipo dos (T_{NP2}), lo que justifica los 200 mm de espesor de afirmado. Para objeto de esta investigación se asume que el valor de E.S.A.L. proyectado de la vía es de 75 000 EE.

Valor de PCI inicial:

Como la obra se encuentra en sus inicios, sin alteración y sin haber soportado esfuerzo alguno se deduce que el valor de P.C.I. inicial será de 84 considerándolo con un estado Muy Bueno. Este valor se basa de acuerdo al valor de P.C.I. inicial establecido para pavimentos flexibles, el cual fue establecido el M.T.C. basándose en lo estipulado por AASHTO, debido a su similitud de utilizar al mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura (P.E., W.N. y R.C., 1961, pp. 155).

Tabla 4. *Índices de PCI inicial y final para pavimentos según AASHTO*

Tipo de Pavimento	Índice de Servicialidad	Índice de Servicialidad
	Inicial	Final
Flexible	84	50
Rígido	90	50

Fuente: ASTM international, 2018, p. 27

3.2. Estado actual de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico

Con el fin de identificar el estado actual del mortero asfáltico utilizado como capa de protección de la superficie de rodadura, se procedió a realizar dos estudios. El primero, denominado como estudio de tráfico, fue utilizado para obtener el cálculo del IMDA y ESAL. actuales de la vía en estudio; el segundo, fue una evaluación de la condición superficial mediante el método de evaluación de pavimentos asfáltico para obtención del valor del índice de condición del pavimento (P.C.I.) actual. Solo se procede a analizar estos factores debido a que son los únicos que varían con respecto al tiempo (Vásquez, 2002, p. 90).

Resultados del estudio de tráfico

Generalidades

Ubicación

El estudio de tráfico, se ubica geográficamente en la Región de la Libertad, entre las provincias de Trujillo y Ascope; y entre los Distrito de Huanchaco y Santiago de Cao.

Tramos Homogéneos

La carretera LI-104 Huanchaco – Santiago de Cao LI-103 posee una longitud de 18 + 400 km, dentro del cual se ha podido diferenciar que la demanda en toda la carretera es uniforme y con una variación despreciable. Por dicho motivo se considera a toda la carretera como un único tramo homogéneo.

Conteo de Tráfico

Como solo se cuenta de un tramo homogéneo, se ha considerado una única estación de control en la cual se realizó el trabajo durante 7 días de 24 horas.

Esta estación se denominó con el código de E – 01, su ubicación se muestra en la siguiente tabla. Es preciso mencionar que el conteo se desarrolló en las fechas del 22 de abril al 28 de abril del 2019.

Tabla 5. *Ubicación de las estaciones de control*

Código	Tramo	Progresiva	Carretera	Periodo de Estudio
E – 01	LI - 104	9+00 KM	Huanchaco – Santiago de Cao	22/04/2019 - 28/04/2019

Fuente: elaboración propia

Determinación del Índice Medio Diario Anual

La metodología para determinar el índice medio diario anual (I.M.D.A.), corresponde a la utilización de las siguientes formulas:

$$IMD_{Anual} = IMD_{semanal} \cdot FC_{mes}$$

$$IMD_{semanal} = \frac{\sum V_{laboral} + V_{no\ laboral}}{7}$$

Donde:

- $IMD_{semanal}$: Volumen clasificado promedio de la semana.
 $V_{laboral}$: Volumen clasificado días laborales (lun, mar, mie, jue y vie).
 $V_{no\ laboral}$: Volumen clasificado días no laborales (sab y dom).
 FC_{mes} : Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

Obtención de los Factores de Corrección

El factor de corrección estacional, se determinó a partir de registro anual de tráfico brindado por una unidad de peaje, con la finalidad de corregir las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico que se producen durante el año.

Para la determinación del factor de corrección mensual (FC_{mes}), se obtuvo la información proporcionada por Provias Nacional – Gerencia de Operaciones Zonales, principalmente de la unidad de peaje de Chicama debido a su cercanía con la carretera en estudio. Como el mes donde se realizaría el conteo vehicular era el de abril, se utilizó los siguientes datos resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 6. *FC promedio mensual abril*

Puntos de control	Peajes	Año	Factor de corrección promedio (2010 - 2018)	
			Veh. Ligeros	Veh. Pesados
PC - 01	U.P. CHICAMA	2017	0.73008722	0.73008722
PC - 01		2018		

Fuente: Gerencia de Operaciones – Provias Nacional – M.T.C.

Para cada factor de corrección se aplicó el factor obtenido del promedio de los años 2017 y 2018, a fin de obtener una mejor apreciación de la variación mensual.

Efectuados los aforos vehiculares, se consolidó y reviso la consistencia de los datos recopilados en campo, por estación y día de conteo. De esta manera se determinó el volumen promedio semanal (I.M.D.s.), posteriormente para obtener el índice medio diario anual (I.M.D.A.), se calculó el I.M.D.s. de acuerdo a las fórmulas mencionadas anteriormente. Finalmente se aplicó el factor de corrección mensual del mes de aforo mostrado anteriormente en la Tabla 6.

Conteo Continuo de 24 Horas

Puntos de Aforo

Para el relevamiento de los datos de campo se consideró el trabajo simultáneo de una brigada de tráfico, compuesta por un jefe de brigada (tesista) y dos encuestadores, quienes efectuaron simultáneamente funciones de conteo y clasificación. Los turnos fueron rotativos.

La clasificación vehicular correspondió a todos los vehículos clasificados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Ver Anexo 3) como: autos, station wagon, camionetas, micros, buses, semi trayler y trayler.

Para realizar esta tarea se utilizó el formato de conteo por clasificación vehicular (Ver Anexo 2), la cual fue llenada por los dos encuestadores y supervisada por el tesista.

Resultados de los Conteos Vehiculares

Aplicando la metodología anteriormente descrita y mediante la utilización de las formulas se ha obtiene el I.M.D.'s. Este último se ve afectado por el factor de corrección mensual (FC_m), indicando en la Tabla 6, obteniendo el I.M.D.A. de la vía en estudio.

Tabla 7. Matriz resumen del cálculo de IMDA

Tramo	Ruta	Estación	Sentido	I.M.D.	Tipo de vehículo				
					Automóvil	Camioneta	Camioneta rural	Ómnibus 2 e	Camión 2 e
Carretera Huanchaco - Santiago de Cao	LI - 104	E-01	E	398	240	24	82	46	6
			S	402	239	27	82	48	6
			E + S	800	479	51	164	94	12
			%	100.0	59.9	6.4	20.5	11.8	1.5

Fuente: Dirección de Inversiones – O.P.P. – M.T.C.

Como se evidencia, se obtuvo un I.M.D.A. de 800 Veh/día en toda la carretera. Este mismo resultado permite identificar que la carretera LI-104 Huanchaco – Santiago de Cao LI-103 actualmente posee una demanda similar a una carretera de segunda clase debido a que el I.M.D.A. obtenido se encuentra entre los intervalos de 401 Veh/día y 2000 Veh/día. Todos los cálculos utilizados para obtener la Tabla 7 se encuentra descrito en el Anexo 5.

Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.

Para la determinación del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn se tuvo que calcular el valor de ejes equivalentes por tipo de vehículo/día – carril y el factor de crecimiento por tipo de vehículo.



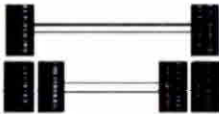
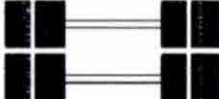
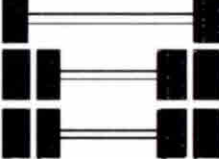
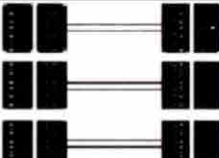
Ejes equivalentes por tipo de vehículo, día y carril de diseño (EE día-carril)

Para la determinación de los ejes equivalentes por tipo de vehículo, día y carril de diseño, se tuvo que identificar los siguientes valores y factores propios de la vía en estudio:

I.M.D. afectado por el factor de peso de vehículo

Se identificó los tipos de ejes y peso máximo que soportan en toneladas, de cada tipo de vehículo automotor que fue contabilizado por el estudio de tránsito realizado, basándose en la siguiente tabla.

Tabla 8. Configuración de ejes y peso

Conjunto de Ejes	Código	Gráfico	Peso (tn.)
Eje Simple (con rueda simple)	1RS		7.00
Eje Simple (con rueda doble)	1RD		10.00
Eje Tándem (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS+1RD		16.00
Eje Tándem (2 ejes rueda doble)	2RD		16.00
Eje Tridem (1 eje rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS+2RD		15.00
Eje Tridem (3 ejes rueda doble)	3RD		23.00

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 66

De acuerdo a dichos factores, se estableció la relación de cargas por eje para determinar los ejes equivalentes de acuerdo a la siguiente tabla, establecido

a través del M.T.C. en el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla 9. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos

Tipo de eje	Eje equivalente (EE 8.2 tn)
Eje simple de ruedas simples	$EE_{S1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles	$EE_{S2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje rueda doble + 1 eje rueda simple)	$EE_{TA1} = \left[\frac{P}{14.8} \right]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles)	$EE_{TA2} = \left[\frac{P}{15.1} \right]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	$EE_{TR1} = \left[\frac{P}{20.7} \right]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles)	$EE_{TR2} = \left[\frac{P}{21.8} \right]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 66

Calculado las relaciones de carga se le multiplicó por cada valor de I.M.D. por vehículo que se obtuvo del estudio de tránsito. Para lo cual mediante una sumatoria se obtuvo el valor de I.M.D. afectado por el factor de peso de vehículo, obteniendo así la siguiente tabla resumen:

Tabla 10. Matriz resumen de cálculo de I.M.D.A. por factor de peso

Tipo de Vehículo	I.M.D.A. actual	Código	Carga de Vehículo por Eje	Eje Equivalente	F.IMDA
Auto	479 Veh/día	1RS	1.000 tn	0.0005	0.2395
		1RS	1.000 tn	0.0005	0.2395
Station wagon	51 Veh/día	1RS	1.000 tn	0.0005	0.0255
		1RS	1.000 tn	0.0005	0.0255
Camionetas	164 Veh/día	1RS	1.000 tn	0.0005	0.0820
		1RS	1.000 tn	0.0005	0.0820
Bus de 2 ejes	94 Veh/día	1RS	7.000 tn	1.2654	118.9476
		1RD	10.000 tn	2.2118	207.9092
Camión de 2 ejes	12 Veh/día	1RS	7.000 tn	1.2654	15.1848
		1RD	10.000 tn	2.2118	26.5416
	800 Veh/día			F.IMDA	369.2772

Fuente: elaboración propia

Factor direccional y Factor carril

Para la determinación de estos factores se utilizó los valores brindados por el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos emitido por el ministerio de transportes y comunicaciones. Como la vía de estudio poseía 1 solo carril para 2 sentidos se asumió un factor direccional (Fd) de 0.50 y un factor de carril (Fc) de 1.00, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 11. Factores de distribución direccional y de carril para determinación del tránsito en el carril de diseño

N° de calzadas	N° de sentidos	N° de carriles	Factor Direccional	Factor Carril
1 calzada	2 sentido	1 carril	0.500	1.000

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 64

Factor de presión de neumáticos

Para la determinación del factor de ajuste por presión de neumáticos (F_p) se utilizó los valores brindados por el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos emitido por el ministerio de transportes y comunicaciones. En él, se explica que para el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos será igual a 1.0. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 64) valor que tomaremos en cuenta debido a las características de la vía en estudio.

Tabla 12. *Factor de ajuste por presión de neumático (FP) para ejes equivalentes (EE)*

Tipo de vía	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi.
	80
Afirmados o Pavimento Rígido	1.00

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 73

Determinación de $EE_{\text{día-carril}}$

Con los valores necesarios ya calculados, se determinó el valor de los ejes equivalentes por tipo de vehículo, día y carril de diseño, utilizando la siguiente fórmula:

$$EE_{\text{día-carril}} = (IMD \cdot Fv)_{pi} \times Fd \times Fc \times Fp$$

Donde:

- **$EE_{\text{día-carril}}$** : Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño.
- **$(IMD \cdot Fv)_{pi}$** : Correspondiente al valor del índice medio diario afectado por el factor vehículo según tipo de vehículo pesado.
- **Fd** : Factor direccional
- **Fc** : Factor carril de diseño
- **Fp** : Factor de presión de neumático

De esta manera se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 13. Valor de $EE_{\text{día-carril}}$ calculado

$EE_{\text{día-carril}}$	184.64
--------------------------	--------

Fuente: elaboración propia

Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo

Para determinar el factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo (F_{ca}) se utilizó la siguiente fórmula de acuerdo a lo especificado por el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos emitido por el ministerio de transportes y comunicaciones:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

- r : Tasa anual de crecimiento
- n : Periodo de diseño

Para lo cual se utilizó una tasa anual de crecimiento de 2.00% y un periodo de diseño de 1 año, debido a que únicamente se está calculando el valor ejes equivalentes actual que está actuando sobre la vía, por lo que no se necesita una proyección. De esta manera se obtiene un valor de factor equivalente a 1.0.

Determinación del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.

Finalmente, para la determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 tn (ESAL) se utilizó la siguiente fórmula de acuerdo a lo especificado por el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos emitido por el ministerio de transportes y comunicaciones:

$$ESAL = EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365$$

Donde:

- *ESAL*: N° de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.
- *EE_{día-carril}*: Ejes equivalentes por tipo de vehículo/día-carril
- 365: días contables en un año

Utilizando los valores mencionados definidos con anterioridad se obtuvo el siguiente valor:

Tabla 14. *Valor actual E.S.A.L. de la vía en estudio*

CARRETERA LI-104 TRAMO: HUANCHACO – SANTIAGO DE CAO LI-103	
<i>ESAL</i> actual	67'393.09 EE

Fuente: elaboración propia

Este mismo valor permite clasificar al tránsito vehicular actual como un tránsito de tráfico pesado de tipo T_{NP2} , ya que su valor oscila entre los 25 000 EE y los 75 000 EE, valores propios de caminos no pavimentados.

Resultados de la evaluación funcional: cálculo del P.C.I.

Unidades de Inspección

Para el desarrollo de la evaluación funcional utilizando el método de evaluación de pavimento flexible mediante el índice de condición del pavimento (P.C.I.) se tuvo que dividir a la carretera de estudio tramo: Huanchaco – Santiago de Cao en secciones de aproximadamente 225.00 m^2 . Para este caso, como la dimensión de ancho de vía es de 6.60 m se ha tomado un largo de 34.00 m por sección, obteniendo un área de 224.40 m^2 por cada una de estas. De esta manera se han contabilizado 542 secciones las cuales denominaremos unidades de inspección (Ver Anexo 8 y Anexo 9).

Se optó por realizar una inspección por muestreo debido al número total de unidades, por lo cual se escogió una muestra aleatoria de todas las unidades de inspección. Con este fin, se utilizó únicamente el método estadístico denominado como método sistemático para la determinación del número de muestras como para la selección de las mismas, ya que las unidades de inspección no son uniformes ni homogéneas. Para la determinación del número de muestras se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N\delta^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \delta^2}$$

Donde:

- N : Número total de unidades
- e : Error permisible en determinación del PCI

- δ : Desviación estándar del valor PCI en las unidades de la sección

Para este caso, el número total de unidades fue de 542; el error permisible fue de 5.00% debido a la ecuación provee un 95% de confianza; y la desviación estándar fue de 10.00 ya que según el manual se asume este valor cuando se desconoce el real. De esta manera, se obtuvo una muestra de 16 unidades que fueron inspeccionadas y que representaron a toda la carretera.

Es preciso mencionar que toda esta operación se desarrolla completamente en la hoja de cálculo para segmentación de vía en unidades de estudio (Ver Anexo 7). Para la elección de dichas unidades, como se mencionó anteriormente, se ha utilizado el método estadístico conocido como método sistemático, el cual nos permitió evaluar unidades uniformemente espaciadas a comparación de otros métodos estadísticos, obteniéndose así la siguiente tabla:

Tabla 15. Muestras aleatorias a examinar

Grupo	Intervalo			Aleatorio	Km		
1°	1	-	34	7	0+204 km	-	0+238 km
2°	35	-	68	41	1+360 km	-	1+394 km
3°	69	-	101	75	2+516 km	-	2+550 km
4°	102	-	134	109	3+672 km	-	3+706 km
5°	135	-	167	143	4+828 km	-	4+862 km
6°	168	-	200	177	5+984 km	-	6+018 km
7°	201	-	233	211	7+140 km	-	7+174 km
8°	234	-	266	245	8+296 km	-	8+330 km
9°	267	-	299	279	9+452 km	-	9+486 km
10°	300	-	332	313	10+608 km	-	10+642 km
11°	333	-	365	347	11+764 km	-	11+798 km
12°	366	-	398	381	12+920 km	-	12+954 km
13°	399	-	431	415	14+076 km	-	14+110 km
14°	432	-	464	449	15+232 km	-	15+266 km
15°	465	-	497	483	16+388 km	-	16+422 km
16°	498	-	530	517	17+544 km	-	17+578 km

Fuente: elaboración propia

Determinación del PCI

Evaluación de la condición

Por cada unidad de inspección de la muestra seleccionada, se realizó un registro individual, en la cual se ha detectado cada tipo de falla (severidad y frecuencia) como también la forma de medición, según lo estipulado por M.T.C. como también por el método P.C.I. (Ver Anexo 11).

Para esta acción se utilizó el formato de evaluación funcional – P.C.I. (Ver Anexo 10), así como ciertas herramientas como wincha métricas de 50 m y 5 m, regla para nivel, regla metálica de medición, chalecos de seguridad reflectantes, cascos y conos de seguridad vial.

Cálculo de P.C.I por unidad de inspección muestral

Culminada la inspección de campo y con la información recolectada sobre las fallas existentes, se procede a calcular el P.C.I. por cada una de las 16 unidades de inspección. Para ello se realizó dos procesos previos:

Cálculo de los valores deducidos

Una vez estimado los tipos de fallas por cada unidad de inspección se procede a determinar los valores de deducción (VD). Para ello es necesario utilizar los diagramas de densidad vs valor de deducción por cada falla encontrada (Ver Anexo 12) para lo cual es necesario conocer la densidad del daño que presentan. De esta manera se logra obtener el valor deducido por cada tipo de daño, de acuerdo a la severidad del mismo. Esta tarea se hace por cada unidad muestral de inspección mediante el uso del formato de evaluación funcional – P.C.I. (Ver Anexo 10).

Cálculo de los valores de deducción corregido

Calculado el VD por cada unidad de inspección, se procedió a obtener el valor de deducción corregido (VDC). Para este caso fue necesario utilizar la curva de deducción para superficie asfáltica (Ver Anexo 13), donde el valor de “q” corresponde al número de VD individuales mayores de 5, bien por el tipo de falla o por severidad dentro de la misma falla. Esta tarea se hace por cada unidad muestral de inspección mediante el uso del formato de evaluación funcional – P.C.I. (Ver Anexo 10).

Posteriormente, se procede a calcular el P.C.I por unidad, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$P.C.I. = 100 - VDC$$

Donde:

- P.C.I.: índice de condición de pavimento
- VDC: Valor de deducción corregido

Este nuevo valor obtenido será clasificado de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 16. *Condición de pavimento de acuerdo al P.C.I.*

Condición	P.C.I	
	Límite Inferior	Límite Superior
Excelente	86	100
Muy Bueno	71	85
Bueno	56	70
Regular	41	55
Pobre	26	40
Muy Pobre	11	25
Fallado	0	10

(Vivar y Gutiérrez, 1996, p.48)

Cálculo del P.C.I de la carretera

Determinado el P.C.I por cada unidad muestral de inspección (Ver Anexo 14), se procedió a calcular el valor final de P.C.I. de la carretera. Este valor será calculado mediante el promedio aritmético (ver Anexo 15) de todos los valores de P.C.I. calculado por cada unidad muestral de inspección existente (ver anexo 17). Con el valor obtenido se identificó la condición de pavimento de acuerdo a la Tabla 16, obteniendo de esta manera la siguiente tabla resumen:

Tabla 17. Valor de P.C.I. de la carretera

Grupo	Unidad de inspección	Km del grupo			PCI	Clasificación
1°	7	0+000 km	-	0+782 km	80	MUY BUENO
2°	41	1+156 km	-	1+938 km	46	REGULAR
3°	75	2+312 km	-	3+094 km	80	MUY BUENO
4°	109	3+468 km	-	4+250 km	62	BUENO
5°	143	4+624 km	-	5+406 km	74	MUY BUENO
6°	177	5+780 km	-	6+562 km	75	MUY BUENO
7°	211	6+936 km	-	7+718 km	77	MUY BUENO
8°	245	8+092 km	-	8+874 km	65	BUENO
9°	279	9+248 km	-	10+030 km	35	POBRE
10°	313	10+404 km	-	11+186 km	78	MUY BUENO
11°	347	11+560 km	-	12+342 km	71	MUY BUENO
12°	381	12+716 km	-	13+498 km	69	BUENO
13°	415	13+872 km	-	14+654 km	79	MUY BUENO
14°	449	15+028 km	-	15+776 km	89	EXCELENTE
15°	483	16+184 km	-	16+932 km	73	MUY BUENO
16°	517	17+306 km	-	18+054 km	74	MUY BUENO

P.C.I. TOTAL	70.44	MUY BUENO
---------------------	-------	-----------

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia, el valor del índice de condición de pavimento (P.C.I.) actual que se obtuvo de la evaluación funcional y estructural de la carretera LI-104 Tramo Huanchaco – Santiago de Cao LI-103, es de 70.44 puntos, catalogando a la condición del pavimento como muy buena para toda la vía en estudio.

3.3. Variación del estado de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico

Analizado el estado inicial y actual de la capa de protección del afirmado: mortero asfáltico de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, se evaluó la variación de sus características con respecto al tiempo. Para ello solo se comparó el I.M.D.A. y E.S.A.L. actual con el proyectado, evaluando si estos excedieron lo diseñado; y la

variación del valor del P.C.I. en el tiempo de estudio, evaluando el deterioro de su condición. Esto, debido a que las otras características de la vía fueron consideradas como constantes debido a que no han sufrido ningún cambio apreciable durante el tiempo de estudio.

Comparación del de I.M.D.A. actual y proyectado

Al comparar el I.M.D.A. actual de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao con el proyectado para su diseño, se obtiene la siguiente tabla comparativa:

Tabla 18. *Comparación de I.M.D.A.*

Carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago De Cao LI-103	
I.M.D.A.DISEÑO	I.M.D.A.ACTUAL
400 veh/día	800 veh/día

Fuente: elaboración propia

En este aspecto, se obtiene como resultado que el I.M.D.A. actual ha sobrepasado con un 100% sobre el I.M.D.A. proyectado en el diseño de la vía, durante estos 4 años de servicio.

Comparación del E.S.A.L. actual y proyectado

Comparando el E.S.A.L. actual de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao con el proyectado para su diseño, se obtiene la siguiente tabla comparativa:

Tabla 19. *Comparación de E.S.A.L.*

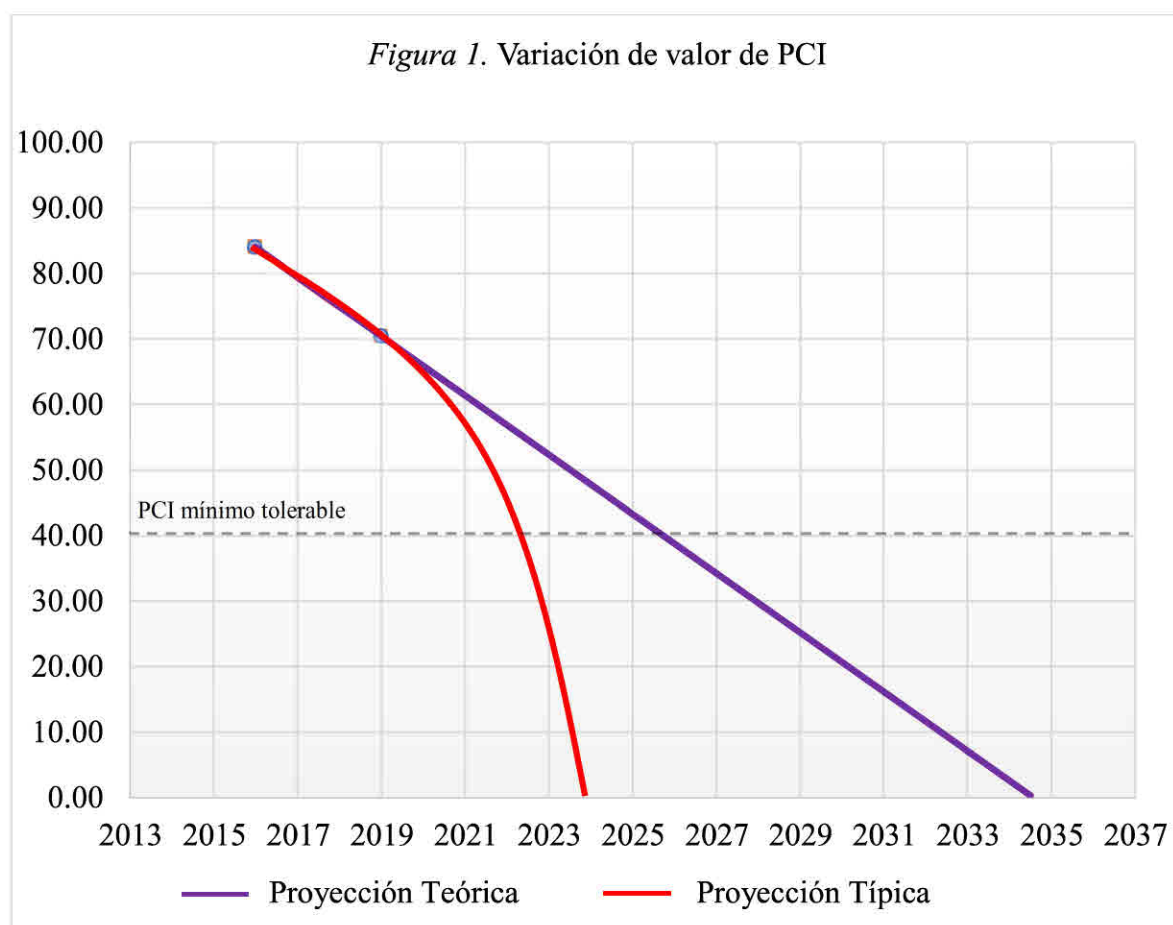
Carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago De Cao LI-103	
E.S.A.L.DISEÑO	E.S.A.L.ACTUAL
75 000 EE	67 393.09 EE

Fuente: elaboración propia

En este aspecto, se obtiene como resultado que el valor de E.S.A.L. actual todavía no ha sobrepasado el E.S.A.L. proyectado en el diseño de la vía, durante estos 4 años de servicio. Lo cual puede significar que el efecto de deterioro causado sobre el pavimento por el tránsito vehicular, especialmente sobre la superficie de rodadura de mortero asfáltico, debe ser menor debido a que aún se mantiene en lo pronosticado y diseñado.

Variación del valor de P.C.I. con respecto al tiempo

Comparando los dos valores de P.C.I. obtenidos durante la investigación de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao con respecto al tiempo y creando dos líneas de tendencia con los datos, se pudo obtener las siguientes tablas:



Fuente: elaboración propia

Tabla 20. *Valores de P.C.I. de la carretera en estudio*

Carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago De Cao LI-103		
AÑO	PCI	ESTADO
2016	84.00	MUY BUENO
2019	70.44	BUENO

Fuente: elaboración propia

Con respecto a las líneas de tendencia creadas, estas fueron formadas a partir de los dos únicos datos obtenidos en la investigación como lo presenta la Tabla 20; y para lo cual se utilizó dos líneas de tendencia: una de tipo lineal ($R^2=1$) a quien se le denominó como proyección teórica; y otra de tipo exponencial inversa ($R^2=1$) a quien se le denominó como proyección típica. La proyección lineal fue creada debido a la cantidad de datos, mientras que la proyección típica fue creada debido a lo estipulado por el Método AASHTO – 93 en la que explica como es el comportamiento típico del decrecimiento del valor del PCI con respecto al tiempo (Yogesh, S.S., Devesh y M.K., 2013, p. 335). En ambos casos se evidencia que existe un decrecimiento del valor del P.C.I. conforme avance el tiempo, ya que a más aumente el tiempo de funcionamiento, mayor será el decrecimiento del valor de P.C.I.

Tabla 21. *Intervención de acuerdo al P.C.I.*

P.C.I.	Estado	Intervención
0 – 30	Malo	Reconstrucción
31 – 70	Regular	Rehabilitación
71 – 100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: Shahin, 1994, p. 27

Además, se puede predecir mediante la Figura 1 y la Tabla 21 que actualmente se necesita de un mantenimiento periódico para asegurar el buen funcionamiento de la

vía y que esta mantenga su servicialidad y condición en buenas condiciones para el público beneficiado. Si este no se diera a realizar, durante el periodo 2019 – 2022 se necesitará una rehabilitación de la vía, pero si no se realiza ninguna intervención de la vía, se pronostica que, pasando este tiempo, la vía se encontrará en un estado malo debido a que el valor de P.C.I. será menor a 30, por lo cual se necesitará de una reconstrucción total o parcial de la vía en estudio.

IV. DISCUSIÓN

Tras realizarse los estudios pertinentes de esta investigación, se procede a analizar los resultados obtenidos con el fin de evaluar el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura en la Carretera Huanchaco – Santiago de Cao, el cual es el objetivo general de la tesis. Para ello, se relacionan los resultados con los antecedentes y teorías afines.

Bajo este fin, en primer lugar, se identifica el estado inicial de mortero asfáltico utilizado como capa de protección de la superficie de rodadura. Para ello, se evaluó el expediente técnico del proyecto: mejoramiento periódico de la carretera ruta LI-104 tramo: Huanchaco – Santiago de Cao – EMP. LI-103, el cual fue ejecutado y culminado durante el año 2016, con el único fin de determinar el valor inicial del P.C.I., el I.M.D.A. proyectado y el E.S.A.L. proyectado, los cuales reflejarán el estado inicial del mortero asfáltico antes de entrar en funcionamiento. Es así que se estableció que la carretera en estudio posee un índice de condición de pavimento inicial muy bueno (P.C.I. inicial = 84). Este dato concuerda con Cusihualpa, quien al realizar una evaluación superficial de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca, mediante el método P.C.I., confirmó que en caso de carreteras nuevas y/o recién mejoradas, estas poseen un valor entre 71 – 100 correspondientes a condiciones de pavimento muy buenas y excelentes (2009, p. 66). Así mismo, esto también se verifica mediante el manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción EG – 2013, donde se menciona que, para aceptar la entrega de una obra de carreteras, debe de poseer una rugosidad no superior a 6m/km cuando se trata de afirmados con capa de protección de mortero asfáltico, lo cual se semejante al valor de P.C.I. entre 70 – 90, los cuales son atribuidos a condiciones de pavimentos muy bueno o excelentes (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013, pp. 321 – 333). Con esto se justifica, que el valor obtenido es el indicado, ya que se considera que la vía es completamente nueva. Además, este valor define que la capa de protección: mortero asfáltico junto con toda la estructura vial, en un inicio, no poseían ningún tipo de falla estructural ni funcional o que estos eran mínimos.

Del mismo modo, según el expediente técnico, la vía en estudio se encuentra clasificada como una carretera de tercera clase, aspecto por el cual recibió un tratamiento especial

para proteger la superficie de rodadura mediante la utilización del mortero asfáltico. Por lo mismo, conforme al diseño geométrico que este posee, el valor del I.M.D.A. proyectado fue de 400 Veh/día. Esto último tiene concordancia con la investigación de Torres, quien realizó un estudio de tránsito en la carretera Santa Rosa – San Francisco de Río Mayo para diseñar un tratamiento superficial utilizando slurry seal para el mejoramiento de la misma. En esta, menciona que la aplicación del slurry seal o mortero asfáltico se realiza frecuentemente para carreteras de tercera clase las cuales pueden llegar a proyectarse con un incremento de tránsito vehicular similar a una carretera de segunda clase (Torres, 2016, p. 55 – 62). Esto último es reforzado por el manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018, en la cual se menciona que toda carretera de tercera clase debe de poseer calzadas de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimo y pueden funcionar con soluciones básicas o económicas como lo es el mortero asfáltico (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p. 12). Menciona también que debido al crecimiento anual de tránsito se necesita calcular un I.M.D.A. proyectado con el cual se diseñará, con el fin de que la vía pueda soportar la demanda exigida durante su vida útil (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p. 95). Con esto podemos afirmar que, en un inicio, la carretera en estudio, incluyendo a la capa de protección del afirmado, al ser una carretera de tercera clase, fue diseñada a soportar demandas no mayores de 400 veh/día durante su tiempo de funcionamiento. Esto significa que, si durante su tiempo de servicio la demanda no supera este rango, no presentará fallas estructurales ni funcionales.

Adicional a ello, también se identificó que el valor del E.S.A.L. proyectado fue de 75 000 EE, características de un tráfico de carreteras no pavimentadas tipo 2 (T_{NP2}). Este valor es atribuible gracias al valor de C.B.R. y el espesor del afirmado que posee la carretera en estudio, lo cual está especificado en el expediente técnico del mismo. Este dato es similar al obtenido por Bautista, quien al calcular el E.S.A.L. de la carretera Palo Blanco y Alto Perú, definió que esta poseía 35 200 EE, valor característico de un tránsito tipo T_{NP2} , aspecto que junto a su C.B.R. > 12% diseñó un afirmado de 200 mm de espesor, adicionándole un tratamiento bicapa, el cual es una solución económica para carreteras de este tipo (2018, p.p. 215 - 218). Esto recibe apoyo teórico gracias a lo estipulado por el manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos – 2014, en el cual se especifica que para el diseño trasversal de cualquier vía es necesario

calcular y proyectar el valor de ejes equivalentes (E.S.A.L.) debido a que este, junto a otros datos, permitirán determinar las características necesarias que debe de poseer la vía para soportar las cargas de la vía sin verse afectada severamente. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 118 - 122). Con esto podemos afirmar que, en un inicio, la carretera en estudio, incluyendo a la capa de protección del afirmado, poseía un E.S.A.L. proyectado de 75 000 EE. Esto significa que, si durante su tiempo de servicio la demanda no supera este rango, no se presentarán fallas estructurales ni funcionales muy exageradas dentro de la vía. Además, este valor justifica a su vez el porqué de la utilización del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de afirmado de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao.

Por otro lado, para la identificación del estado actual del mortero asfáltico utilizado como capa de protección, se realizó un estudio de tránsito para identificar el I.M.D.A. actual. Asimismo, se realizó una evaluación funcional del pavimento mediante el método P.C.I. en la cual se determinó la condición actual del mismo. De esta manera, en primera instancia, se identificó que la carretera en estudio posee un I.M.D.A. actual de 800 veh/día como se demuestra en la Tabla 7, lo que significa que la vía tendría la misma demanda que una carretera de segunda clase. Al mismo tiempo, también se identifica que el valor de E.S.A.L. actual es de 67 393.09 EE, valor que se encuentra entre el rango de 25 000 EE y 75 000 EE propio de un T_{NP2} . El procedimiento utilizado para la obtención de este valor, tiene similitud con el utilizado por Bautista, quien también efectuó un estudio de tráfico para diseñar un pavimento bicapa para la carretera Palo Blanco - Alto Perú. En él, confirma que mediante este método se obtiene valores veraces y precisos que describen el volumen de tráfico vehicular como también el valor de los ejes equivalentes de una vía (2018, pp. 219 – 227). En ambos casos se respeta la metodología impuesta por el manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018, en la cual se detalla el procedimiento necesario para realizar un estudio de tráfico, además de establecer las características mínimas del diseño geométrico que tiene que poseer de acuerdo a los valores obtenidos (2018, p. 278 – 279). De tal manera, se afirma que el cálculo del I.M.D.A. actual y E.S.A.L. de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao cumple con las especificaciones técnicas del manual de carreteras vigente. Además, este mismo valor indica que actualmente nuestra vía, junto con todos sus componentes, está trabajando bajo una solicitud similar a una carretera de segunda clase además de estar

soportando un valor propio de T_{NP2} , producto del incremento de tránsito durante estos 4 años de funcionamiento.

Asimismo, se identificó, mediante la evaluación de la condición funcional usando el método del P.C.I., que la carretera en estudio posee un valor de 70.44 puntos como lo muestra la Tabla 17, clasificando a la condición de pavimento, especialmente su capa de protección, como muy buena. Este resultado tiene similitud con lo obtenido en la investigación de Hiliquín, quien realizó una evaluación del estado de conservación del pavimento, para lo cual utilizó la misma metodología y procedimiento de evaluación para la obtención del P.C.I. A pesar de que en su caso obtuvo un P.C.I.=34.69 (condición mala) la cual necesitaba de una rehabilitación, mencionó que su aplicación fue verás, precisa y similar al resultado obtenido por el ensayo de la viga de Benkelman (2016, pp. 144 - 145). Ambos casos, se basaron en los establecido por el A.C.I. y según lo estandarizado por el ASTM D6433 (ASTM International, 2018, pp. 47), aspecto por el cual los resultados se encontraron dentro de los rangos previstos en las normas, resaltando su veracidad y precisión (Vivar y Gutiérrez, 1996, pp. 45 - 73). Esto permite apreciar que la condición de la superficie de rodadura con capa de protección de mortero asfáltico de nuestra vía en estudio es muy buena, aspecto por lo que se considera que mantiene su servicialidad correctamente, soportando la demanda actual y que la única intervención necesaria a realizar es la de mantenimiento periódico. Por consiguiente, se afirma que el mortero asfáltico está desempeñando una correcta función de proteger la superficie de rodadura del afirmado pues el número de fallas después de 4 años de funcionamiento es relativamente bajo.

Por último, con el fin de identificar el comportamiento del mortero asfáltico utilizado como capa de protección en la superficie de rodadura, se ha realizado una comparación entre el estado actual y el inicial del mismo en la carretera Huanchaco – Santiago de Cao. Para este caso, se comparó los valores de I.M.D.A., E.S.A.L. y P.C.I., puesto que son los únicos valores que definen como se comporta el mortero asfáltico con respecto al tiempo y los cuales han sufrido variaciones considerables a comparación de otras dimensiones que fueron consideradas como constantes, como el caso de los espesores del pavimento, dimensiones de la vía, etcétera. De esta manera, se evidenció, en la Tabla 18, que el valor del I.M.D.A. actual ha sobrepasado el I.M.D.A. proyectado en el diseño

de la carretera. Aunque mediante la Tabla 19, se define que el valor actual del E.S.A.L. no ha sobrepasado al proyectado. Estos casos cumplen con lo afirmado por Bautista, quien menciona que para el diseño de cualquier carretera se tiene que asegurar que la obra pueda soportar un incremento del flujo vehicular anual durante todo el tiempo de vida en servicio. Es por lo que menciona que, si bien se necesita proyectar el I.M.D.A., es prioridad proyectar el E.S.A.L. por un periodo de 20 años debido a que este refleja las cargas que soportará la vía y provocarán su continuo deterioro. Así pues, con ello se busca diseñar la vía de tal modo que se asegure que, durante su funcionamiento, la servicialidad brindada al público automotor sea constante y que la condición del pavimento sea buena (2018, p. 225). Este mismo aspecto se fundamenta a lo estipulado por el manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 emitido por el M.T.C. En ella se especifica que todo diseño de carretera, independientemente de su clasificación, debe de poseer un tiempo de vida de 20 años de funcionamiento, soportando las cargas variables (E.S.A.L.) que puedan existir con el fin de mantener una servicialidad constante y sobretodo una buena condición del pavimento ($P.C.I. > 40$) (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, p. 95). Esto demuestra que, después de 4 años de servicio, la carretera en estudio pareciese estar trabajando bajo valores de I.M.D.A. superiores, pero que en verdad se encuentra trabajando dentro de los rangos de E.S.A.L. proyectados para sus 20 años de vida útil. Esto significa que tanto la capa de protección de mortero asfáltico como el resto de componentes estructurales presentarán desgaste continuo, aunque este es mínimo, aspecto que debería de reflejarse mediante un decaimiento de la condición del pavimento oscilante entre un 10% o 20% de lo que era inicialmente.

Equivalentemente a ello, al evaluar la variación del valor de P.C.I. con respecto al tiempo como se observa en la Figura 1, podemos inferir que existe un decrecimiento del valor del índice de condición del pavimento mientras el tiempo de servicio avanza. Así mismo, se evidencia que, en tan solo 4 años de servicio, el índice de condición de la superficie de rodadura con capa de protección de mortero asfáltico de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, ha disminuido tan solo un 16.14% de su condición inicial, valor relativamente bajo. Además, gracias a la creación de líneas de tendencia (lineal y exponencial inversa), se han creado funciones que representan como se está generando este comportamiento, permitiéndonos pronosticar en que tiempo será

necesario un mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de la vía. Este caso también se presenta en la investigación de Hiliquín, donde menciona que el valor de P.C.I. decrece conforme avanza el tiempo de utilización, aunque en su caso este decaimiento fue notorio, debido a que la condición de pavimento que obtuvo fue de P.C.I. = 34.69 (Condición de pavimento mala). Esto fue consecuencia a que la carretera que evaluó ya tenía 40 años de funcionamiento sin mantenimiento, rehabilitación ni reconstrucción previa (2016, pp. 144 – 145). Además, estos casos se fundamentan gracias al Instituto Americano de Concreto (A.C.I.) quien bajo la norma ASTM D6433, menciona que el deterioro del pavimento decrece gradualmente con el pasar del tiempo, y que, para conocer este comportamiento, es necesario una evaluación continua del P.C.I. permitiendo pronosticar en el momento necesario para la realización de un mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de este (Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 45). Con ello, se afirma que el valor del P.C.I. es inversamente proporcional al tiempo de servicio de la vía. Del mismo modo, bajo el análisis continuo del P.C.I. de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, se predice que, durante los años 2022 a más, si es que no ha existido ninguna intervención previa, será necesario una reconstrucción total de la vía ya que para estas fechas el pavimento tendrá un P.C.I. < 30 (Condición de pavimento mala).

Al evaluar el porcentaje de disminución que el P.C.I. posee durante este tiempo de funcionamiento, podemos afirmar que el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección es excelente, ya que ha demostrado ser capaz de cumplir con proteger la superficie de rodadura del afirmado de una vía con una eficiencia del 83.86%, manteniendo su servicialidad y sobre todo una condición de pavimento muy buena durante este periodo de servicio.

V. CONCLUSIONES

1. Se identificó que el mortero asfáltico utilizado como capa de protección en la superficie de rodadura de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, poseía inicialmente un valor de P.C.I. = 84 (condición: muy buena) debido a que la vía era completamente nueva y aún no había entrado en funcionamiento. Además, se aclaró que el diseño estructural de todos los componentes de la vía, incluyendo a la capa de protección, era capaz de soportar una demanda de I.M.D.A. menor a 401 veh/día y un E.S.A.L. menor a 75 000 EE, motivo por lo que fue considerada como una carretera de tercera clase con un tráfico T_{PN2} .
2. Se identificó que el mortero asfáltico utilizado como capa de protección de la superficie de rodadura de la vía en estudio, actualmente posee un valor de P.C.I. = 70.44 (condición: muy buena) aspecto que refleja su buen comportamiento debido a la mínima presencia de fallas estructurales y funcionales presentes. Además, se hace mención que la vía se encuentra trabajando bajo una demanda mayor a la proyectada (I.M.D.A. $_{actual} = 800$ veh/día), aunque con respecto al valor del E.S.A.L. (E.S.A.L. $_{actual} = 67\ 393.09$ EE) este incremento se encuentra dentro de lo diseñado.
3. Al comparar el comportamiento del mortero asfáltico utilizado como capa de protección en la superficie de rodadura del afirmado durante el tiempo de funcionamiento, se ha podido demostrar que con respecto a la variación del P.C.I., este ha decrecido un 16.14% de su valor inicial, el cual es un valor relativamente bajo para los 4 años de funcionamiento, pero dentro de lo proyectado y pronosticado por su diseño.
4. Se confirma que el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura en la Carretera Huanchaco - Santiago de Cao está cumpliendo, con total eficacia, con la función de proteger la infraestructura vial. De esta manera cumple con proteger la superficie de rodadura de una vía con una eficiencia del 83.86%, manteniendo la servicialidad y la condición de pavimento en un estado muy bueno (P.C.I. ≥ 70) durante este periodo de servicio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Con respecto a la identificación del estado inicial de toda vía, se recomienda poseer los valores de diseño establecidos dentro del expediente técnico de la vía en estudio. Así mismo, para el caso del valor inicial del P.C.I., si no se tuviese registro alguno, se recomienda utilizar la Tabla 4, en la cual se establecen valores de P.C.I. iniciales para cada tipo de pavimento basándose en lo estipulado por AASHTO.
2. Con respecto a la identificación del estado actual de toda vía, se recomienda complementar a los ensayos realizados en esta investigación con otros de tipo invasivos o no invasivos, los cuales reflejen de manera numérica como es el comportamiento estructural internamente del afirmado como también de la capa de protección que pueda poseer.
3. Se recomienda que, para futuras investigaciones, se realice el método del P.C.I. de forma continua en un periodo de 5 a más años de evaluación, aspecto que permitiría conocer el comportamiento del deterioro de la vía con respecto al tiempo de funcionamiento a través de una fórmula, la cual, al poseer mayores datos sería más precisa. Esto permitiría pronosticar de forma verdadera, los tiempos en los cuales la vía necesitaría un mantenimiento, mejoramiento o reconstrucción, aumentando considerablemente el tiempo de vida de las carreteras y sobre todo disminuyendo un porcentaje del presupuesto anual nacional destinado a estas obras de inversión pública.
4. Se recomienda implementar este tipo de protección de la superficie de rodadura en otras vías clasificadas como carreteras de tercera clase debido a su alta tasa de eficiencia, lo cual ha sido demostrado en la presente tesis. Aunque es necesario informar que esta recomendación solo abarcaría a zonas del litoral costero de la región de La Libertad y cuyas características sean similares al de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao.

REFERENCIAS

AJIT, Singh, ANTRIKSH, Sharma, RAUNAK, Mishra, MAKRAND, Waggle y A.K. Sarkar. Pavement condition assessment using soft computing techniques. *International Journal of Engineering Development and Research* [en línea]. Vol. 11 (6), November 2018: 564 – 581. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2019].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681417301487>

ISSN: 1996 - 6814

ASTM INTERNATIONAL. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. [en línea]. United States: West Conshohocken, 2018. 47 pp. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2019].

Disponible en: https://www.academia.edu/33505232/ASTM_D6433_11_Roads_and_parking_lots_PCI_surveys?fbclid=IwAR2_bLRYVvIjDItxYPkQnTuaw6SjN8g9gv_rZFR3AWsKcCgzWTaCfFJ40Ns

ISBN: 194282959

BAUTISTA, Jermis. Diseño del pavimento bicapa de la carretera entre Palo Blanco y Alto Perú, para mejorar la transitabilidad – Motupe [en línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 431 pp.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/16755>

BRYAR, Ahmed. Developing of pavement management system (PMS) for EMU Campus pavement in GIS environment [en línea]. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). Gazimagusa: Eastern Mediterranean University, College of Engineering, 2013. 202 pp.

Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/f644/b1fd4d1bcad05a42481b38cd2ec5a588c0a5.pdf>

CRESPO, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5° ed. México: Limusa, 2004. 650 pp.

ISBN: 9681864891

CUSIHUALLPA, Raúl. Evaluación superficial de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca con el método del PCI tramo KM 84 + 000 – KM 89 + 000. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2009. 128 pp.

Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16368>

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018 [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2019]

Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de Carreteras: Mantenimiento o conservación vial [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018. [Fecha de consulta: 06 de febrero de 2019].

Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-08-14%20Mantenimiento%20o%20Conservacion%20y%20Parte_4_Mant_Rutinario_Caminos_Vecinales_GL_OK.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción EG - 2013 [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2019].

Disponible en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014. [Fecha de consulta: 10 de febrero de 2019].

Disponible en
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014. [Fecha de consulta: 10 de febrero de 2019].

Disponible en
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-07-11%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de Ensayo de Materiales [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

Disponible en
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de seguridad vial [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017. [Fecha de consulta: 10 de febrero de 2019].

Disponible en
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-10-17%20Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE INVERSIÓN PÚBLICA. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras [en línea]. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas, 2015. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2019].

Disponible en https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

DOMINIC, Michels. Pavement Condition Index and cost of ownership analysis on preventative maintenance projects in Kentucky [en línea]. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). Lexington: University of Kentucky, College of Engineering, 2017. 60 pp.

Disponible en https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1056&context=ce_etds

FAREED, Karim, KHALED, Haleem and ALI, Saleh. The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A case Study of Yemen. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal* [en línea]. Vol. 8 (1): 1446 – 1455. December 2016. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019].

Disponible en [https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals\\$002fotmcj\\$002f8\\$002f1\\$002farticle-p1446.xml](https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals$002fotmcj$002f8$002f1$002farticle-p1446.xml)
ISBN: 1847 – 6228

GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD. Acta de la segunda audiencia pública regional ejercicio fiscal 2016 [en línea]. Trujillo: Gobierno Regional de la Libertad, 2016. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019].

Disponible en <http://www.regionlalibertad.gob.pe/transparencia/participacion-ciudadana-l/audiencias-publicas/informe-y-resumen-audiencias-publicas-ano-2016/actas-1/7653-acta-segunda-audiencia-publica-regional-ejercicio-fiscal-2016/file>

HILIQÚIN, Mariana. Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016. Tesis (Título

Profesional de Ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 221 pp.

Disponible en <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/157/1/Hilliquin-Bra%C3%B1ez-Mariana.pdf>

HUALPA, Álvaro. Aplicación del mortero asfáltico (Slurry Seal) en el mantenimiento de calles en la ciudad de Lima. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 97 pp.

Disponible <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5573>

LEGUÍA, Beatriz y PACHECO, Hans. Evaluación Superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 174 pp.

Disponible en <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/2311>

MCKENZIE, Shawn. Application of pavement condition index (PCI) assessment method for rural road maintenance in Kuching – Samarahan area [en línea]. Thesis (Master of Engineering Civil). Malaysia: University Malaysia Sarawak, Faculty of Engineering, 2012. 24 pp.

Disponible en [https://ir.unimas.my/id/eprint/13483/1/Application%20of%20pavement%20condition%20index%20\(PCI\)%20assessment%20method%20for%20rural%20road%20maintenance%20in%20Kuching-Samarahan%20area%20\(24%20pages\).pdf](https://ir.unimas.my/id/eprint/13483/1/Application%20of%20pavement%20condition%20index%20(PCI)%20assessment%20method%20for%20rural%20road%20maintenance%20in%20Kuching-Samarahan%20area%20(24%20pages).pdf)

MENDOZA, Jorge. Topografía – Técnicas Modernas. Lima: Sol de Oro, 2008. 475 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Boletín Estadístico II [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019. 65 pp. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2019].

Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/boletines/boletin_estadistico_II_semestre_2018.pdf

MOHAMMAD, Tariq, y S.S. Pimplikar. A comparative study on pavement condition rating methods for flexible roads. *International Journal of Engineering Development and Research* [en línea]. Vol. 5 (3), 2017: 1255 – 1260. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2019].

Disponible en <https://www.ijedr.org/papers/IJEDR1703184.pdf>

ISSN: 2321 – 9939

MOHAMMED, Al-Neami, RASHA, Al-Rubae y ZAINAB, Kareem. Evaluation of pavement condition index for roads of Al-Kut city. *International Journal of Engineering Development and Research* [en línea]. Vol. 7(4): 1461 – 1467. August 2017. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2019].

Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/328611822_Evaluation_of_Pavement_Condition_Index_for_Roads_of_Al-Kut_City

ISSN 2277 – 4106

OGRA’S MILESTONES. Pavement Condition Index 101. *Ogra’s Milestones* [en línea] Vol. 9 (4): December 2009. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2019]. Oakville: Ogra’s milestones.

Disponible en

<http://d3n8a8pro7vhm.cloudfront.net/rodmann/pages/30/attachments/original/1378050420/PCI-101.pdf?1378050420>

P.E. Irick, W.N. Carey y R.C. Hain. AASHO Road Test Technical Staff Papers. [en línea]. Washington: National Academy of Sciences, 1961. 155 pp. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2019].

Disponible en: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr66.pdf>

PEQUEÑO, Daniel. Comparación de costos y tecnología de mantenimiento utilizando Slurry Seal y mantenimiento convencional en un pavimento flexible. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2015. 168 pp.

Disponible en <http://hdl.handle.net/11537/6823>

PESHKIN, D., SMITH, K. WOLTERS, A., KRSTULOVICH, J, MOULTHROP, J. and ALVARADO, C. Guidelines for the preservation of high traffic volume roadways [en línea]. Washington D.C: Transportation research board, 2011. 61 pp. [Fecha de consulta: 29 de enero de 2019].

Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Dh-8bTlv6RgC&pg=PA31&lpg=PA31&dq=CALTRANS+DIVISI%C3%93N+OF+MAINTENANCE.+Asphalt+Pavement.+California:+Caltrans,+2007.&source=bl&ots=2rqiYU1dgT&sig=ACfU3U0xLVA_KOJis3Vj4c1JhVbeCTmo8Q&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixw46R-ZnmAhVip1kKHRcFDCMQ6AEwB3oECAgQAQ#v=onepage&q&f=false

ISBN: 9780309128926

PIERCE, Linda, MCGOVERN, Ginger y ZIMMERMAN, Kathryn. Practical Guide for Quality Management of Pavement Condition Data Collection [en línea]. Washington: U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2013. 170 pp.

Disponible en https://www.fhwa.dot.gov/pavement/management/qm/data_qm_guide.pdf

PRACHALLAJA, D, NAGASAI BABA, A y KAMESWARA, M. Development of pavement management system on urban road network. *International Journal for Technological Research in engineering* [en línea]. Vol. 4 (3): 434 - 438. November 2016. [Fecha de consulta: 28 de febrero de 2019].

Disponible en <http://www.ijtre.com/images/scripts/2016040303.pdf>

ISSN: 2347 – 4718

RIVERA, Gustavo. Mortero Asfáltico. México: Alfa omega, 1992. 128 pp.

ISBN: 9686223886

ROBINSON, Richard y THAGESSEN, Bent. Road Engineering for Development [en línea]. 2nd ed. London: Spon Press, 2004. 240 pp. [Fecha de consulta: 16 de abril del 2019].

Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=vvxPcqHfIZsC&printsec=frontcover&hl=es&vq=%22Pavement+Management+for+Airports,+Roads,+and+Parking+Lots%22&source=gbs_citations_module_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

ISBN: 0415279488

RUSTAM, Hafizyar, MOHAMMAD, Ali. Evaluation of flexible road pavement condition index and life cycle cost analysis of pavement maintenance: a case study in Kabul Afghanistan. *International Journal of Engineering Development and Research* [en línea]. Vol. 9 (8) August 2018: 1909 - 1919. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/327797436_Evaluation_of_Flexible_Road_Pavement_Condition_Index_and_Life_Cycle_Cost_Analysis_of_Pavement_Maintenance_A_Case_Study_in_Kabul_Afghanistan
ISSN 2229 – 5518

SCHWAB, Klaus. The Global Competitiveness Report 2018 [en línea]. Switzerland: World Economic Forum, 2018 [Fecha de consulta: 28 de enero de 2019].

Disponible en http://www.cdi.org.pe/pdf/IGC/2018/The_Global_Competitiveness_Report_2018.pdf
ISBN: 9789295044760

SHAHIN, M. Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots. 2nd ed. United States: Springer US, 2006. 572 pp.

ISBN: 0387234640

TORRES, Moisés. Tratamiento superficial utilizando Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera Santa Rosa a San Francisco de Rio Mayo – 2016. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 153 pp.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27129>

VÁSQUEZ, Luis. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras [en línea]. Manizales: Ingepav, 2002. 90 pp.

Disponible en <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

VIVAR, German y GUTIÉRREZ, Wilfredo. Pavimentos de concreto y asfalto: mantenimiento y reparación. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 1996. 76 pp.

YOGESH, Shah, S.S, Jain, DEVESH, Tiwari y M.K. Jain. Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. [en línea]. Vol. 104: 332 – 341, 2013. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2019].

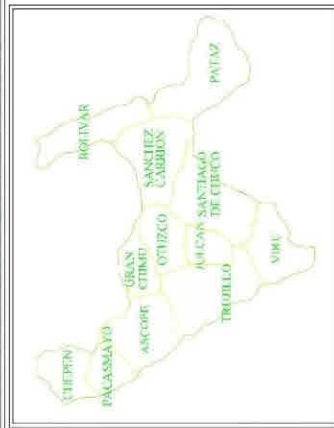
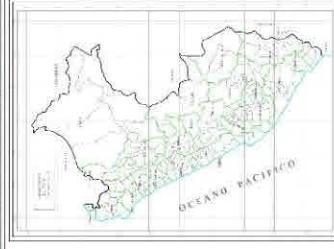
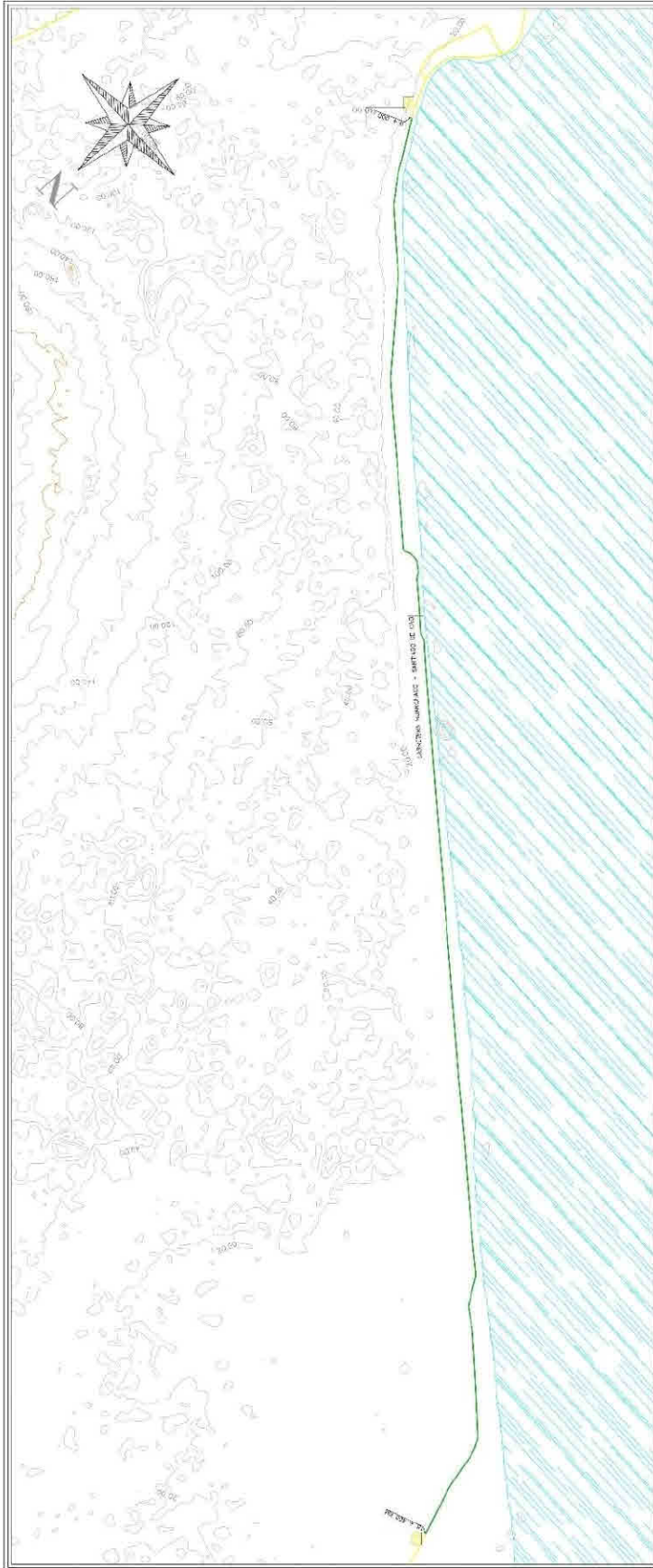
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813045175>

ISSN: 101 – 016

ANEXOS

ANEXO 1:

**Plano de ubicación de la carretera Huanchaco -
Santiago de Cao**






















UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ASALTADO COMO CAPA DE PROTECCION EN SU FRETE DE FUGA DE LA CORRECTORA FINANCIERA DEL 2019		ALUMNO:	ROBERTO CARLOS COMOLINA MALIANO	OBSERVACIONES	DESCRIPCION	ESCALA:	S/E	CORRICO:	PLANO:	U - 01
		ASISTENTE:	ING. LEIS ALBERTO TORRES ARAUJO ING. VARIÓN GASTÓN PARRAM CORDOVA				FECHA:			
		N°								

ANEXO 2:

Formato de conteo por clasificación vehicular

Tabla 22. Formato de conteo por clasificación vehicular para estudio de tráfico

TRAMO DE LA CARRETERA:		ESTACIÓN:																				
SENTIDO: E ← S →		CÓDIGO DE LA ESTACIÓN:																				
UBICACIÓN:		DÍA Y FECHA:																				
DÍA DE CONTEO:																						
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAYLOR			TRAYLOR			TOTAL DE VEHÍCULOS POR HORA	% TOTAL VEHÍCULOS X DÍA	
																						
0:00 - 1:00																						
1:00 - 2:00																						
2:00 - 3:00																						
3:00 - 4:00																						
4:00 - 5:00																						
5:00 - 6:00																						
6:00 - 7:00																						
7:00 - 8:00																						
8:00 - 9:00																						
9:00 - 10:00																						
10:00 - 11:00																						
11:00 - 12:00																						
12:00 - 13:00																						
13:00 - 14:00																						
14:00 - 15:00																						
15:00 - 16:00																						
16:00 - 17:00																						
17:00 - 18:00																						
18:00 - 19:00																						
19:00 - 20:00																						
20:00 - 21:00																						
21:00 - 22:00																						
22:00 - 23:00																						
23:00 - 0:00																						
TOTAL																						

Fuente: elaboración propia

ANEXO 3:

Tipos de vehículos según el Reglamento Nacional de Vehículos

Tipos de vehículos según el Reglamento Nacional de Vehículos

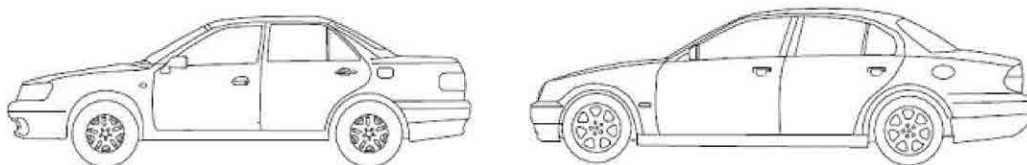
Conforme al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor).

Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O).

La clasificación del tipo de vehículo según encuesta de origen y destino, empleada por SNIP para el costo de operación vehicular (VOC), es la siguiente:

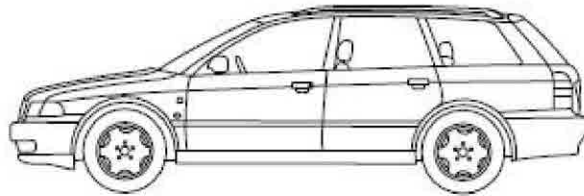
- **Vehículo de pasajeros**

- **Auto (M1):** Vehículo fabricado con carrocería cerrada, con o sin poste central, con techo fijo, rígido. La maletera constituye un volumen propio y definido, no pudiendo la luna posterior formar parte de la misma. Para cuatro (4) o más asientos en por lo menos dos filas. Con dos (2) o cuatro (4) puertas laterales. Con cuatro (4) ventanas laterales.

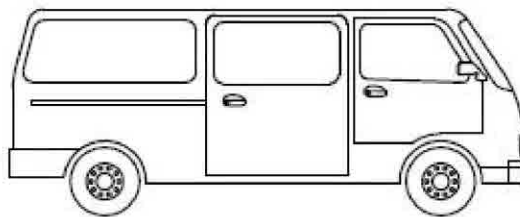


- **Station Wagon (M1):** Vehículo desarrollado de un sedán, fabricado con una carrocería cerrada, con el techo fijo, rígido y extendido hacia atrás para incrementar el espacio de carga, de tal manera que el área de pasajeros y el área de carga conforman un solo volumen; para cuatro (4) o más asientos en por lo

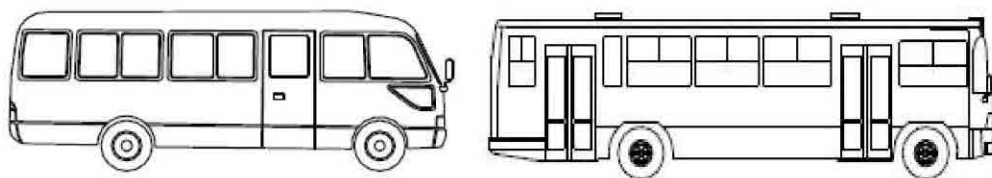
menos dos (2) filas. Los asientos pueden tener respaldos rebatibles o removibles para proveer mayor espacio de carga. Con dos (2) o cuatro (4) puertas laterales y apertura posterior. Con cuatro (4) o más ventanas laterales. Se diferencia del hatchback por tener la parte superior de la compuerta posterior claramente sobre el área de carga y alejada del respaldo de la segunda fila de asientos.



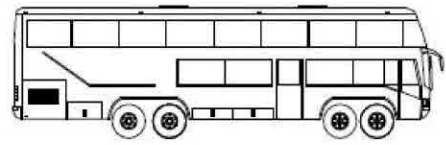
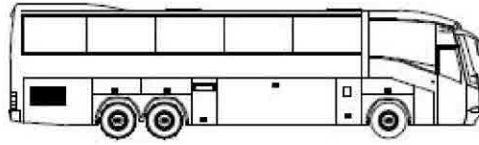
- **Rural (M2):** Vehículo de diez (10) hasta diez y seis (16) asientos, incluyendo el asiento del conductor y no más de 5,000 kg. de peso bruto vehicular.



- **Micro (M2, M3):** Vehículo acondicionado para transporte de pasajeros dentro del radio urbano, de más de treinta y tres (33) asientos incluyendo el asiento del conductor. Excepcionalmente los vehículos de la Clase I pueden tener treinta y tres (33) o menos asientos.

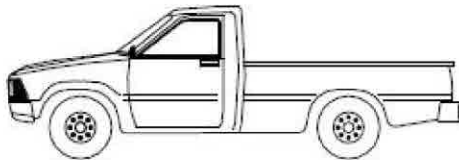


- **Bus (M3):** Vehículo de hasta dos pisos de más de treinta y tres (33) asientos incluyendo el asiento del conductor. Excepcionalmente por el servicio especializado al que están destinados pueden tener menos de treinta y tres (33) asientos, de acuerdo a su diseño original de fábrica.

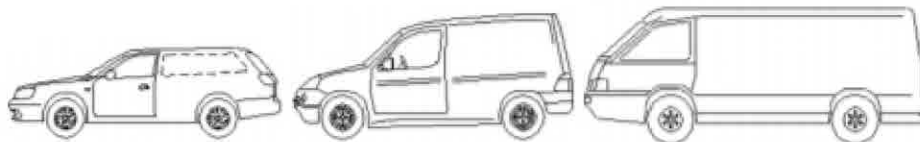


- **Vehículos de carga**

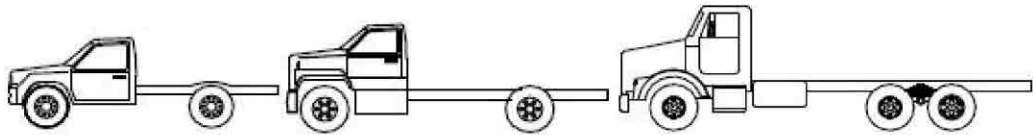
- **Pick – up (N1, N2):** Vehículo destinado al transporte de mercancías, con carrocería de metal que sigue la línea y forma de la cabina, sin techo, que forma una caja rectangular, con compuerta posterior, puede tener una cubierta de protección en la zona de carga, instalado a nivel del borde de la carrocería. De contar con una adición a la carrocería que lo convierte en baranda, furgón, etc. Debe clasificarse como tal.



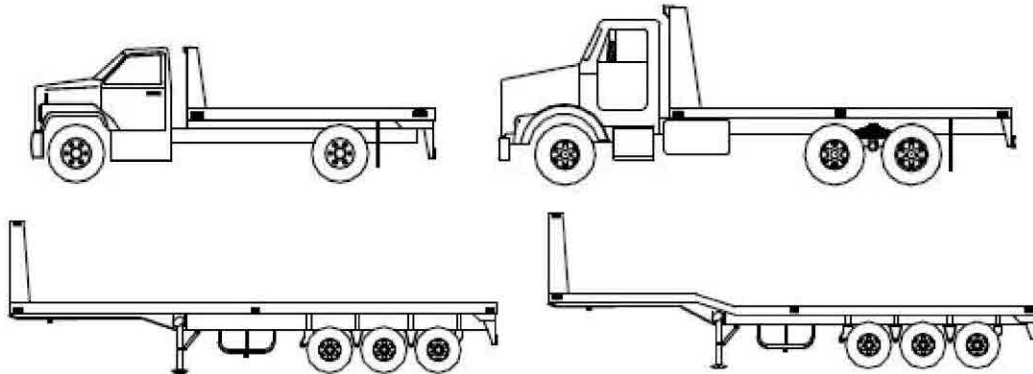
- **Panel (N1, N2):** Vehículo con carrocería cerrada para el transporte de mercancías, la misma que no está separada del habitáculo de pasajeros; puede tener rejas, vidrios o mallas internas para proteger a los ocupantes, así como lunas laterales en la zona de carga. Como máximo puede tener siete (7) asientos incluyendo el del conductor.



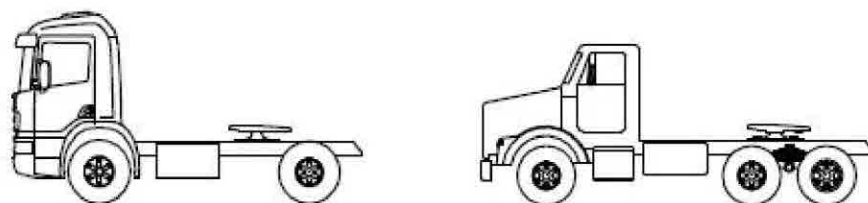
- **Camión (N1, N2, N3):** Vehículo incompleto, con cabina incorporada, preparado para instalar una carrocería. Este tipo de vehículo no es registrable.



- **Semitrailer (N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4):** Vehículo con carrocería plana en uno o más niveles, sin barandas, para el transporte de mercancías en general. Puede tener elementos auxiliares para la fijación de la mercancía transportada.



- **Trayler (N1, N2, N3):** Vehículo diseñado exclusivamente para jalar semirremolques y soportar parte de la carga total que le trasmite éste a través de la quinta rueda. También llamado tracto camión, tracto remolcador o tractor de carretera para semirremolques.



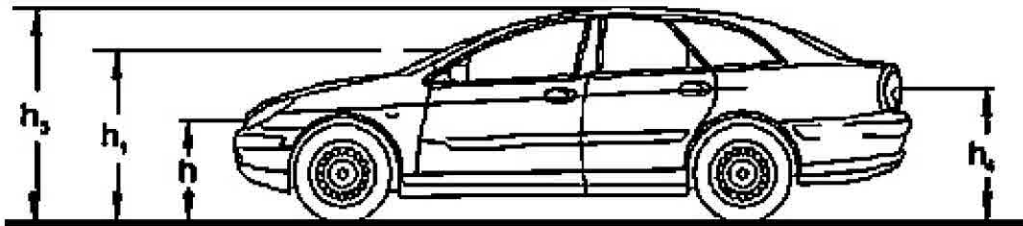
Vehículos ligeros

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

- Ancho: 2.10 m.
- Largo: 5.80 m.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h_1 : altura de los ojos del conductor: 1.07 m.
- h_2 : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h_5 : altura del techo de un automóvil: 1.30 m

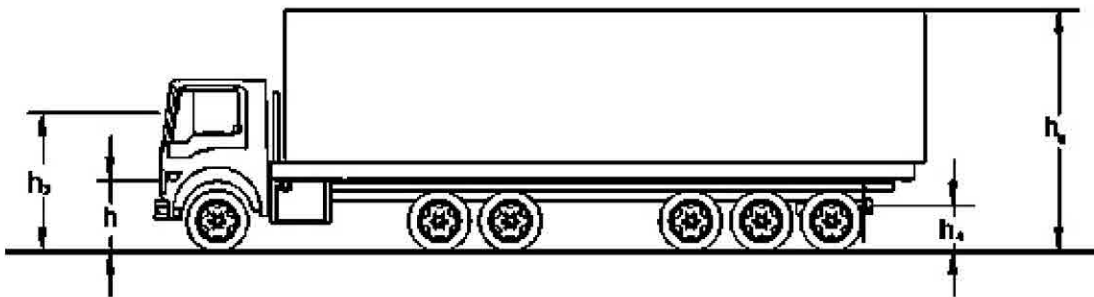


El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto, es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso.

Vehículos pesados

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h_3 : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h_6 : altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m



El vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles y su capacidad portante, radios y sobrecargos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de aparcamientos para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso.

FUENTE: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, pp. 24 - 26

ANEXO 4:
Conteo de tránsito vehicular

Tabla 23. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 1° día



VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao												Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01												Sentido		Huanchaco - Santiago de Cao					
Estación		Estación 01												Día		Lunes		Fecha		22-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %		
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.12	
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.28	
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
04-05	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.97	
05-06	9	1	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.78	
06-07	13	2	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7.30	
07-08	14	2	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7.30	
08-09	9	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.49	
09-10	9	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.78	
10-11	10	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.34	
11-12	17	2	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.87	
12-13	18	3	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	8.43	
13-14	15	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.46	
14-15	11	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.06	
15-16	9	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.49	
16-17	14	3	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	7.02	
17-18	13	1	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.18	
18-19	13	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.62	
19-20	9	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.49	
20-21	8	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.37	
21-22	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.69	
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.84	
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.12	
TOTAL	214	22	74	0	40	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	356	100.00	
%	60.11	6.18	20.79	0.00	11.24	0.00	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 24. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 1° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																Ubicación		
Cod Estación		E01																Sentido		
Estación		Estación 01																Dia		
		Lunes																Fecha		
		22-Abr-19																		
Hora	Auto móvil	Camio neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.28
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	9	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.47
05-06	13	0	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.87
06-07	13	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.87
07-08	14	3	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7.26
08-09	9	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.47
09-10	11	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.03
10-11	15	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.42
11-12	18	3	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	8.66
12-13	17	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.82
13-14	10	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.31
14-15	9	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.75
15-16	9	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.47
16-17	14	2	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7.26
17-18	13	2	7	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.54
18-19	9	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.75
19-20	6	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.35
20-21	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.07
21-22	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.40
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.84
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.12
TOTAL	210	22	80	0	40	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	100.00
%	58.66	6.15	22.35	0.00	11.17	0.00	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 25. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 1° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao														Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01														Sentido		Ambos					
Estación		Estación 01														Día		Lunes		Fecha		22-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %				
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
00-01	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.70			
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.14			
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
04-05	15	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	3.22			
05-06	22	1	7	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	5.32			
06-07	26	3	11	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	6.58			
07-08	28	5	11	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	7.28			
08-09	18	2	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	4.48			
09-10	20	3	7	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.90			
10-11	25	2	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.88			
11-12	35	5	11	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	8.26			
12-13	35	5	12	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	8.12			
13-14	25	2	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.88			
14-15	20	3	7	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.90			
15-16	18	2	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	4.48			
16-17	28	5	12	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	7.14			
17-18	26	3	11	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.86			
18-19	22	1	8	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	5.18			
19-20	15	1	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3.92			
20-21	16	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	3.22			
21-22	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1.54			
22-23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.84			
23-24	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.12			
TOTAL	424	44	154	0	80	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	714	100.00			
%	59.38	6.16	21.57	0.00	11.20	0.00	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros – 2000

Tabla 26. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 2° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao														Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01														Sentido		Huanchaco - Santiago de Cao					
Estación		Estación 01														Día		Martes		Fecha		23-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %				
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
00-01	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.13			
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.28			
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
04-05	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.27			
05-06	9	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.10			
06-07	14	1	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7.37			
07-08	13	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.23			
08-09	8	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3.68			
09-10	9	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.53			
10-11	12	1	6	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.23			
11-12	16	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	7.08			
12-13	16	2	7	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.93			
13-14	14	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.23			
14-15	13	3	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.23			
15-16	10	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.53			
16-17	15	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	7.08			
17-18	13	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.52			
18-19	14	1	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.52			
19-20	10	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.82			
20-21	6	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.12			
21-22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.13			
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.85			
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.13			
TOTAL	215	21	74	0	38	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353	100.00			
%	60.91	5.95	20.96	0.00	10.76	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 27. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 2° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao														Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01														Sentido		Santiago de Cao - Huanchaco					
Estación		Estación 01														Día		Martes		Fecha		23-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				2T2	Traylers			TOTAL	PORC %				
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3		2T3	3T2	>=3T3						
00-01	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.28			
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.28			
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
04-05	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.25			
05-06	9	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.79			
06-07	14	2	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.61			
07-08	11	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.07			
08-09	14	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.20			
09-10	13	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.48			
10-11	15	2	6	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.61			
11-12	12	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.79			
12-13	13	3	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.48			
13-14	14	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.20			
14-15	16	2	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.61			
15-16	17	1	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.61			
16-17	13	2	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6.48			
17-18	9	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.51			
18-19	8	1	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4.23			
19-20	13	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	6.20			
20-21	6	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.10			
21-22	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.41			
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.85			
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
TOTAL	213	24	76	0	37	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	355	100.00			
%	60.00	6.76	21.41	0.00	10.42	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 28. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 2° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01													Sentido		Ambos					
Estación		Estación 01													Día		Martes		Fecha		23-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.71		
01-02	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.28		
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
04-05	14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2.26		
05-06	18	2	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.94		
06-07	28	3	14	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	7.49		
07-08	24	2	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.65		
08-09	22	2	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.94		
09-10	22	4	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	5.51		
10-11	27	3	12	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.92		
11-12	28	2	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.93		
12-13	29	5	12	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	7.20		
13-14	28	2	8	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6.21		
14-15	29	5	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.92		
15-16	27	2	8	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	6.07		
16-17	28	4	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	6.78		
17-18	22	4	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	5.51		
18-19	22	2	7	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	5.37		
19-20	23	2	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	5.51		
20-21	12	0	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	3.11		
21-22	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.27		
22-23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.85		
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.56		
TOTAL	428	45	150	0	75	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	708	100.00			
%	60.45	6.36	21.19	0.00	10.59	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros – 2000

Tabla 29. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 3° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																		
Cod Estación		E01																		
Estación		Estación 01																		
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitrailers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.78
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.08
05-06	11	1	3	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.19
06-07	16	2	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.27
07-08	17	2	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.27
08-09	11	1	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.68
09-10	11	1	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.19
10-11	12	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.97
11-12	18	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.27
12-13	13	4	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.01
13-14	15	1	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.75
14-15	13	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.19
15-16	11	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.42
16-17	15	4	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.75
17-18	14	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.45
18-19	15	0	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.97
19-20	11	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.68
20-21	9	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.16
21-22	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.82
22-23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.04
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.04
TOTAL	234	26	78	0	41	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	385	100.00
%	60.78	6.75	20.26	0.00	10.65	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros – 2000

Tabla 30. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 3° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																Ubicación		
Cod Estación		E01																KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao		
Estación		Estación 01																Sentido		
		Santiago de Cao - Huanchaco																Día		
		Miércoles																Fecha		
		24-Abr-19																		
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.78
01-02	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.26
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.08
05-06	11	1	3	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.21
06-07	15	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.99
07-08	14	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.47
08-09	15	4	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.03
09-10	11	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.43
10-11	13	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.21
11-12	15	1	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.77
12-13	13	4	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7.03
13-14	18	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.29
14-15	12	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.99
15-16	11	1	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.21
16-17	11	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.69
17-18	17	2	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.29
18-19	16	2	6	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7.55
19-20	11	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.95
20-21	9	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.17
21-22	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.78
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.78
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.04
TOTAL	228	30	78	0	42	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	384	100.00
%	59.38	7.81	20.31	0.00	10.94	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros - 2000

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 31. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 3° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01													Sentido		Ambos					
Estación		Estación 01													Día		Miércoles		Fecha		24-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				2T2	Traylers			TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3		2T3	3T2	>=3T3					
00-01	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.78		
01-02	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.13		
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
04-05	12	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2.08		
05-06	22	2	6	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.20		
06-07	31	3	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	6.63		
07-08	31	3	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.37		
08-09	26	5	8	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5.85		
09-10	22	2	8	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4.81		
10-11	25	4	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	5.59		
11-12	33	3	11	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	7.02		
12-13	26	8	12	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	7.02		
13-14	33	3	11	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	7.02		
14-15	25	4	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	5.59		
15-16	22	2	8	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4.81		
16-17	26	5	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.72		
17-18	31	3	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.37		
18-19	31	2	11	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	6.76		
19-20	22	1	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4.81		
20-21	18	0	11	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	4.16		
21-22	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.30		
22-23	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.91		
23-24	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.04		
TOTAL	462	56	156	0	83	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	769	100.00		
%	60.08	7.28	20.29	0.00	10.79	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros - 2000

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 32. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 4° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													Ubicación				KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao			
Cod Estación		E01													Sentido		Huanchaco - Santiago de Cao					
Estación		Estación 01													Dia		Jueves		Fecha		25-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semiraylers				2T2	Traylers			TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3		2T3	3T2	>=3T3					
00-01	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.03		
01-02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.26		
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
03-04	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.03		
04-05	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.58		
05-06	12	1	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.15		
06-07	14	2	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.70		
07-08	15	2	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.96		
08-09	10	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.64		
09-10	10	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.64		
10-11	11	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.90		
11-12	20	2	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8.25		
12-13	18	3	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7.47		
13-14	17	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.22		
14-15	13	2	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.41		
15-16	10	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.90		
16-17	15	2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.93		
17-18	14	2	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.44		
18-19	14	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.93		
19-20	11	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.38		
20-21	9	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.61		
21-22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.55		
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.77		
23-24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.26		
TOTAL	237	29	73	0	43	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388	100.00		
%	61.08	7.47	18.81	0.00	11.08	0.00	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			

FUENTE: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 33. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 4° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													Ubicación				KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao			
Cod Estación		E01													Sentido		Santiago de Cao - Huanchaco					
Estación		Estación 01													Día		Jueves		Fecha		25-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.77		
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.26		
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
03-04	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.03		
04-05	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.56		
05-06	14	2	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	6.15		
06-07	14	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	6.15		
07-08	15	2	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	6.15		
08-09	10	2	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.13		
09-10	12	2	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.13		
10-11	17	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.18		
11-12	18	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.18		
12-13	20	2	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	8.46		
13-14	11	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.13		
14-15	11	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.87		
15-16	10	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.87		
16-17	15	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.67		
17-18	14	2	6	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.92		
18-19	12	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.87		
19-20	11	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.62		
20-21	7	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.08		
21-22	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.79		
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.77		
23-24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.26		
TOTAL	236	32	73	0	43	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	390	100.00		
%	60.51	8.21	18.72	0.00	11.03	0.00	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 34. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 4° día




OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																		
Cod Estación		E01																		
Estación		Estación 01																		
Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																		
Sentido		Ambos																		
Día		Jueves																		
Fecha		25-Abr-19																		
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.90
01-02	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.26
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.03
04-05	16	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2.57
05-06	26	3	7	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.66
06-07	28	4	11	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	6.43
07-08	30	4	9	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	6.56
08-09	20	4	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.88
09-10	22	3	7	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.88
10-11	28	3	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	6.04
11-12	38	5	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	7.71
12-13	38	5	11	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	7.97
13-14	28	4	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	6.17
14-15	24	3	7	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.14
15-16	20	4	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.88
16-17	30	4	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.30
17-18	28	4	11	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	6.68
18-19	26	3	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.40
19-20	22	2	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.50
20-21	16	2	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	3.34
21-22	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.67
22-23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.77
23-24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.26
TOTAL	473	61	146	0	86	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	778	100.00
%	60.80	7.84	18.77	0.00	11.05	0.00	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros – 2000

Tabla 35. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 5° día



VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao														Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01														Sentido		Huanchaco - Santiago de Cao					
Estación		Estación 01														Día		Viernes		Fecha		26-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitrailers				Traylers				TOTAL	PORC. %				
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>>3S3	2T2	2T3	3T2	>>3T3						
00-01	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	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	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	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	7	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
05-06	10	2	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2.81	
06-07	14	1	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.85	
07-08	15	2	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.38	
08-09	10	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.89	
09-10	10	1	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.34	
10-11	11	1	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.85	
11-12	19	2	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.36	
12-13	20	3	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7.65	
13-14	17	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8.16	
14-15	12	2	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.38	
15-16	10	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.10	
16-17	15	3	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.59	
17-18	14	1	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.63	
18-19	14	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	6.12	
19-20	10	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5.61	
20-21	9	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.85	
21-22	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.34	
22-23	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.55	
23-24	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.28	
TOTAL	230	29	84	0	43	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	392	100.00	
%	58.67	7.40	21.43	0.00	10.97	0.00	1.53	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		

fuente: Estudio de Conteo Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros – 2000

Tabla 36. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 5° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																		
Cod Estación		E01																		
Estación		Estación 01																		
Hora	Auto móvil	Camión	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.02
01-02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.02
04-05	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.54
05-06	12	2	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.33
06-07	14	2	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.60
07-08	15	2	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.85
08-09	12	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5.08
09-10	10	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.57
10-11	11	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.82
11-12	20	2	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8.12
12-13	18	3	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7.36
13-14	17	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7.11
14-15	13	2	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.33
15-16	10	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.82
16-17	15	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.35
17-18	14	2	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.35
18-19	14	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.84
19-20	11	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.31
20-21	9	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.55
21-22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.52
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.76
23-24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.51
TOTAL	240	30	75	0	43	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	394	100.00
%	60.91	7.61	19.04	0.00	10.91	0.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 37. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 5° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01													Sentido		Ambos					
Estación		Estación 01													Día		Viernes		Fecha		26-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.51		
01-02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.13		
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
03-04	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.51		
04-05	15	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2.67		
05-06	22	4	6	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.09		
06-07	28	3	13	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	6.49		
07-08	30	4	12	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	6.87		
08-09	22	3	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4.71		
09-10	20	2	9	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4.71		
10-11	22	2	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.09		
11-12	39	4	12	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	7.89		
12-13	38	6	10	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	7.76		
13-14	34	3	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	6.74		
14-15	25	4	6	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5.22		
15-16	20	2	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4.71		
16-17	30	5	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	6.49		
17-18	28	3	10	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6.23		
18-19	28	3	8	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5.73		
19-20	21	2	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	4.58		
20-21	18	3	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	3.94		
21-22	12	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2.04		
22-23	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.02		
23-24	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.89		
TOTAL	470	59	159	0	86	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	786	100.00			
%	59.80	7.51	20.23	0.00	10.94	0.00	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00			

FUENTE: Estudio de conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros - 2000

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 38. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 6° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo					Ubicación													Fecha		
Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													27-Abr-19		
Cod Estación					Sentido													Día		
E01					Huanchaco - Santiago de Cao													Sábado		
Estación					Día													Fecha		
Estación 01					27-Abr-19													TOTAL		
Hora	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	5	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2.17
01-02	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.72
02-03	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.48
03-04	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.48
04-05	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.93
05-06	11	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.58
06-07	15	2	9	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	7.71
07-08	16	2	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	6.99
08-09	10	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.34
09-10	10	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.34
10-11	11	1	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.06
11-12	20	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7.47
12-13	21	3	7	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8.67
13-14	17	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.27
14-15	13	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4.82
15-16	10	1	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.34
16-17	16	3	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	6.99
17-18	15	1	4	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.02
18-19	15	0	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.02
19-20	10	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.34
20-21	9	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3.37
21-22	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.69
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.72
23-24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.48
TOTAL	247	26	84	0	49	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	415	100.00
%	59.52	6.27	20.24	0.00	11.81	0.00	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros- 2000

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 39. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 6° día



VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao													Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01													Sentido		Santiago de Cao - Huanchaco					
Estación		Estación 01													Día		Sábado		Fecha		27-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Camión Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.66	
01-02	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.71	
02-03	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.48	
03-04	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.48	
04-05	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.90	
05-06	11	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.51	
06-07	10	0	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.99	
07-08	15	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5.23	
08-09	15	1	4	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.94	
09-10	16	3	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	6.89	
10-11	10	1	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.99	
11-12	13	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5.23	
12-13	17	1	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	6.65	
13-14	21	3	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.31	
14-15	20	2	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	7.84	
15-16	11	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4.75	
16-17	10	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.80	
17-18	10	1	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.51	
18-19	16	2	8	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7.38	
19-20	15	2	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7.38	
20-21	9	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	3.56	
21-22	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.66	
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.71	
23-24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.48	
TOTAL	245	27	88	0	52	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	421	100.00	
%	58.19	6.41	20.90	0.00	12.35	0.00	2.14	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		

FUENTE : Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros - 2000

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 40. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 6° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao														Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01														Sentido		Ambos					
Estación		Estación 01														Día		Sábado		Fecha		27-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitraylers				Traylers			TOTAL	PORC. %					
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3				
00-01	8	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1.91			
01-02	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.72			
02-03	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.48			
03-04	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.48			
04-05	14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1.91			
05-06	22	2	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.55			
06-07	25	2	16	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	6.34			
07-08	31	2	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	6.10			
08-09	25	2	8	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	5.14			
09-10	26	4	9	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	5.62			
10-11	21	2	13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.02			
11-12	33	4	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	6.34			
12-13	38	4	12	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	7.66			
13-14	38	4	11	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	7.30			
14-15	33	4	10	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	6.34			
15-16	21	2	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.55			
16-17	26	4	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5.38			
17-18	25	2	9	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.26			
18-19	31	2	13	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	6.70			
19-20	25	2	15	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	5.86			
20-21	18	1	6	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3.47			
21-22	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1.67			
22-23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.72			
23-24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.48			
TOTAL	492	53	172	0	101	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	836	100.00			
%	58.85	6.34	20.57	0.00	12.08	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 41. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao – 7° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01																Sentido		Huanchaco - Santiago de Cao					
Estación		Estación 01																Día		Domingo		Fecha		28-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Traylers				TOTAL	PORC. %						
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
00-01	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.95					
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.24					
02-03	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.24					
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00					
04-05	7	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2.86					
05-06	11	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4.78					
06-07	16	2	9	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	7.86					
07-08	17	2	7	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7.38					
08-09	12	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.00					
09-10	12	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.00					
10-11	12	2	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.48					
11-12	20	2	8	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	8.33					
12-13	24	4	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	9.05					
13-14	20	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	6.90					
14-15	15	2	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.48					
15-16	11	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4.76					
16-17	17	4	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	6.90					
17-18	16	1	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.43					
18-19	16	0	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5.95					
19-20	10	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.05					
20-21	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.90					
21-22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.24					
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00					
23-24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.24					
TOTAL	247	29	87	0	51	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420	100.00					
%	58.81	6.90	20.71	0.00	12.14	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00						

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 42. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco – 7° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao					
Cod Estación		E01																Sentido		Santiago de Cao - Huanchaco					
Estación		Estación 01																Día		Domingo		Fecha		28-Abr-19	
Hora	Auto móvil	Camión neto	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %						
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	≥3S3	2T2	2T3	3T2	≥3T3								
00-01	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.40					
01-02	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.70					
02-03	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.47					
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00					
04-05	7	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2.79					
05-06	10	3	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4.65					
06-07	16	1	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.28					
07-08	16	2	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	6.51					
08-09	17	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	6.05					
09-10	11	4	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.35					
10-11	15	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.88					
11-12	20	1	4	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6.98					
12-13	24	2	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8.37					
13-14	20	4	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8.37					
14-15	12	1	5	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.35					
15-16	13	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.88					
16-17	13	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5.12					
17-18	17	2	7	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7.21					
18-19	16	2	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	7.44					
19-20	12	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4.88					
20-21	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.86					
21-22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.23					
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00					
23-24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.23					
TOTAL	252	34	87	0	51	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	430	100.00						
%	58.60	7.91	20.23	0.00	11.86	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00							

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

Tabla 43. Volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos – 7° día



OGPP-DEE

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																	Ubicación			
Cod Estación		E01																	Sentido			
Estación		Estación 01																	Ambos			
																			Domingo		Fecha	
																			28-Abr-19			
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01	4	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.18		
01-02	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.47		
02-03	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.35		
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
04-05	14	2	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	2.82		
05-06	21	4	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	4.71		
06-07	32	3	14	0	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	7.06		
07-08	33	4	12	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	6.94		
08-09	29	3	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	5.53		
09-10	23	6	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.18		
10-11	27	3	8	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.18		
11-12	40	3	12	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	7.65		
12-13	48	6	12	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	8.71		
13-14	40	5	12	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	7.65		
14-15	27	3	8	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	5.41		
15-16	24	2	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	4.82		
16-17	30	6	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	6.00		
17-18	33	3	12	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	6.82		
18-19	32	2	14	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	6.71		
19-20	22	1	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.47		
20-21	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1.88		
21-22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.24		
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
23-24	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.24		
TOTAL	499	63	174	0	102	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	850	100.00		
%	58.71	7.41	20.47	0.00	12.00	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			

Fuente: Estudio de conteo vehicular y encuesta de carga y pasajeros - 2000

ANEXO 5:

Hoja de cálculo del I.M.D.A.

HOJA DE CÁLCULO DEL I.M.D.A. ACTUAL

1. CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

1.1. FÓRMULAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

La metodología para determinar el índice medio diario anual (IMDA), corresponde a la utilización de las siguientes formulas:

$$IMD_{Anual} = IMD_{semanal} \cdot FC_{mes} \quad IMD_{semanal} = \frac{\sum V_{laboral} + V_{no\ laboral}}{7}$$

Donde:

- $IMD_{semanal}$: Volumen clasificado promedio de la semana.
- $V_{laboral}$: Volumen clasificado días laborales (lun, mar, mie, jue y vie).
- $V_{no\ laboral}$: Volumen clasificado días no laborales (sab y dom).
- FC_{mes} : Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

1.2. FACTOR DE CORRECCIÓN

1.2.1. FLUJO VEHICULAR TOTAL POR AÑO - U.P. CHICAMA

Tabla 44. Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2018)

Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
13. CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867
14. CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368
15. CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032

Peaje	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
	FC	FC	FC	FC	FC	FC
13. CHALHUAPUQUIO	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14. CHICAMA	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15. CHILCA	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000

Fuente: OPMI - MTC

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

Tabla 45. Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2018)

Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
13. CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411
14. CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427
15. CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341

Peaje	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
	FC	FC	FC	FC	FC	FC
13. CHALHUAPUQUIO	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000
14. CHICAMA	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000
15. CHILCA	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000

Fuente: OPMI - MTC

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

1.2.2. FACTOR DE CORRECCIÓN MES DE ABRIL

Tabla 46. Factores de corrección vehicular mes de abril

PUNTOS DE CONTROL	PEAJES	AÑO	FACTOR DE CORRECCIÓN PROMEDIO (2010 - 2018)	
			Veh. Ligeros	Veh. Pesados
E - 01	U.P. CHICAMA	2017	1.034730327	1.07990477
E - 02		2018		

Fuente: OPMI - MTC

* Factores de corrección de vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje - Promedio (2010 - 2018)

** Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

*** Actualizado al 2019

Tabla 47. Total del volumen de tráfico promedio anual – sentido: Huanchaco – Santiago de Cao



OGPP-DEE

ÍNDICE MEDIO DIARIO AÑO 2019

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																Ubicación		KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao	
Cod Estación		E01																Sentido		Huanchaco - Santiago de Cao	
Estación		Estación 01																			
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus			Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.01	
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25	
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
03-04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25	
04-05	7	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2.51	
05-06	11	1	4	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.28	
06-07	15	2	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7.29	
07-08	16	2	6	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7.29	
08-09	10	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.27	
09-10	10	1	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4.77	
10-11	12	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.28	
11-12	19	2	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7.54	
12-13	19	3	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8.04	
13-14	17	1	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.78	
14-15	13	2	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.28	
15-16	10	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4.52	
16-17	16	3	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.78	
17-18	15	1	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.28	
18-19	15	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	6.03	
19-20	10	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4.27	
20-21	9	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3.27	
21-22	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.51	
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.75	
23-24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.75	
TOTAL	240	24	82	0	46	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398	100.00	
%	60.30	6.03	20.60	0.00	11.56	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

FUENTE : Estudio de Censo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros- 2000

ELABORACIÓN : Dirección de Estudios Económicos - OPP - MTC

Tabla 48. Total del volumen de tráfico promedio anual – sentido: Santiago de Cao – Huanchaco



OGPP-DEE

ÍNDICE MEDIO DIARIO AÑO 2019

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																		
Cod Estación		E01																		
Estación		Estación 01																		
		Ubicación																KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao		
		Sentido																Santiago de Cao - Huanchaco		
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.75
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.25
04-05	8	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2.74
05-06	12	1	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.22
06-07	14	1	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.97
07-08	15	1	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.22
08-09	14	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.72
09-10	12	2	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.22
10-11	14	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.72
11-12	17	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.72
12-13	18	3	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7.71
13-14	16	2	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	6.97
14-15	14	2	5	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	6.22
15-16	12	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.22
16-17	13	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	5.72
17-18	14	2	6	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.72
18-19	13	2	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.97
19-20	12	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5.22
20-21	8	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2.99
21-22	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.24
22-23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.75
23-24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.50
TOTAL	239	27	82	0	48	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	402	100.00
%	59.45	6.72	20.40	0.00	11.94	0.00	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros- 2000
ELABORACIÓN: Dirección de Estudios Económicos - OPP - MTC

Tabla 49. Total del volumen de tráfico promedio anual – sentido: ambos

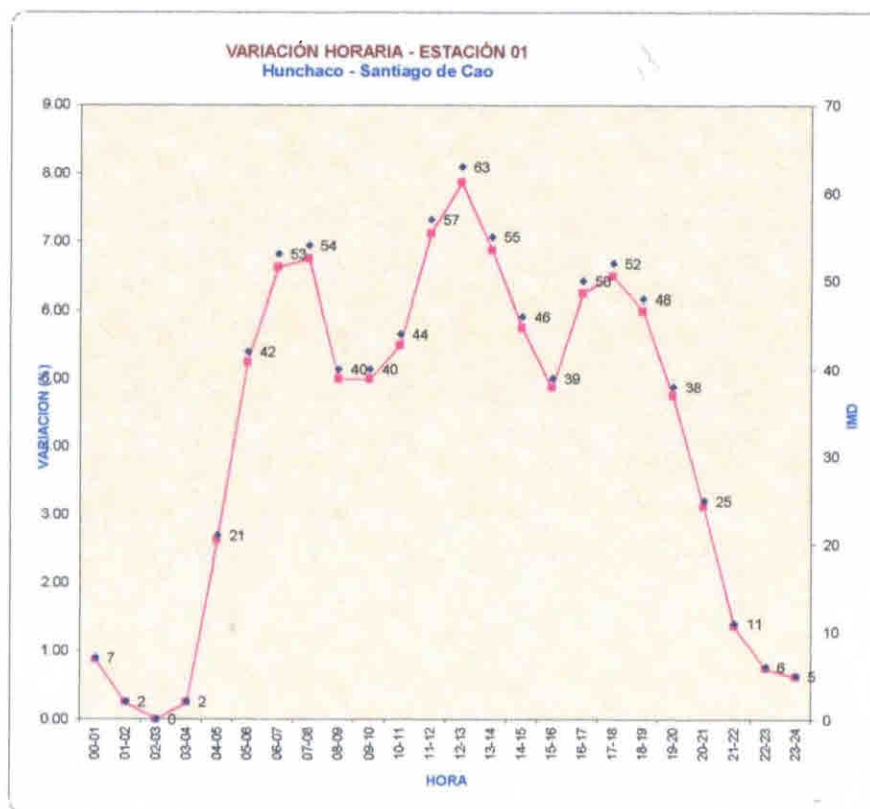


ÍNDICE MEDIO DIARIO AÑO 2019

Tramo		Carretera Huanchaco - Santiago de Cao																Ubicación		
Cod Estación		E01																KM 9+000 Carretera Huanchaco - Santiago de Cao		
Estación		Estación 01																Sentido		
Hora	Auto móvil	Camión neta	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.88
01-02	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.25
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.25
04-05	15	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2.63
05-06	23	2	8	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.25
06-07	29	3	14	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	6.63
07-08	31	3	11	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	6.75
08-09	24	3	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.00
09-10	22	3	9	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.00
10-11	26	2	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.50
11-12	36	4	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	7.13
12-13	37	6	12	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	7.88
13-14	33	3	11	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	6.88
14-15	27	4	8	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	5.75
15-16	22	2	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	4.88
16-17	29	5	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	6.25
17-18	29	3	11	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	6.50
18-19	28	3	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	6.00
19-20	22	1	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	4.75
20-21	17	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	3.13
21-22	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1.38
22-23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.75
23-24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.63
TOTAL	479	51	164	0	94	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	100.00
%	59.88	6.38	20.50	0.00	11.75	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

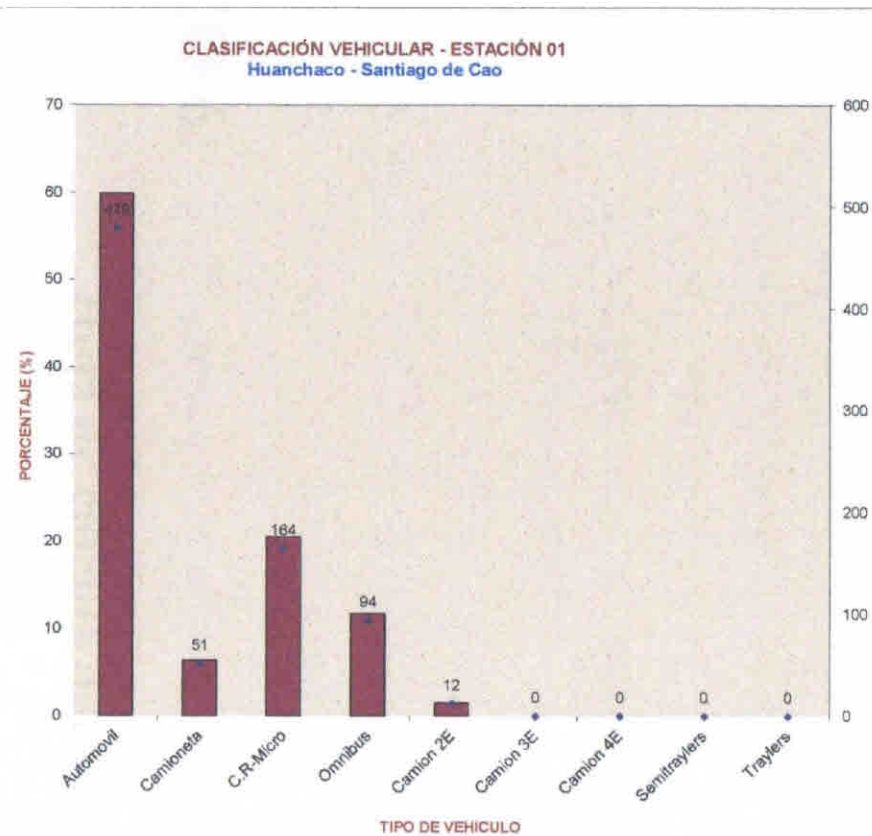
FUENTE: Estudio de Censo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros- 2000
ELABORACIÓN: Dirección de Estudios Económicos - OPP - MTC

Figura 2. Variación horaria E – 01



Fuente: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros 2000

Figura 3. Clasificación vehicular E – 01



Fuente: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular y Encuesta de Carga y Pasajeros 2000

ANEXO 6:

Hoja de cálculo del E.S.A.L. actual




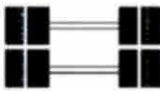
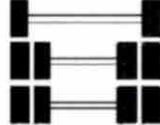
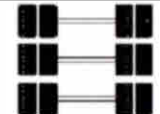
HOJA DE CÁLCULO DEL E.S.A.L._{ACTUAL}

1. CÁLCULO DEL N° DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TN (E.S.A.L)

1.1. EJES EQUIVALENTES POR TIPO DE VEHÍCULO, DÍA Y CARRIL DE DISEÑO

1.1.1. IMDA AFECTADO POR EL FACTOR DE PESO DE VEHÍCULO

Tabla 50. Configuración de ejes y peso

Conjunto de Ejes	Código	Gráfico	Peso (tn.)
Eje Simple (con rueda simple)	1RS		7
Eje Simple (con rueda doble)	1RD		10
Eje Tándem (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS+1RD		16
Eje Tándem (2 ejes rueda doble)	2RD		16
Eje Tridem (1 eje rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS+2RD		15
Eje Tridem (3 ejes rueda doble)	3RD		23

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 66

Tabla 51. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos

Tipo de eje	Eje equivalente (EE 8.2 tn)	Tipo de eje	Eje equivalente (EE 8.2 tn)
Eje simple de ruedas simples	$EE_{S1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$	Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles)	$EE_{TA2} = \left[\frac{P}{15.1} \right]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles	$EE_{S2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$	Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	$EE_{TR1} = \left[\frac{P}{20.7} \right]^{3.9}$
Eje Tándem (1 eje rueda doble + 1 eje rueda simple)	$EE_{TA1} = \left[\frac{P}{14.8} \right]^{4.0}$	Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles)	$EE_{TR2} = \left[\frac{P}{21.8} \right]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas			

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 66

Tabla 52. Cálculo de IMDA afectado por factor de peso

Tipo de Vehículo		IMDA actual	Nomenclatura	Carga de Vehículo por Eje	Eje Equivalente	F.IMDA
AUTO		479 Veh/día	1RS	1.0000 tn	0.0005	0.2395
			1RS	1.0000 tn	0.0005	0.2395
STATION WAGON		51 Veh/día	1RS	1.0000 tn	0.0005	0.0255
			1RS	1.0000 tn	0.0005	0.0255
CAMIONETAS		164 Veh/día	1RS	1.0000 tn	0.0005	0.0820
			1RS	1.0000 tn	0.0005	0.0820
MICRO		0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
BUS	2 EJES	94 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	118.9476
			1RD	10.0000 tn	2.2118	207.9092
	>= 3 EJES	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			1RS + 1RD	16.0000 tn	1.3659	0.0000
CAMIÓN	2 EJES	12 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	15.1848
			1RD	10.0000 tn	2.2118	26.5416
	3 EJES	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
	4 EJES	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			3RD	23.0000 tn	1.2324	0.0000
SEMITRAILER	2S1/2S2	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
	2S3	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			3RD	23.0000 tn	1.2324	0.0000
	3S1/3S2	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
	>= 3S3	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
			3RD	23.0000 tn	1.2324	0.0000
TRAYLER	2T2	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
	2T3	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
	3T2	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
	3T3	0 Veh/día	1RS	7.0000 tn	1.2654	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
			1RD	10.0000 tn	2.2118	0.0000
			2RD	16.0000 tn	1.2606	0.0000
TOTAL		800 Veh/día			F.IMDA	369.2772

Fuente: elaboración propia

1.1.2. FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR DE CARRIL

Tabla 53. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2014, p. 66

1.1.3. FACTOR DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS

FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO PARA EJES EQUIVALENTES

El Ingeniero Responsable para los pavimentos flexibles y semirrígidos tomará en cuenta, para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible o semirrígido. Para el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos será igual 1.0.

1.1.4. DETERMINACIÓN DE EE_{día-carril}

$$EE_{\text{día-carril}} = (IMD \cdot Fv)_{pi} \times Fd \times Fc \times Fp$$

Donde:

- EE_{día-carril} : Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño.
- (IMD·Fv)_{pi} : Correspondiente al valor del índice medio diario afectado por el factor vehículo según tipo de vehículo pesado.
- Fd : Factor direccional
- Fc : Factor carril de diseño
- Fp : Factor de presión de neumático

EE_{día-carril}

184.64

1.2. FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO POR TIPO DE VEHÍCULO

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r: Tasa anual de crecimiento

n: Periodo de diseño

Fca

1.00

1.3. DETERMINACIÓN DEL N° DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (E.S.A.L.)

$$ESAL = EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365$$

Donde:

ESAL : N° de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.

EE_{día-carril} : Ejes equivalentes por tipo de vehiculo/día-carril

365 : días contables en un año

E.S.A.L.

67'393.09 EE

ANEXO 7:

**Hoja de cálculo para segmentación de vía en unidades
de estudio**

HOJA DE CÁLCULO PARA SEGMENTACIÓN DE VÍA EN UNIDADES DE ESTUDIO

1. DATOS GENERALES DE VÍA EN ESTUDIO

- Nombre de vía : Carretera Huanchaco - Santiago de Cao
- Tipo de vía : Carretera de 3° Clase - T_{NP2}
- Ubicación : Huanchaco - Santiago de Cao / La Libertad/ Perú
- Ancho de vía : 6.60 m
- Longitud de vía : 18+400 km

2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE UNIDADES DE INSPECCIÓN

2.1. DIMENSIONES ASUMIDOS POR UNIDAD DE INSPECCIÓN

- Ancho por Unidad : 6.60 m
- Largo por Unidad : 34.09 m ≈ 34.00 m
- Área por Unidad : 224.40 m² ≤ 225.00 m²

Ancho	6.60 m
Largo	34.00 m
Área	224.40 m ²

Fuente: elaboración propia

2.2. NÚMERO DE UNIDADES ASUMIDAS

- Área Total de la Vía en Estudio : 121440.00 m²
- Área por Unidad de Inspección : 224.40 m²
- N° de Unidades : 542 Unid.

3. CÁLCULO DEL UNIDADES DE INSPECCIÓN A EVALUAR

3.1. CÁLCULO DE MUESTRA SEGÚN EL TIPO DE INSPECCIÓN

3.1.1. Unidades de Inspección a Evaluar por Inspección Total

$$n = N$$

Donde:

- N: Número Total de Unidades
- n: Número de unidades a evaluar

3.1.2. Unidades de Inspección a Evaluar por Muestreo

$$n = \frac{N\delta^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \delta^2}$$

Si:

N	542 Unid.
e	5.00%
δ	10.00
n	15.57 Unid.

Donde:

- n: Número de unidades a evaluar
- N: Número Total de Unidades
- e: Error permisible en determinación de PCI
- δ: Desviación estandar del valor PCI en las unidades de la sección

Número de unidades a evaluar según la Inspección Total : 16 Unid.

3.2. NÚMERO DE UNIDADES DE INSPECCIÓN A EVALUAR

Tabla 55. Total de unidades a inspeccionar	
Tipo de Inspección	Muestreo
Número de unidades a evaluar	16 Unid.

Fuente: Elaboración propia

4. SELECCIÓN DE UNIDADES MEDIANTE EL MÉTODO SISTEMÁTICO

4.1. DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE K y K_0

$$k = \frac{N}{n}$$

$$1 \leq k_0 \leq k$$

Donde:

- n: Número de unidades a evaluar
- N: Número Total de Unidades
- k: Constante K
- k_0 : Constante asumida K_0

Valor de la Constante K del Método Sistemático asumido	
K	34.00
K_0	7

4.2. DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS A EVALUAR

4.1.2. Cálculo de Grupos de Inspección

Tabla 56. Grupos de inspección

Nº de Unidades por Grupo	Cantidad de Grupos
14 Unid.	34 Grupos
2 Unid.	33 Grupos
Total	67 Grupos

Fuente: elaboración propia

4.1.3. Muestras aleatorias a examinar por Grupo de Inspección

Tabla 57. Muestras aleatorias a examinar por grupo de inspección

Grupo	Intervalo	Aleatorio	Km
1°	1 - 34	7	0+204 km - 0+238 km
2°	35 - 68	41	1+360 km - 1+394 km
3°	69 - 102	75	2+516 km - 2+550 km
4°	103 - 136	109	3+672 km - 3+706 km
5°	137 - 170	143	4+828 km - 4+862 km
6°	171 - 204	177	5+984 km - 6+018 km
7°	205 - 238	211	7+140 km - 7+174 km
8°	239 - 272	245	8+296 km - 8+330 km
9°	273 - 306	279	9+452 km - 9+486 km
10°	307 - 340	313	10+608 km - 10+642 km
11°	341 - 374	347	11+764 km - 11+798 km
12°	375 - 408	381	12+920 km - 12+954 km
13°	409 - 442	415	14+076 km - 14+110 km
14°	443 - 476	449	15+232 km - 15+266 km
15°	477 - 509	483	16+388 km - 16+422 km
16°	510 - 542	517	17+544 km - 17+578 km

Fuente: elaboración propia

ANEXO 8:

Unidades de estudio de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 58. Grupo de inspección 01

Unidades	Intervalos	
1	0+000 km	0+034 km
2	0+034 km	0+068 km
3	0+068 km	0+102 km
4	0+102 km	0+136 km
5	0+136 km	0+170 km
6	0+170 km	0+204 km
7	0+204 km	0+238 km
8	0+238 km	0+272 km
9	0+272 km	0+306 km
10	0+306 km	0+340 km
11	0+340 km	0+374 km
12	0+374 km	0+408 km
13	0+408 km	0+442 km
14	0+442 km	0+476 km
15	0+476 km	0+510 km
16	0+510 km	0+544 km
17	0+544 km	0+578 km
18	0+578 km	0+612 km
19	0+612 km	0+646 km
20	0+646 km	0+680 km
21	0+680 km	0+714 km
22	0+714 km	0+748 km
23	0+748 km	0+782 km
24	0+782 km	0+816 km
25	0+816 km	0+850 km
26	0+850 km	0+884 km
27	0+884 km	0+918 km
28	0+918 km	0+952 km
29	0+952 km	0+986 km
30	0+986 km	1+020 km
31	1+020 km	1+054 km
32	1+054 km	1+088 km
33	1+088 km	1+122 km
34	1+122 km	1+156 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 59. Grupo de inspección 02

Unidades	Intervalos	
35	1+156 km	1+190 km
36	1+190 km	1+224 km
37	1+224 km	1+258 km
38	1+258 km	1+292 km
39	1+292 km	1+326 km
40	1+326 km	1+360 km
41	1+360 km	1+394 km
42	1+394 km	1+428 km
43	1+428 km	1+462 km
44	1+462 km	1+496 km
45	1+496 km	1+530 km
46	1+530 km	1+564 km
47	1+564 km	1+598 km
48	1+598 km	1+632 km
49	1+632 km	1+666 km
50	1+666 km	1+700 km
51	1+700 km	1+734 km
52	1+734 km	1+768 km
53	1+768 km	1+802 km
54	1+802 km	1+836 km
55	1+836 km	1+870 km
56	1+870 km	1+904 km
57	1+904 km	1+938 km
58	1+938 km	1+972 km
59	1+972 km	2+006 km
60	2+006 km	2+040 km
61	2+040 km	2+074 km
62	2+074 km	2+108 km
63	2+108 km	2+142 km
64	2+142 km	2+176 km
65	2+176 km	2+210 km
66	2+210 km	2+244 km
67	2+244 km	2+278 km
68	2+278 km	2+312 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 60. Grupo de inspección 03

Unidades	Intervalos	
69	2+312 km	2+346 km
70	2+346 km	2+380 km
71	2+380 km	2+414 km
72	2+414 km	2+448 km
73	2+448 km	2+482 km
74	2+482 km	2+516 km
75	2+516 km	2+550 km
76	2+550 km	2+584 km
77	2+584 km	2+618 km
78	2+618 km	2+652 km
79	2+652 km	2+686 km
80	2+686 km	2+720 km
81	2+720 km	2+754 km
82	2+754 km	2+788 km
83	2+788 km	2+822 km
84	2+822 km	2+856 km
85	2+856 km	2+890 km
86	2+890 km	2+924 km
87	2+924 km	2+958 km
88	2+958 km	2+992 km
89	2+992 km	3+026 km
90	3+026 km	3+060 km
91	3+060 km	3+094 km
92	3+094 km	3+128 km
93	3+128 km	3+162 km
94	3+162 km	3+196 km
95	3+196 km	3+230 km
96	3+230 km	3+264 km
97	3+264 km	3+298 km
98	3+298 km	3+332 km
99	3+332 km	3+366 km
100	3+366 km	3+400 km
101	3+400 km	3+434 km
102	3+434 km	3+468 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 61. Grupo de inspección 04

Unidades	Intervalos	
103	3+468 km	3+502 km
104	3+502 km	3+536 km
105	3+536 km	3+570 km
106	3+570 km	3+604 km
107	3+604 km	3+638 km
108	3+638 km	3+672 km
109	3+672 km	3+706 km
110	3+706 km	3+740 km
111	3+740 km	3+774 km
112	3+774 km	3+808 km
113	3+808 km	3+842 km
114	3+842 km	3+876 km
115	3+876 km	3+910 km
116	3+910 km	3+944 km
117	3+944 km	3+978 km
118	3+978 km	4+012 km
119	4+012 km	4+046 km
120	4+046 km	4+080 km
121	4+080 km	4+114 km
122	4+114 km	4+148 km
123	4+148 km	4+182 km
124	4+182 km	4+216 km
125	4+216 km	4+250 km
126	4+250 km	4+284 km
127	4+284 km	4+318 km
128	4+318 km	4+352 km
129	4+352 km	4+386 km
130	4+386 km	4+420 km
131	4+420 km	4+454 km
132	4+454 km	4+488 km
133	4+488 km	4+522 km
134	4+522 km	4+556 km
135	4+556 km	4+590 km
136	4+590 km	4+624 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 62. Grupo de inspección 05

Unidades	Intervalos	
137	4+624 km	- 4+658 km
138	4+658 km	- 4+692 km
139	4+692 km	- 4+726 km
140	4+726 km	- 4+760 km
141	4+760 km	- 4+794 km
142	4+794 km	- 4+828 km
143	4+828 km	- 4+862 km
144	4+862 km	- 4+896 km
145	4+896 km	- 4+930 km
146	4+930 km	- 4+964 km
147	4+964 km	- 4+998 km
148	4+998 km	- 5+032 km
149	5+032 km	- 5+066 km
150	5+066 km	- 5+100 km
151	5+100 km	- 5+134 km
152	5+134 km	- 5+168 km
153	5+168 km	- 5+202 km
154	5+202 km	- 5+236 km
155	5+236 km	- 5+270 km
156	5+270 km	- 5+304 km
157	5+304 km	- 5+338 km
158	5+338 km	- 5+372 km
159	5+372 km	- 5+406 km
160	5+406 km	- 5+440 km
161	5+440 km	- 5+474 km
162	5+474 km	- 5+508 km
163	5+508 km	- 5+542 km
164	5+542 km	- 5+576 km
165	5+576 km	- 5+610 km
166	5+610 km	- 5+644 km
167	5+644 km	- 5+678 km
168	5+678 km	- 5+712 km
169	5+712 km	- 5+746 km
170	5+746 km	- 5+780 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 63. Grupo de inspección 06

Unidades	Intervalos	
171	5+780 km	- 5+814 km
172	5+814 km	- 5+848 km
173	5+848 km	- 5+882 km
174	5+882 km	- 5+916 km
175	5+916 km	- 5+950 km
176	5+950 km	- 5+984 km
177	5+984 km	- 6+018 km
178	6+018 km	- 6+052 km
179	6+052 km	- 6+086 km
180	6+086 km	- 6+120 km
181	6+120 km	- 6+154 km
182	6+154 km	- 6+188 km
183	6+188 km	- 6+222 km
184	6+222 km	- 6+256 km
185	6+256 km	- 6+290 km
186	6+290 km	- 6+324 km
187	6+324 km	- 6+358 km
188	6+358 km	- 6+392 km
189	6+392 km	- 6+426 km
190	6+426 km	- 6+460 km
191	6+460 km	- 6+494 km
192	6+494 km	- 6+528 km
193	6+528 km	- 6+562 km
194	6+562 km	- 6+596 km
195	6+596 km	- 6+630 km
196	6+630 km	- 6+664 km
197	6+664 km	- 6+698 km
198	6+698 km	- 6+732 km
199	6+732 km	- 6+766 km
200	6+766 km	- 6+800 km
201	6+800 km	- 6+834 km
202	6+834 km	- 6+868 km
203	6+868 km	- 6+902 km
204	6+902 km	- 6+936 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 64. Grupo de inspección 07

Unidades	Intervalos	
205	6+936 km	6+970 km
206	6+970 km	7+004 km
207	7+004 km	7+038 km
208	7+038 km	7+072 km
209	7+072 km	7+106 km
210	7+106 km	7+140 km
211	7+140 km	7+174 km
212	7+174 km	7+208 km
213	7+208 km	7+242 km
214	7+242 km	7+276 km
215	7+276 km	7+310 km
216	7+310 km	7+344 km
217	7+344 km	7+378 km
218	7+378 km	7+412 km
219	7+412 km	7+446 km
220	7+446 km	7+480 km
221	7+480 km	7+514 km
222	7+514 km	7+548 km
223	7+548 km	7+582 km
224	7+582 km	7+616 km
225	7+616 km	7+650 km
226	7+650 km	7+684 km
227	7+684 km	7+718 km
228	7+718 km	7+752 km
229	7+752 km	7+786 km
230	7+786 km	7+820 km
231	7+820 km	7+854 km
232	7+854 km	7+888 km
233	7+888 km	7+922 km
234	7+922 km	7+956 km
235	7+956 km	7+990 km
236	7+990 km	8+024 km
237	8+024 km	8+058 km
238	8+058 km	8+092 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 65. Grupo de inspección 08

Unidades	Intervalos	
239	8+092 km	8+126 km
240	8+126 km	8+160 km
241	8+160 km	8+194 km
242	8+194 km	8+228 km
243	8+228 km	8+262 km
244	8+262 km	8+296 km
245	8+296 km	8+330 km
246	8+330 km	8+364 km
247	8+364 km	8+398 km
248	8+398 km	8+432 km
249	8+432 km	8+466 km
250	8+466 km	8+500 km
251	8+500 km	8+534 km
252	8+534 km	8+568 km
253	8+568 km	8+602 km
254	8+602 km	8+636 km
255	8+636 km	8+670 km
256	8+670 km	8+704 km
257	8+704 km	8+738 km
258	8+738 km	8+772 km
259	8+772 km	8+806 km
260	8+806 km	8+840 km
261	8+840 km	8+874 km
262	8+874 km	8+908 km
263	8+908 km	8+942 km
264	8+942 km	8+976 km
265	8+976 km	9+010 km
266	9+010 km	9+044 km
267	9+044 km	9+078 km
268	9+078 km	9+112 km
269	9+112 km	9+146 km
270	9+146 km	9+180 km
271	9+180 km	9+214 km
272	9+214 km	9+248 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 66. Grupo de inspección 09

Unidades	Intervalos	
273	9+248 km	- 9+282 km
274	9+282 km	- 9+316 km
275	9+316 km	- 9+350 km
276	9+350 km	- 9+384 km
277	9+384 km	- 9+418 km
278	9+418 km	- 9+452 km
279	9+452 km	- 9+486 km
280	9+486 km	- 9+520 km
281	9+520 km	- 9+554 km
282	9+554 km	- 9+588 km
283	9+588 km	- 9+622 km
284	9+622 km	- 9+656 km
285	9+656 km	- 9+690 km
286	9+690 km	- 9+724 km
287	9+724 km	- 9+758 km
288	9+758 km	- 9+792 km
289	9+792 km	- 9+826 km
290	9+826 km	- 9+860 km
291	9+860 km	- 9+894 km
292	9+894 km	- 9+928 km
293	9+928 km	- 9+962 km
294	9+962 km	- 9+996 km
295	9+996 km	- 10+030 km
296	10+030 km	- 10+064 km
297	10+064 km	- 10+098 km
298	10+098 km	- 10+132 km
299	10+132 km	- 10+166 km
300	10+166 km	- 10+200 km
301	10+200 km	- 10+234 km
302	10+234 km	- 10+268 km
303	10+268 km	- 10+302 km
304	10+302 km	- 10+336 km
305	10+336 km	- 10+370 km
306	10+370 km	- 10+404 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 67. Grupo de inspección 10

Unidades	Intervalos	
307	10+404 km	- 10+438 km
308	10+438 km	- 10+472 km
309	10+472 km	- 10+506 km
310	10+506 km	- 10+540 km
311	10+540 km	- 10+574 km
312	10+574 km	- 10+608 km
313	10+608 km	- 10+642 km
314	10+642 km	- 10+676 km
315	10+676 km	- 10+710 km
316	10+710 km	- 10+744 km
317	10+744 km	- 10+778 km
318	10+778 km	- 10+812 km
319	10+812 km	- 10+846 km
320	10+846 km	- 10+880 km
321	10+880 km	- 10+914 km
322	10+914 km	- 10+948 km
323	10+948 km	- 10+982 km
324	10+982 km	- 11+016 km
325	11+016 km	- 11+050 km
326	11+050 km	- 11+084 km
327	11+084 km	- 11+118 km
328	11+118 km	- 11+152 km
329	11+152 km	- 11+186 km
330	11+186 km	- 11+220 km
331	11+220 km	- 11+254 km
332	11+254 km	- 11+288 km
333	11+288 km	- 11+322 km
334	11+322 km	- 11+356 km
335	11+356 km	- 11+390 km
336	11+390 km	- 11+424 km
337	11+424 km	- 11+458 km
338	11+458 km	- 11+492 km
339	11+492 km	- 11+526 km
340	11+526 km	- 11+560 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 68. Grupo de inspección 11

Unidades	Intervalos
341	11+560 km - 11+594 km
342	11+594 km - 11+628 km
343	11+628 km - 11+662 km
344	11+662 km - 11+696 km
345	11+696 km - 11+730 km
346	11+730 km - 11+764 km
347	11+764 km - 11+798 km
348	11+798 km - 11+832 km
349	11+832 km - 11+866 km
350	11+866 km - 11+900 km
351	11+900 km - 11+934 km
352	11+934 km - 11+968 km
353	11+968 km - 12+002 km
354	12+002 km - 12+036 km
355	12+036 km - 12+070 km
356	12+070 km - 12+104 km
357	12+104 km - 12+138 km
358	12+138 km - 12+172 km
359	12+172 km - 12+206 km
360	12+206 km - 12+240 km
361	12+240 km - 12+274 km
362	12+274 km - 12+308 km
363	12+308 km - 12+342 km
364	12+342 km - 12+376 km
365	12+376 km - 12+410 km
366	12+410 km - 12+444 km
367	12+444 km - 12+478 km
368	12+478 km - 12+512 km
369	12+512 km - 12+546 km
370	12+546 km - 12+580 km
371	12+580 km - 12+614 km
372	12+614 km - 12+648 km
373	12+648 km - 12+682 km
374	12+682 km - 12+716 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 69. Grupo de inspección 12

Unidades	Intervalos
375	12+716 km - 12+750 km
376	12+750 km - 12+784 km
377	12+784 km - 12+818 km
378	12+818 km - 12+852 km
379	12+852 km - 12+886 km
380	12+886 km - 12+920 km
381	12+920 km - 12+954 km
382	12+954 km - 12+988 km
383	12+988 km - 13+022 km
384	13+022 km - 13+056 km
385	13+056 km - 13+090 km
386	13+090 km - 13+124 km
387	13+124 km - 13+158 km
388	13+158 km - 13+192 km
389	13+192 km - 13+226 km
390	13+226 km - 13+260 km
391	13+260 km - 13+294 km
392	13+294 km - 13+328 km
393	13+328 km - 13+362 km
394	13+362 km - 13+396 km
395	13+396 km - 13+430 km
396	13+430 km - 13+464 km
397	13+464 km - 13+498 km
398	13+498 km - 13+532 km
399	13+532 km - 13+566 km
400	13+566 km - 13+600 km
401	13+600 km - 13+634 km
402	13+634 km - 13+668 km
403	13+668 km - 13+702 km
404	13+702 km - 13+736 km
405	13+736 km - 13+770 km
406	13+770 km - 13+804 km
407	13+804 km - 13+838 km
408	13+838 km - 13+872 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 70. Grupo de inspección 13

Unidades	Intervalos
409	13+872 km - 13+906 km
410	13+906 km - 13+940 km
411	13+940 km - 13+974 km
412	13+974 km - 14+008 km
413	14+008 km - 14+042 km
414	14+042 km - 14+076 km
415	14+076 km - 14+110 km
416	14+110 km - 14+144 km
417	14+144 km - 14+178 km
418	14+178 km - 14+212 km
419	14+212 km - 14+246 km
420	14+246 km - 14+280 km
421	14+280 km - 14+314 km
422	14+314 km - 14+348 km
423	14+348 km - 14+382 km
424	14+382 km - 14+416 km
425	14+416 km - 14+450 km
426	14+450 km - 14+484 km
427	14+484 km - 14+518 km
428	14+518 km - 14+552 km
429	14+552 km - 14+586 km
430	14+586 km - 14+620 km
431	14+620 km - 14+654 km
432	14+654 km - 14+688 km
433	14+688 km - 14+722 km
434	14+722 km - 14+756 km
435	14+756 km - 14+790 km
436	14+790 km - 14+824 km
437	14+824 km - 14+858 km
438	14+858 km - 14+892 km
439	14+892 km - 14+926 km
440	14+926 km - 14+960 km
441	14+960 km - 14+994 km
442	14+994 km - 15+028 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 71. Grupo de inspección 14

Unidades	Intervalos
443	15+028 km - 15+062 km
444	15+062 km - 15+096 km
445	15+096 km - 15+130 km
446	15+130 km - 15+164 km
447	15+164 km - 15+198 km
448	15+198 km - 15+232 km
449	15+232 km - 15+266 km
450	15+266 km - 15+300 km
451	15+300 km - 15+334 km
452	15+334 km - 15+368 km
453	15+368 km - 15+402 km
454	15+402 km - 15+436 km
455	15+436 km - 15+470 km
456	15+470 km - 15+504 km
457	15+504 km - 15+538 km
458	15+538 km - 15+572 km
459	15+572 km - 15+606 km
460	15+606 km - 15+640 km
461	15+640 km - 15+674 km
462	15+674 km - 15+708 km
463	15+708 km - 15+742 km
464	15+742 km - 15+776 km
465	15+776 km - 15+810 km
466	15+810 km - 15+844 km
467	15+844 km - 15+878 km
468	15+878 km - 15+912 km
469	15+912 km - 15+946 km
470	15+946 km - 15+980 km
471	15+980 km - 16+014 km
472	16+014 km - 16+048 km
473	16+048 km - 16+082 km
474	16+082 km - 16+116 km
475	16+116 km - 16+150 km
476	16+150 km - 16+184 km

Fuente: elaboración propia

UNIDADES DE ESTUDIO DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO

Tabla 72. Grupo de inspección 15

Unidades	Intervalos	
477	16+184 km	- 16+218 km
478	16+218 km	- 16+252 km
479	16+252 km	- 16+286 km
480	16+286 km	- 16+320 km
481	16+320 km	- 16+354 km
482	16+354 km	- 16+388 km
483	16+388 km	- 16+422 km
484	16+422 km	- 16+456 km
485	16+456 km	- 16+490 km
486	16+490 km	- 16+524 km
487	16+524 km	- 16+558 km
488	16+558 km	- 16+592 km
489	16+592 km	- 16+626 km
490	16+626 km	- 16+660 km
491	16+660 km	- 16+694 km
492	16+694 km	- 16+728 km
493	16+728 km	- 16+762 km
494	16+762 km	- 16+796 km
495	16+796 km	- 16+830 km
496	16+830 km	- 16+864 km
497	16+864 km	- 16+898 km
498	16+898 km	- 16+932 km
499	16+932 km	- 16+966 km
500	16+966 km	- 17+000 km
501	17+000 km	- 17+034 km
502	17+034 km	- 17+068 km
503	17+068 km	- 17+102 km
504	17+102 km	- 17+136 km
505	17+136 km	- 17+170 km
506	17+170 km	- 17+204 km
507	17+204 km	- 17+238 km
508	17+238 km	- 17+272 km
509	17+272 km	- 17+306 km

Fuente: elaboración propia

Tabla 73. Grupo de inspección 16


Unidades	Intervalos	
510	17+306 km	- 17+340 km
511	17+340 km	- 17+374 km
512	17+374 km	- 17+408 km
513	17+408 km	- 17+442 km
514	17+442 km	- 17+476 km
515	17+476 km	- 17+510 km
516	17+510 km	- 17+544 km
517	17+544 km	- 17+578 km
518	17+578 km	- 17+612 km
519	17+612 km	- 17+646 km
520	17+646 km	- 17+680 km
521	17+680 km	- 17+714 km
522	17+714 km	- 17+748 km
523	17+748 km	- 17+782 km
524	17+782 km	- 17+816 km
525	17+816 km	- 17+850 km
526	17+850 km	- 17+884 km
527	17+884 km	- 17+918 km
528	17+918 km	- 17+952 km
529	17+952 km	- 17+986 km
530	17+986 km	- 18+020 km
531	18+020 km	- 18+054 km
532	18+054 km	- 18+088 km
533	18+088 km	- 18+122 km
534	18+122 km	- 18+156 km
535	18+156 km	- 18+190 km
536	18+190 km	- 18+224 km
537	18+224 km	- 18+258 km
538	18+258 km	- 18+292 km
539	18+292 km	- 18+326 km
540	18+326 km	- 18+360 km
541	18+360 km	- 18+394 km
542	18+394 km	- 18+400 km

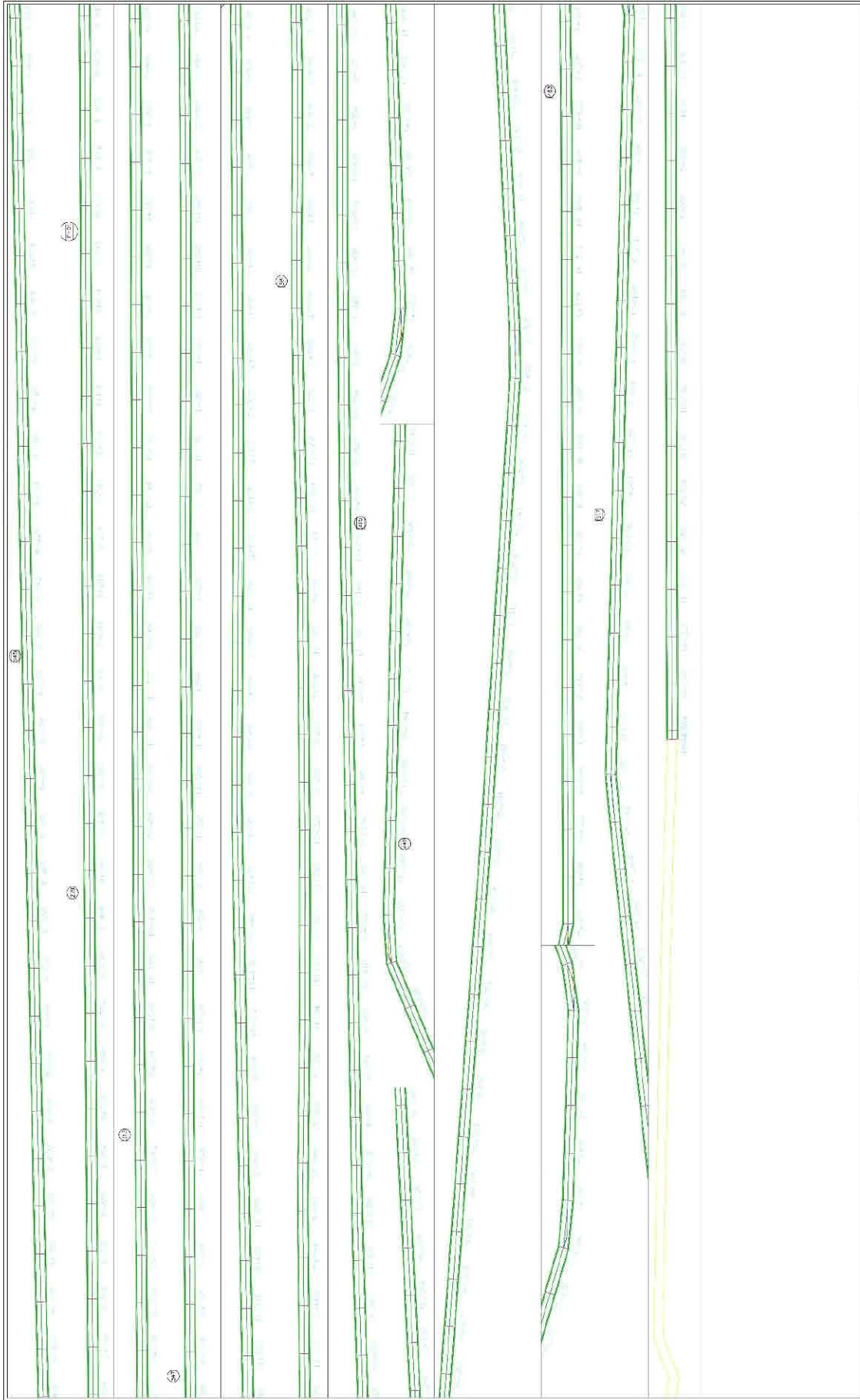
Fuente: elaboración propia


ANEXO 9:

Plano de la carretera segmentada



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <small>REGISTRADA EN EL COMERCIO DEL</small> <small>MINISTERIO ASIA, LICENCIADO COMO DE</small> <small>PROTECCIÓN DE SUPERFICIE DE RODAJERAS:</small> <small>CARRERA HUANCILACO - SANTIAGO DE CAO</small> <small>2019</small>		ALUMNO: ROBERTO CARLOS CORDOVA WUJALAY	OBSERVACIONES		ESCALA: 1:1250	PLANO: PLANO DE CARRETERA SEGMENTADA	CÓDIGO: S-1												
	ASISTENTE: ING. JULIO ALBERTO HERRERA ARALAO ING. MARILYN GASTÓN PARRAN CORIOVA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	N°	FECHA	DESCRIPCIÓN													FECHA: 19 / 09 / 2019		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN																		



 <p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE SUPERFICIES MARADIEKAS CARRETERA FLAMENCO - SANTIAGO DE CAO 2019*</p>		<p>ALUMNO: ROBERTO CARLOS CERDOSA WAJAJAY</p> <p>ASISORAS: ING. LUIS ALBERTO SORIANO ANGLIJO ING. MARILYN GARCÍA JARA/CORRIPIVA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	N°	FECHA	DESCRIPCIÓN													<p>ESCALA: 1:1250</p> <p>FECHA: 19/09/2019</p>	<p>PLANO: PLANO DE CARRETERA SEGMENTADA</p> <p>CÓDIGO: S - 2</p>
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN																		

ANEXO 10:
Formato de evaluación de la condición
funcional – P.C.I.

Tabla 74. Formato de evaluación funcional – P.C.I.

VÍA		UNIDAD N°						
FECHA		UBICACIÓN						
ELABORADO POR		ÁREA DE LA MUESTRA						
TIPOS DE FALLAS								
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11 Baches y zanjas separadas	M2				
2	Exudación de Asfalto	M2	12 Agregados pulidos	M2				
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13 Huecos	N°				
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14 Acceso a puentes	M2				
5	Corrugaciones	M2	15 Ahuellamiento	M2				
6	Depresiones	M2	16 Deformaciones por empuje	M2				
7	Grietas de Borde	M	17 Grietas de deslizamiento	M2				
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18 Hinchamiento	M2				
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19 Disgregación y Desintegración	M2				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		○	○	○	○	○	○	○
Total	Baja (L)							
	Media (M)							
	Alta (H)							
CÁLCULO DE PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	<p>Q: _____</p> <p>$PCI = 100 - VDC$</p> <p>_____</p> <p>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</p> <p>_____</p>				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)								
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)								

Fuente: elaboración propia

ANEXO 11:

Fallas consideradas en P.C.I. – pavimentos flexibles

Fallas Consideradas en P.C.I. – Pavimentos Flexibles

Es importante que el evaluador del pavimento este familiarizado con este tipo de falla, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de fallas más comunes en pavimentos asfálticos son: grietas del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos, y desintegración o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

Antes de discutir cada tipo de falla individualmente, es importante aclarar algunos puntos que generalmente presentan duda con respecto a la forma de medición de distintas fallas:

1. Si están presentes las grietas piel de cocodrilo y ahuellamiento en la misma área, ambas fallas se miden separadamente.
2. Si el pavimento presenta exudación, el agregado pulido no se cuenta en la misma área.
3. Si existen grietas en los bordes de una falla de elevación – hundimiento (Falla 4), éstas se miden separadamente.
4. La Falla 4 (elevaciones – hundimientos) se miden longitudinalmente y no por área.
5. Fallas en un bache no se cuentan, ellas sólo afectan la severidad del bache.
6. Los huecos se miden por número de huecos con una determinada área y no como área total.

En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

El efecto sobre la calidad de rodaje es:

BAJO : Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.

- MEDIO : (1) Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.
- ALTO : (1) Excesivas vibraciones hacen reducir considerablemente la velocidad. (2) Saltos individuales, que producen gran molestia, peligro o posible daño vehicular.

Esta evaluación debe hacerse en vehículos “standard” y a la velocidad máxima permitida en la vía.

1. Grieta Piel de Cocodrilo

Una serie de grietas interconectadas, producidas por fatiga de la mezcla asfáltica. Las grietas comienzan en el fondo de la capa y se propagan a la superficie, habiendo sido inicialmente grietas longitudinales paralelas. Posteriormente, bajo el efecto del tráfico, éstas se conectan formando polígonos de diferentes tamaños que asemejan la piel de un cocodrilo o un alambre de gallinero. Estas grietas, que ocurren sólo en áreas sometidas a tráfico, se consideran una falla estructural severa y generalmente son acompañadas de ahuellamientos.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : Grietas muy finas longitudinales y paralelas, con poca o ninguna interconexión.
- MEDIA (M) : Grietas más desarrolladas e interconectadas con algo de desintegración en los bordes.
- ALTA (H) : Las grietas han progresado de tal forma que muestran bloques (partículas) bien definidos con fuerte desintegración de los bordes. Algunos pedazos pueden soltarse fácilmente.

Forma de Medición:

Se mide en M² de área. Es frecuente encontrar diferente severidad en una misma área afectada. En caso que no se puedan separar o estimar las áreas correspondientes a cada nivel, debe considerarse el área total como afectada de la mayor severidad.

2. Exudación de Asfalto

Esta falla consiste en la formación de una película de material asfáltico en la superficie del pavimento creando una superficie brillante y reflectiva, normalmente pegajosa. La exudación es causada por exceso de asfalto en la mezcla en aplicación de sellos, y/o bajo contenido de vacíos. Ocurre normalmente a elevadas temperaturas.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : La exudación ha ocurrido en un bajo grado y es apenas notable. El asfalto no se pega a los zapatos y neumáticos.
- MEDIA (M) : La exudación se ha incrementado. El asfalto se adhiere a zapatos y neumáticos solamente en los días más calurosos.
- ALTA (H) : La exudación es severa y extensa. Una considerable cantidad de asfalto se pega a neumáticos y zapatos al aumentar la temperatura.

Forma de Medición:

Se mide en M² de área.

Nota: Si la exudación está presente, el agregado pulido (Falla N° 12), no debe tomarse en cuenta.

3. Grietas de Contracción (Bloque)

Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en bloques aproximadamente rectangulares, con lados entre 30 cm y 3 m. Estas grietas son causadas principalmente por contracciones del asfalto, por efecto de las variaciones cíclicas de temperatura. No están asociadas con cargas o fatiga, e indican que el asfalto se ha endurecido considerablemente. Ocurren generalmente en grades áreas del pavimento, algunas veces en áreas sin tráfico. En general difieren de las grietas piel de cocodrilo por el tamaño de los bloques, y en que éstas últimas son causadas por cargas (fatiga) y ocurren sólo en áreas traficadas.

Nivel de Severidad:

BAJA (L)	:	
MEDIA (M)	:	Ver clasificación de Grietas Longitudinales y Transversales (Falla N° 10)
ALTA (H)	:	

Forma de Medición:

Grietas de contracción son medidas en M² de área afectada. Normalmente ocurren con una sola severidad en la misma sección de pavimento. Si se observan diferentes niveles de severidad, estos deben reportarse separadamente.

4. Elevaciones – Hundimientos

Las elevaciones son pequeñas y localizadas protuberancias de la superficie del pavimento. A diferencia de las deformaciones por empuje, que son producidos por inestabilidad del pavimento, las elevaciones son producidas por:

- (1) Movimientos y levantamientos de trozos de losas de concreto debajo de la capa asfáltica.

- (2) Hinchamiento por localización.
- (3) Infiltración de materiales en las juntas.

Los hundimientos son pequeñas y abruptas deformaciones de la superficie. No debe confundirse esta falla con las deformaciones más pronunciada y largas, producidas por hinchamiento (Falla N° 18)

Nivel de Severidad:

BAJA (L) : Producen bajo efecto sobre la calidad de rodaje.

MEDIA (M) : Producen medio efecto sobre la calidad de rodaje.

ALTA (H) : Producen alto efecto sobre la calidad de rodaje.

Forma de Medición:

Las elevaciones y hundimientos se miden en metros lineales.

Si estas fallas se presentan perpendiculares al tráfico y separadas menos de 3 m, se denominan corrugaciones (Falla N° 5). Si se presentan conjuntamente con grietas ambas fallas deben ser contadas.

5. Corrugaciones

Estas están conformadas por hundimientos y crestas (ondulaciones), espaciadas menos de 3 m, en sentido transversal al tráfico. Son causadas normalmente por el tráfico en pavimento de base o superficie inestable.

Nivel de Severidad:

BAJA (L) : Producen bajo efecto sobre la calidad de rodaje.

MEDIA (M) : Producen medio efecto sobre la calidad de rodaje.

ALTA (H) : Producen alto efecto sobre la calidad de rodaje.

Forma de Medición:

Se miden en M² de área.

6. Depresiones

Son áreas de pavimento con elevación inferior a las adyacentes. Las pequeñas depresiones son difíciles de observar en los pavimentos secos. Bajo la lluvia se producen empozamientos de agua, que normalmente dejan una marca de contorno al secar. Generalmente son producto de asentamientos de la fundación o fallas constructivas. Pueden producir rugosidad y ser peligrosas al llenarse de agua. Se diferencian de los hundimientos en que no son abruptos.

Nivel de Severidad:

BAJA (L) : 13 a 25 mm (1/2 a 1 pulgada)

MEDIA (M) : 25 a 51 mm (1 a 2 pulgadas)

ALTA (H) : Más de 51 mm (>2 pulgadas)

Forma de Medición:

Se miden en M² de área.

7. Grietas de Borde

Son grietas longitudinales paralelas, contenidas en una franja de 30 a 60 cm en el borde externo del pavimento. Esta falla es acelerada por las cargas y puede ser causada por congelación de la base y/o subrasante, materiales expansivos y falla de soporte lateral. En algunos casos se puede llegar a producir pérdida del borde por disgregación.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : Grietas de baja severidad sin disgregación.
- MEDIA (M) : Grietas de media severidad con algo de disgregación y rotura de borde.
- ALTA (H) : Considerable rotura de borde y disgregación en grietas.

Forma de Medición:

Esta falla se mide en metros lineales.

8. Grietas de Reflexión de Juntas (De Losas de Concreto)

Sólo ocurren en capas asfálticas colocadas sobre pavimentos de concreto (rígidos). No incluyen grietas de reflexión de ningún otro tipo de base o material bajo el asfalto superficial. Normalmente son longitudinales y transversales, causadas por contracción y expansión, o movimiento de las losas por infiltración de agua. Esta falla no está asociada con el tráfico, sin embargo, este puede producir disgregación de los bordes. El conocer las dimensiones de la losa de concreto ayuda en la identificación de estas grietas de reflexión.

Nivel de Severidad:

BAJA (L)	:	
MEDIA (M)	:	Ver clasificación de Grietas Longitudinales y Transversales (Falla N° 10)
ALTA (H)	:	

Forma de Medición:

Se miden en metros lineales, la longitud correspondiente a diferente severidad debe anotarse por separado aun cuando se trate de una sola grieta. Si se observan elevaciones o hundimientos (Falla N° 4), deben anotarse por separado.

9. Desnivel Calzada – Hombrillo

Diferencia de elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo. Normalmente causado por erosión o asentamiento del hombrillo, o elevación de la calzada sin nivelar la altura del hombrillo.

Nivel de Severidad:

BAJA (L)	:	La diferencia de elevación es de 25 a 51 mm (1" a 2")
MEDIA (M)	:	La diferencia de elevación entre 51 y 102 mm (2" a 4")
ALTA (H)	:	La diferencia de elevación es mayor a 102 mm (4")

Forma de Medición:

Esta falla es medida en metros lineales.

10. Grietas Longitudinales y Transversales

(No se encuentran las grietas de reflexión de losas de concreto)

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o eje de construcción. Son generalmente causadas por:

- (1) Mala construcción de junta en franjas de asfalto.
- (2) Contracción del asfalto debido a los cambios de temperatura y el envejecimiento.
- (3) Reflexión de las grietas del pavimento inferior, grietas en el asfalto, o losas de concreto (no de juntas en losas)

Las grietas transversales son aproximadamente perpendiculares al eje del pavimento y pueden ser causadas por las mismas razones indicadas. Estos tipos de grietas no están generalmente asociadas con tráfico y/o cargas.

Nivel de Severidad:

BAJA (L) : (1) Grietas sin sellar de ancho inferior a 10 mm (3/8")
(2) Grietas selladas adecuadamente del cualquier ancho.

MEDIA (M) : (1) Grietas sin sellar de ancho entre 10 a 76 mm (3/8" a 3")
(2) Grietas sin sellar hasta 76 mm (3") con grietas finas adyacentes.
(3) Grietas selladas de cualquier ancho con grietas finas adyacentes.

ALTA (H) : (1) Grietas selladas o sin sellar adyacentes de media y/o alta severidad.
(2) Grietas sin sellar de más de 76 mm (3") de ancho.
(3) Grietas de cualquier ancho en las que varios centímetros del pavimento adyacente está severamente dañado.

Forma de Medición:

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe ser identificada. Si una grieta muestra varias severidades, estas deben diferenciarse. Si una elevación o hundimiento (Falla N° 4) ocurre simultáneamente, también esta debe anotarse.

11. Baches y Zanjas Separadas

Un bache es un área del pavimento que ha sido reparada mediante el empleo de material nuevo. Un bache es considerado un defecto, independientemente de lo bien que haya sido ejecutado. Generalmente produce algo de rugosidad.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : Bache bien ejecutado y en condición satisfactoria. Tiene bajo efecto sobre la calidad de rodaje.
- MEDIA (M) : El bache muestra moderado deterioro, tiene efecto medio sobre calidad de rodaje.
- ALTA (H) : Bache severamente deteriorado que debe ser prontamente reemplazado. Tiene alto efecto sobre la calidad de rodaje.

Forma de Medición:

Estas fallas se miden en M² de área. Si un mismo bache presenta diferentes niveles de severidad, estos deben anotarse por separado en base al área que ocupen. Ninguna otra falla (como grietas o deformación por empuje) es anotada dentro de un bache, solo se cuenta el área del bache en función de su severidad. Si una extensa área del pavimento ha sido reemplazada, esta debe considerarse como pavimento nuevo y no como un bache.

12. Agregados Pulidos

Esta falla es causada por los pases del tráfico. Cuando el agregado superficial se pule la adherencia con los neumáticos se reduce considerablemente. El agregado pulido se cuenta cuando un examen detallado revela que la textura del pavimento es inadecuada y la superficie de las partículas de agregado es suave al tacto. Este tipo de falla está asociada con baja resistencia a la fricción.

Nivel de Severidad:

BAJA (L)	:	No se define el nivel de severidad. Sin embargo, el grado
MEDIA (M)	:	de pulitura debe ser significativo antes de que sea incluido como defecto.
ALTA (H)	:	

Forma de Medición:

Se mide en M² de área. Si hay exudación (Falla N° 2), debe contarse y el agregado pulido no se considera.

13. Huecos

Los huecos son pequeñas fallas de forma cóncava y diámetros generalmente inferiores a 0.9 m. Usualmente tienen bordes angulosos y verticales en las cercanías de la superficie. Crecen rápidamente por efecto del agua acumulada en el propio hueco. Son producidos por disgregación (b\debido al tráfico) de pequeñas áreas del pavimento. Este se desintegra debido a defectos de mezcla, puntos débiles en la base o subrasantes o grietas piel de cocodrilo de alta severidad. Los huecos son generalmente causados por una falla estructural y no debe confundirse con disgregación y desintegración (Falla N° 19). Cuando los huecos son consecuencia del deterioro progresivo de fallas del tipo piel de cocodrilo deben considerarse como huecos (Falla N° 13) y no como Falla N° 19.

Nivel de Severidad:

El nivel de severidad para huecos de diámetro inferior a 76.2 cm (30") se basa tanto en el diámetro como en la profundidad.

Tabla 75. Nivel de severidad según profundidad y diámetro

Profundidad Máxima (cm)	DIAMETRO PROFUNDO (cm)		
	10 a 20 (4" a 8")	20 a 45 (8" a 18")	45 a 76 (18" a 30")
1.2 a 2.5 cm (1/2" a 1")	L	L	M
> 2.5 a 5 cm (1" a 2")	L	M	H
> 5 cm (> 2")	M	M	H

Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 72

Si el hueco tiene más de 76 cm de diámetro (30") el área debe medirse en M^2 y dividirse entre $0.47 M^2$ para determinar el número equivalente de huecos. Si la profundidad es menor a 2.5 cm (1") se considera de severidad media (M). Si la profundidad es mayor de 2.5 cm se considera de alta severidad (H).

Forma de Medición:

Se cuenta el número de huecos, clasificándolos en cada nivel de severidad por separado (L, M, H).

14. Acceso a Puentes o Cruce de Rieles

Ellos producen depresiones o elevaciones que afectan la calidad del rodaje.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : Produce bajo efecto sobre calidad de rodaje.
- MEDIA (M) : Produce medio efecto sobre calidad de rodaje.
- ALTA (H) : Produce alto efecto sobre calidad de rodaje.

Forma de Medición:

Se mide el área en M². Si los rieles (o la junta entre la estructura y el pavimento) no afecta la calidad de rodaje debe ignorarse.

* Nota: Esta falla se sugiere que sea reemplazada por “accesos a puentes y pontones”.

15. Ahuellamientos

El ahuellamiento es una depresión longitudinal, bajo las huellas de los neumáticos. El pavimento puede levantarse a lo largo de los bordes de la depresión. Generalmente el ahuellamiento se observa después de la lluvia, al llenarse de agua las depresiones. El ahuellamiento es originado por la deformación permanente de la subrasante o alguna capa del pavimento, normalmente causado por consolidación o movimiento lateral de los materiales bajo efecto del tráfico. El excesivo ahuellamiento puede producir una falla estructural del pavimento.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : Profundidad average del ahuellamiento
6 a 13 mm (1/4” – 1/2”)
- MEDIA (M) : Profundidad average del ahuellamiento
> 13 a 25 mm (>1/2” – 1”)

ALTA (H) : Profundidad average del ahuellamiento
> 25 mm (>1")

Forma de Medición:

El ahuellamiento se mide en M² de área, y su severidad se determina por la profundidad media del ahuellamiento.

16. Deformación por Empuje

Es un desplazamiento o deformación permanente producido por el tráfico en un área localizada del pavimento. Cuando el tráfico “empuja” sobre el pavimento produce, una corta y abrupta cresta o deformación. Este tipo de falla se produce mayormente en mezclas con asfalto líquidos o emulsiones, así como en mezclas de baja estabilidad. Es común donde se use un pavimento rígido unido con un asfáltico. En este caso el pavimento rígido empuja, produciendo tal tipo de falla por deformación en el asfalto.

Nivel de Severidad:

BAJA (L) : Produce bajo efecto sobre la calidad de rodaje.

MEDIA (M) : Produce medio efecto sobre la calidad de rodaje.

ALTA (H) : Produce alto efecto sobre la calidad de rodaje.

Forma de Medición:

Esta falla es medida en M² de área.

17. Grietas de Deslizamientos

Son grietas en forma de media luna, con sus puntas en el sentido de la dirección del tráfico. Son causadas por el deslizamiento de la capa asfáltica superficial y ocurren por falta o exceso del riego de adherencia.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : El ancho de grietas es menor de 10 mm (3/8”).
- MEDIA (M) : Ocurre alguna de estas situaciones:
(1) Ancho de grietas entre 10 y 38 mm (3/8” – 1.5”).
(2) El área adyacente a las grietas muestra grietas finas.
- ALTA (H) : Ocurre en algunas de estas situaciones:
(1) Ancho de grietas mayor de 38 mm (1.5”).
(2) El área adyacente a las grietas muestra trozos sueltos.

Forma de Medición:

Se mide en M² de área.

18. Hinchamiento

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.
- MEDIA (M) : El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- ALTA (H) : El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Forma de Medición:

El hinchamiento se mide en M² de área.

19. Disgregación y Desintegración

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Nivel de Severidad:

- BAJA (L) : Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha

del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

MEDIA (M) : Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

ALTA (H) : Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Forma de Medición:

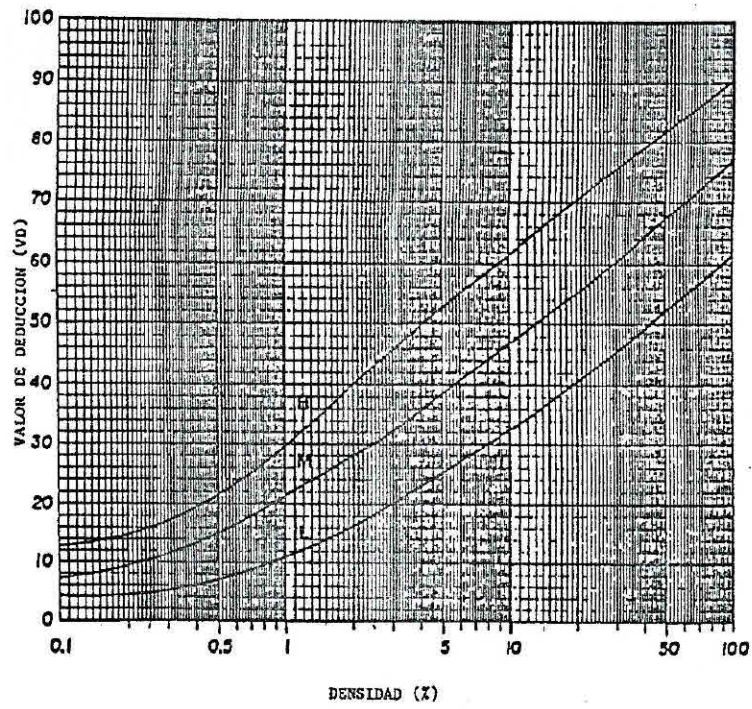
Esta falla se mide en M².

FUENTE: Vivar y Gutiérrez, 1996, pp. 66 - 73

ANEXO 12:

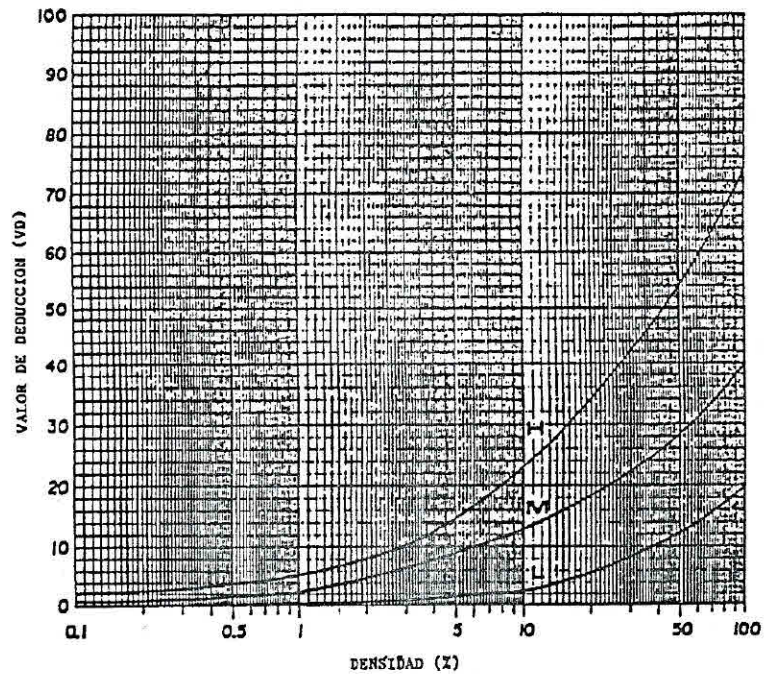
Diagramas: Densidad (%) vs Valor de Deducción (VD)

Figura 4. Diagrama para grieta piel de cocodrilo



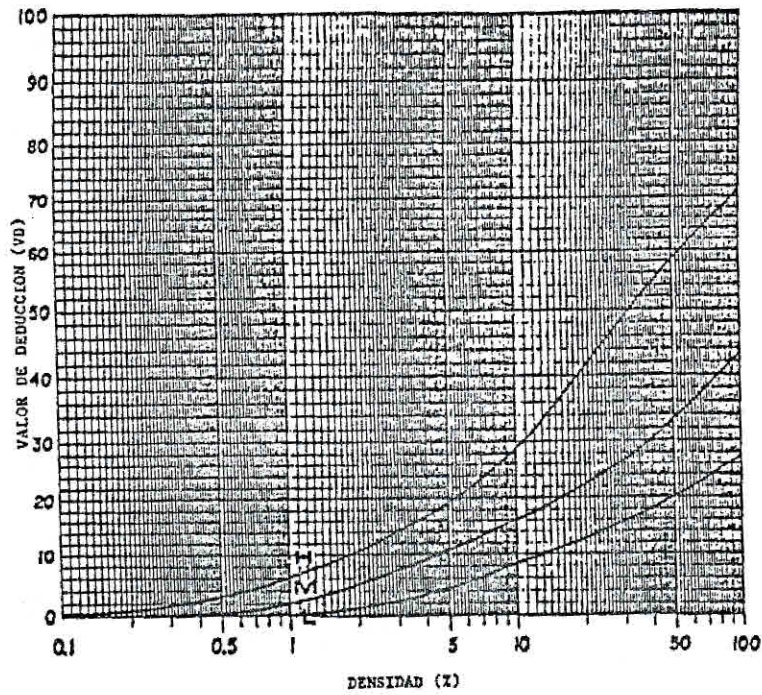
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 55

Figura 5. Diagrama para exudación de asfalto



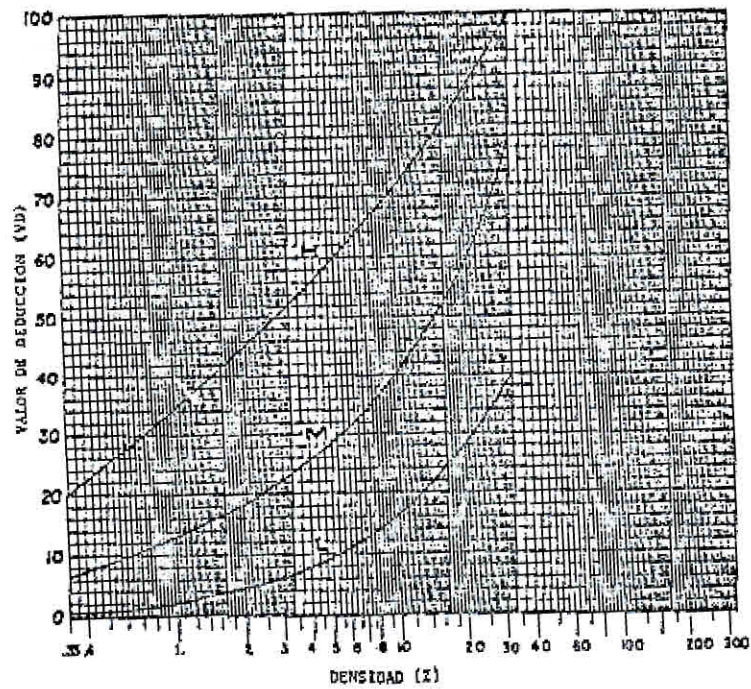
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 55

Figura 6. Diagrama para grieta de contracción



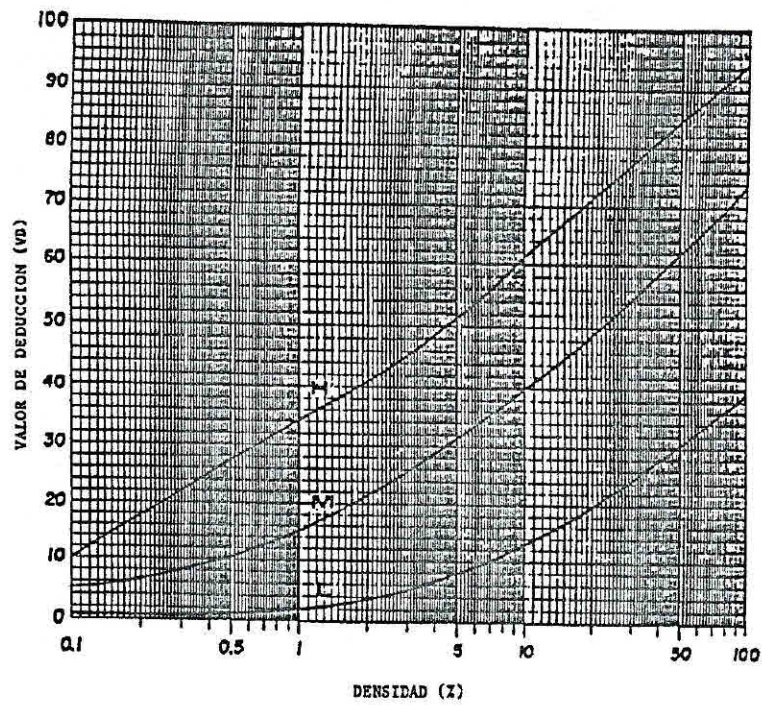
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 56

Figura 7. Diagrama para elevación - hundimiento



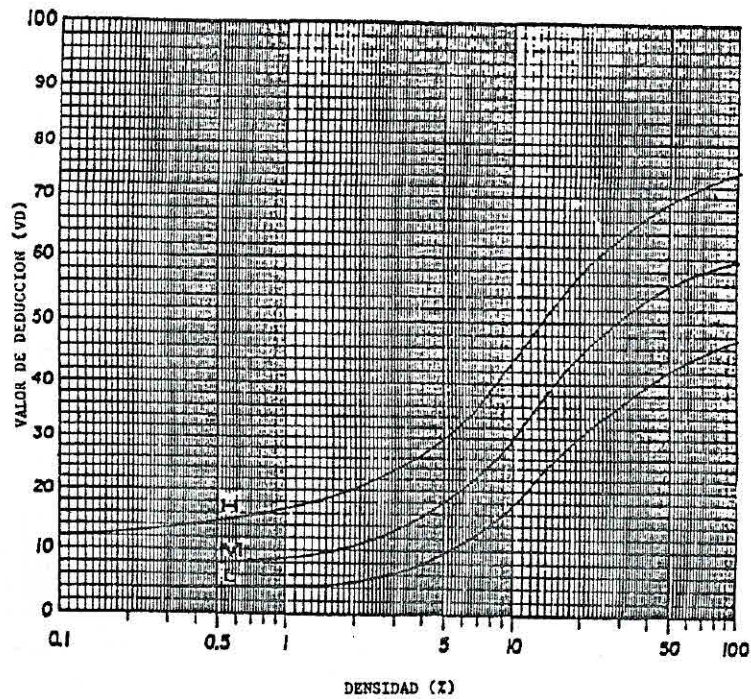
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 56

Figura 8. Diagrama para corrugaciones



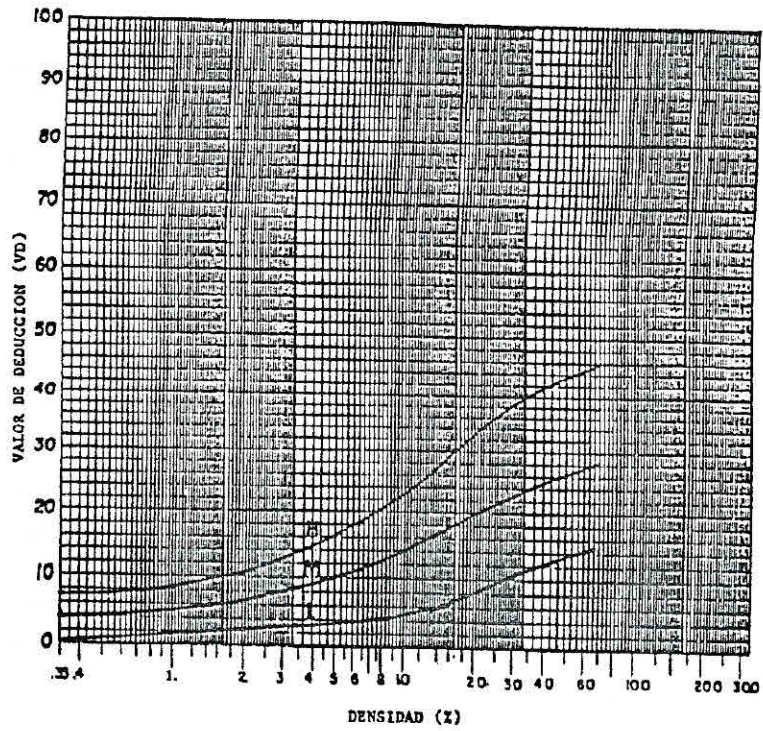
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 57

Figura 9. Diagrama para depresiones



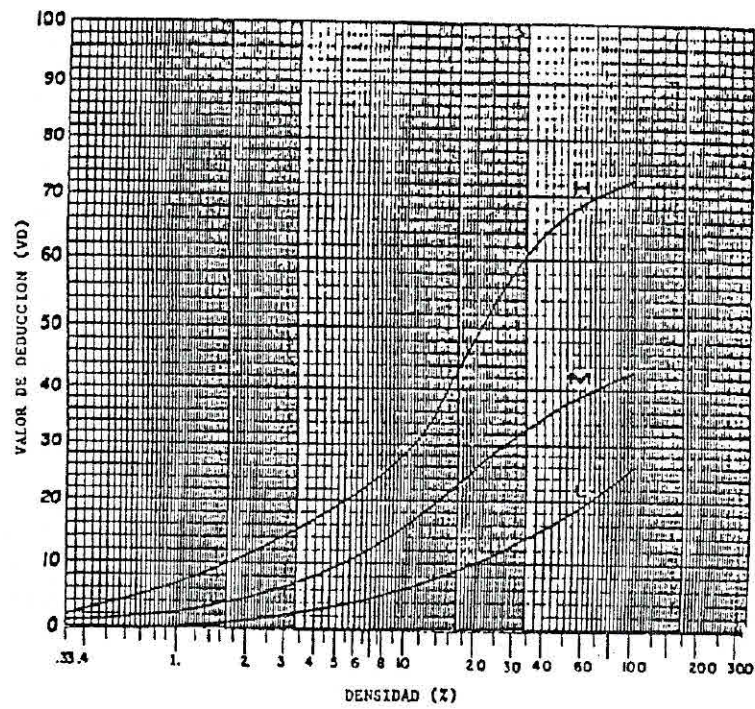
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 57

Figura 10. Diagrama para grietas de borde



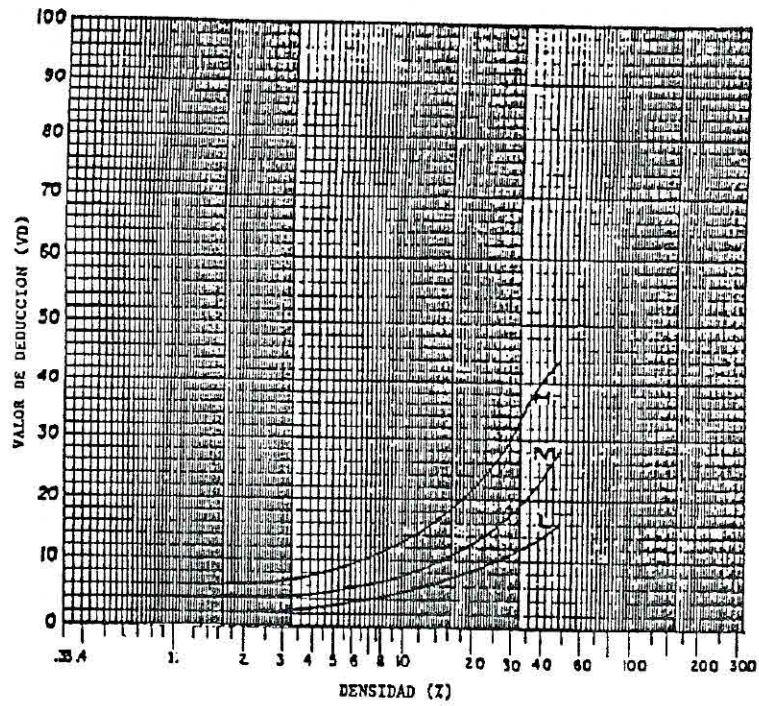
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 58

Figura 11. Diagrama para grietas de reflexión de juntas



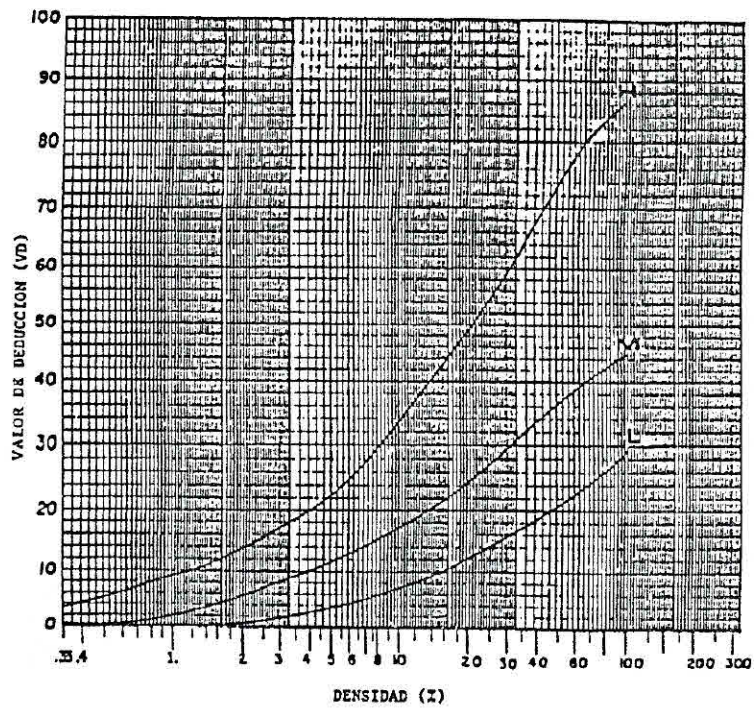
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 58

Figura 12. Diagrama para desnivel calzada - hombrillo



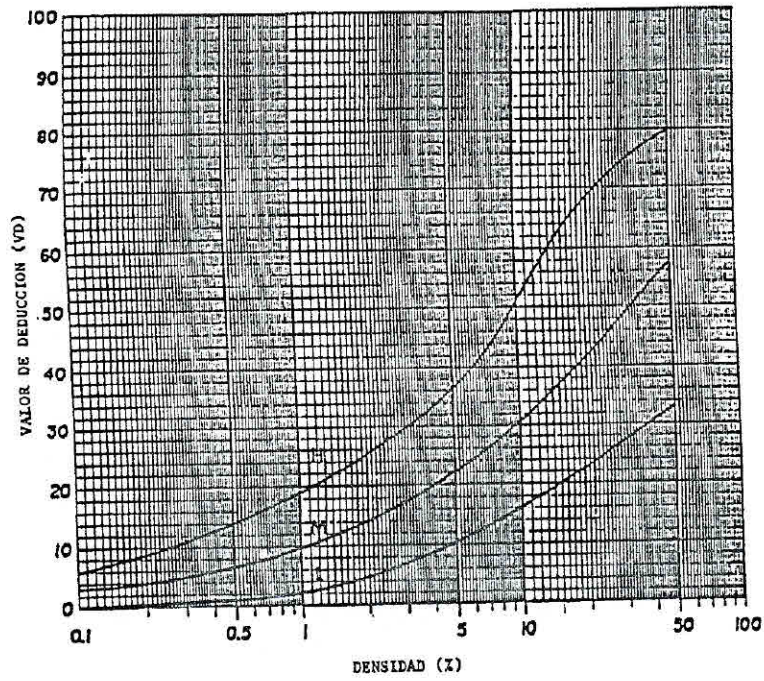
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 59

Figura 13. Diagrama para grietas longitudinales y transversales



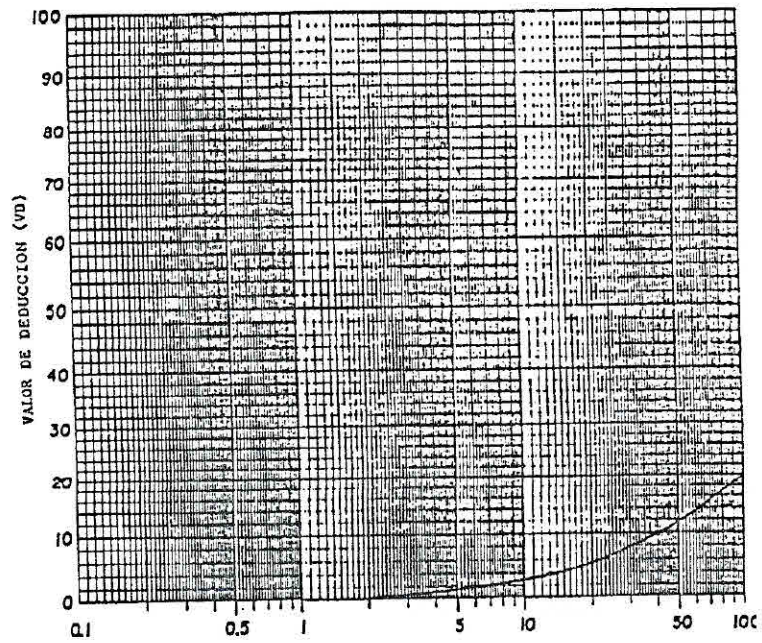
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 59

Figura 14. Diagrama para baches y zanjas reparadas



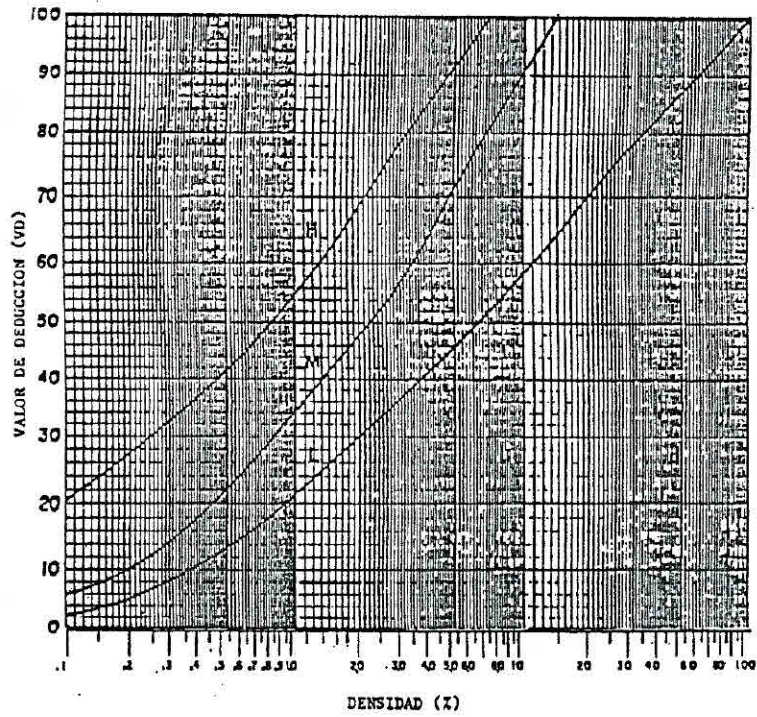
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 60

Figura 15. Diagrama para agregados pulidos



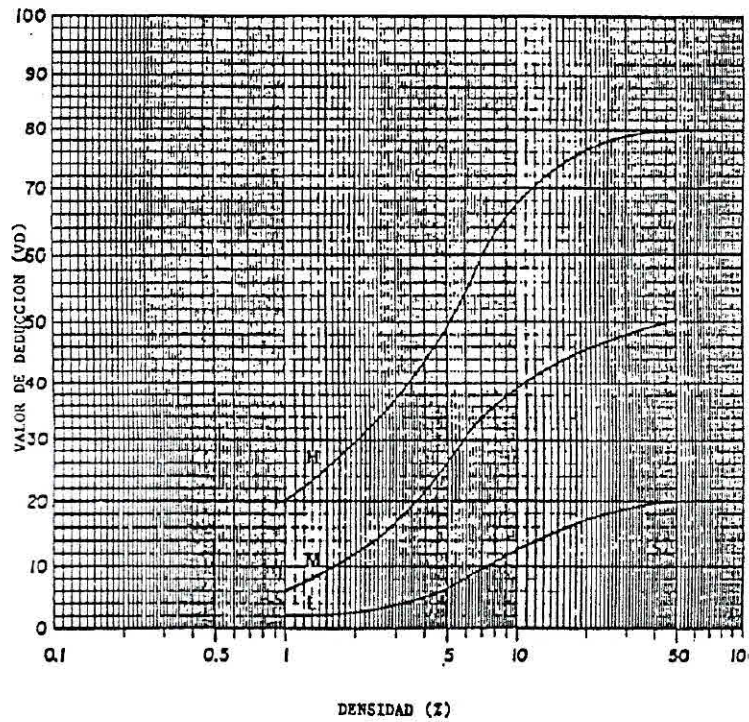
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 60

Figura 16. Diagrama para huecos



Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 61

Figura 17. Diagrama para cruce de rieles



Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 61

Figura 18. Diagrama para ahuellamientos

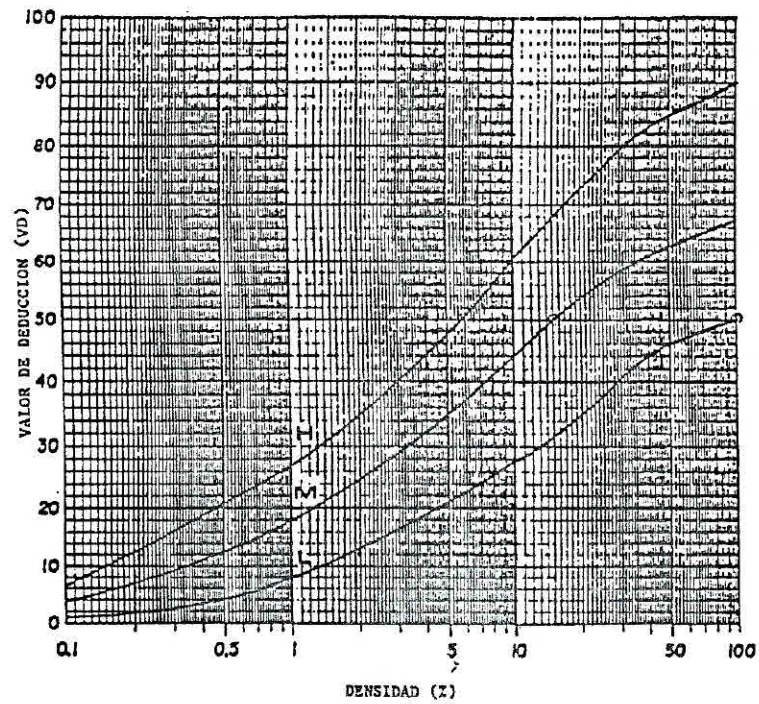
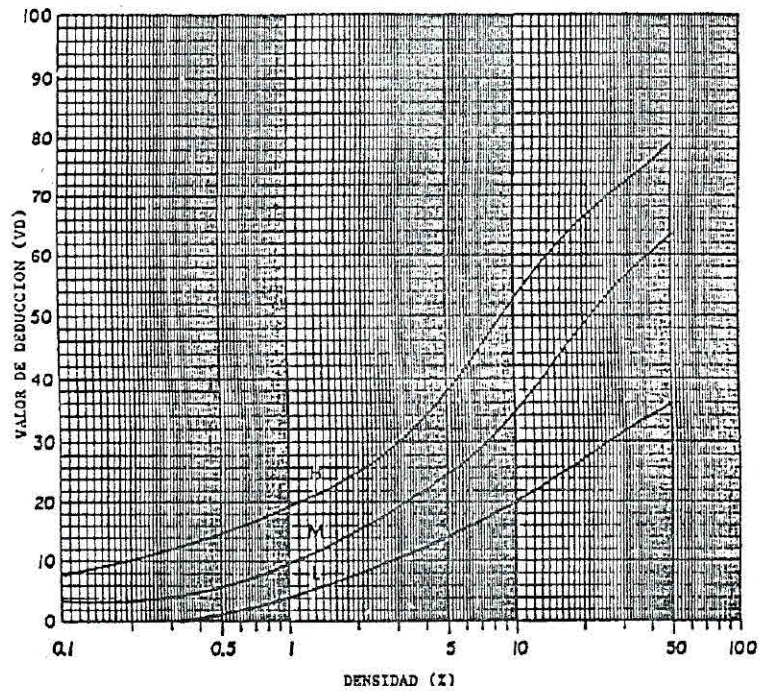


Figura A15. Ahuellamientos

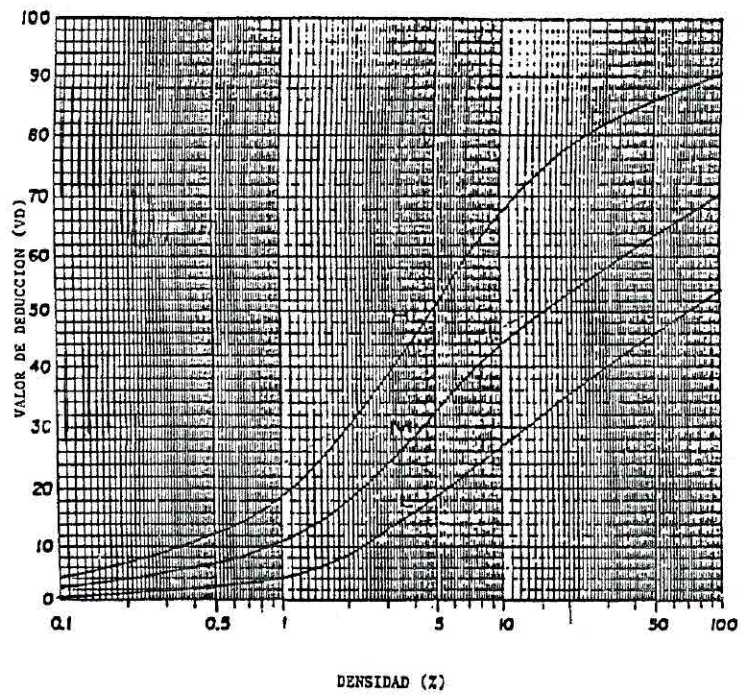
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 62

Figura 19. Diagrama para deformación por empuje



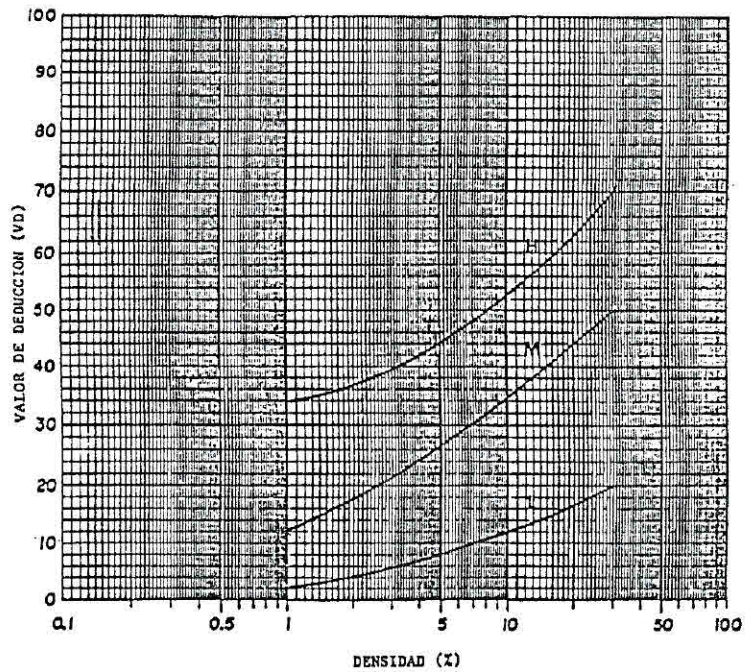
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 62

Figura 20. Diagrama para grietas de deslizamiento



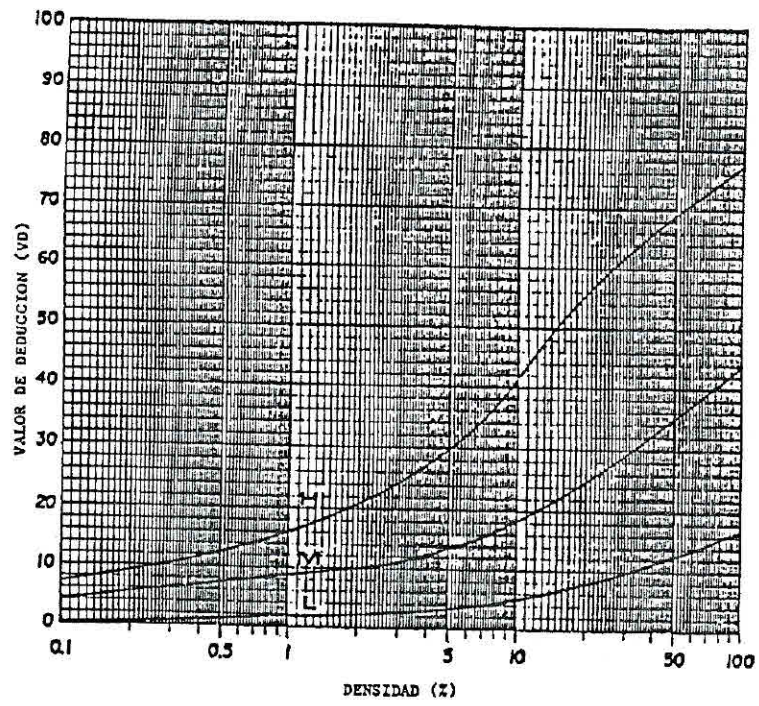
Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 63

Figura 21. Diagrama para hinchamiento



Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 63

Figura 22. Diagrama para disgregación y desintegración

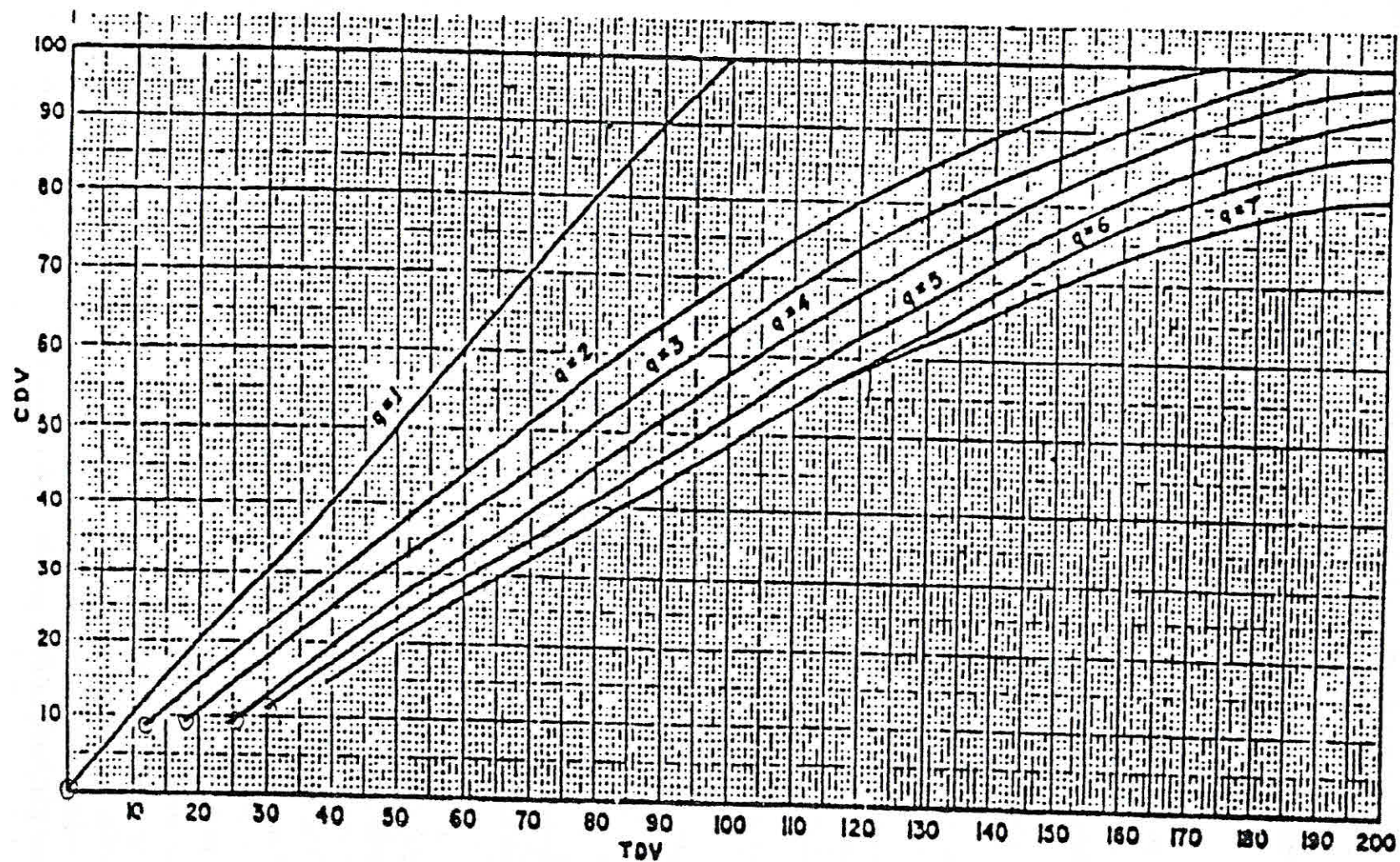


Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 64

ANEXO 13:

Curva de deducción para superficies asfálticas

Figura 23. Curvas de deducción para superficie asfáltica



Fuente: Vivar y Gutiérrez, 1996, p. 65

ANEXO 14:

Cálculo de P.C.I. por unidad de inspección muestral

Tabla 77. Cálculo de PCI de la Unidad 41: 1 + 360 Km – 1 + 394 Km

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.								
VÍA	CARRET. HUANCHACO - SANTIAGO DE CILCO			UNIDAD N°	41			
FECHA	MARTES, 11 DE JUNIO DE 2019			UBICACIÓN	1+360 KM 1+394 KM			
ELABORADO POR	ROBERTO CARLOS CORDOVA WADZAY			ÁREA DE LA MUESTRA	224.40 m ²			
TIPOS DE FALLAS								
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2			
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2			
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°			
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2			
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2			
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2			
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2			
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2			
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		2	7	13	○	○	○	○
		33.5 L	10.30 L	1.00 L				
		34.1 L		1.00 L				
				1.00 L				
				1.00 M				
				1.00 H				
Total	Baja (L)	67.60	10.30	3.00				
	Media (M)			1.00				
	Alta (H)			1.00				
CÁLCULO DE PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN					
2	30.12%	L	8					
7	4.59%	L	3					
13	1.34%	L	26					
13	0.45%	M	20					
13	0.45%	H	38					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			95					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			54					
Q: <u>4</u> $PCI = 100 - VDC$ <u>46</u> CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>REGULAR</u>								

Fuente: elaboración propia

Tabla 78. Cálculo de PCI de la Unidad 75: 2 + 516 KM – 2 + 550 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.								
VÍA	CIRA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO			UNIDAD N°	75			
FECHA	MARTES, 11 DE JUNIO DE 2019			UBICACIÓN	2+516 Km 2+550 Km			
ELABORADO POR	ROBERTO CARLOS CÁRDENAS WAZATAY			ÁREA DE LA MUESTRA	224.40 m ²			
TIPOS DE FALLAS								
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2			
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2			
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°			
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2			
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2			
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2			
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2			
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2			
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		7	13	○	○	○	○	○
		7.25 M	1 L					
		11.50 L	1 L					
		10.30 L						
		2.50 M						
Total	Baja (L)	21.80	2					
	Media (M)	9.75						
	Alta (H)							
CÁLCULO DE PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Q: <u>3</u> $PCI = 100 - \frac{VDC}{80}$ CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>Muy BUENO</u>				
7	9.71%	L	6					
7	4.34%	M	9					
13	0.89%	L	19					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			34					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			20					

Fuente: elaboración propia

Tabla 84. Cálculo de PCI de la Unidad 279: 9 + 452 KM – 9 + 486 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.								
VÍA	Ctra. Huanchaco - Santiago de Cao			UNIDAD N°	279			
FECHA	Martes, 11 de Junio de 2019			UBICACIÓN	9+452 KM 9+486 KM			
ELABORADO POR	Roberto Carlos Córdova Watasay			ÁREA DE LA MUESTRA	224.40 m ²			
TIPOS DE FALLAS								
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2			
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2			
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°			
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2			
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2			
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2			
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2			
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2			
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		2	4	7	13			
		34.00 L	1.50 L	15.00 L	1.00 L			
		34.00 L	1.40 L	14.50 L	1.00 L			
			0.80 L	12.30 L	1.00 L			
			0.50 L	5.50 H	1.00 L			
				5.70 H	1.00 L			
					1.00 H			
					1.00 H			
					1.00 H			
Total	Baja (L)	68.00	4.20	41.80	5.00			
	Media (M)			11.20	1.00			
	Alta (H)				2.00			
CÁLCULO DE PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN					
2	30.30%	L	9					
4	1.87%	L	4					
7	18.63%	L	7					
7	4.99%	H	10					
13	2.23%	L	32					
13	0.45%	H	20					
13	0.89%	H	52					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			134					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			65					
<p>Q: <u>6</u></p> <p>$PCI = 100 - \frac{VDC}{Q}$</p> <p>$PCI = 100 - \frac{65}{6}$</p> <p>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</p> <p><u>Pobre</u></p>								

Fuente: elaboración propia

Tabla 86. Cálculo de PCI de la Unidad 347: 11 + 764 KM – 11 + 798 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.					
VÍA	Ctra. Huancayo - Santiago de Cao			UNIDAD N°	347
FECHA	Martes, 11 de Julio de 2019			UBICACIÓN	11+764KM 11+798KM
ELABORADO POR	Roberto Carlos Córdova Wajasan			ÁREA DE LA MUESTRA	224.40m ²
TIPOS DE FALLAS					
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES					
		7	13		
		10.00 L	1.00 L		
		10.00 L	1.00 M		
		7.00 L	1.00 L		
		5.00 M			
		8.00 L			
		15.00 L			
		3.00 M			
Total	Baja (L)	50.00	2.00		
	Media (M)	8.00	1.00		
	Alta (H)				
CÁLCULO DE PCI					
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Q: <u>4</u> $PCI = 100 - VDC$ $\frac{71}{}$ CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>Muy BUENO</u>	
7	22.28%	L	8		
7	3.57%	M	9		
13	0.89%	L	19		
13	0.45%	H	20		
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			56		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			29		

Fuente: elaboración propia

Tabla 87. Cálculo de PCI de la Unidad 381: 12 + 920 KM – 12 + 954 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.							
VÍA		Ctra. Huanuco - Santsago de Cao			UNIDAD N°		381
FECHA		Martes, 11 de junio de 2019			UBICACIÓN		12+920 Km 12+954 Km
ELABORADO POR		ROBERTO CARLOS CORONA WAZAYAN			ÁREA DE LA MUESTRA		224.40 m ²
TIPOS DE FALLAS							
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2		
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2		
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°		
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2		
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2		
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2		
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2		
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2		
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
		7	13				
		5.30 M	1.00 M				
		10.30 L	1.00 L				
		3.50 M					
		9.80 M					
Total	Baja (L)	10.30	1.00				
	Media (M)	18.60	1.00				
	Alta (H)						
CÁLCULO DE PCI							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		Q: <u>3</u> $PCI = 100 - VDC$ <u>69</u> CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>Buena</u>		
7	4.59%	L	4				
7	8.29%	H	13				
13	0.45%	L	12				
13	0.45%	H	20				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			49				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			31				

Fuente: elaboración propia

Tabla 88. Cálculo de PCI de la Unidad 415: 14 + 076 KM – 14 + 110 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.							
VÍA	CIRCUITO HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO			UNIDAD N°	415		
FECHA	MARTES, 11 DE JUNIO DE 2019			UBICACIÓN	14+076 KM 14+110 KM		
ELABORADO POR	ROBERTO CARLOS CORDERA WAZADAN			ÁREA DE LA MUESTRA	224x40 m ²		
TIPOS DE FALLAS							
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2		
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2		
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°		
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2		
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2		
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2		
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2		
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2		
9	Desnivel calzada - Hombrijlo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
			4	7	11	13	
	1.12 L	15.00 L	0.25 L	1.00 L			
	1.45 L	5.00 M					
	0.85 M	10.00 L					
	1.13 L	10.00 M					
	3.10 L	3.00 M					
Total	Baja (L)	6.80	25.00	0.25	1.00		
	Media (M)	0.85	18.00				
	Alta (H)						
CÁLCULO DE PCI							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN		Q: <u>5</u> $PCI = 100 - VDC$ $\frac{79}{}$ CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>Muy BUENO</u>		
4	3.03%	L	6				
4	0.38%	M	6				
7	11.14%	L	5				
7	8.02%	M	12				
11	0.11%	L	3				
13	0.45%	L	12				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			44				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			21				

Fuente: elaboración propia

Tabla 89. Cálculo de PCI de la Unidad 449: 15 + 232 KM – 15 + 266 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.						
VIA	Ctra. Huachaco - Santiago de Cao			UNIDAD N°	449	
FECHA	Martes, 11 de Julio de 2019			UBICACIÓN	15+232km 15+266km	
ELABORADO POR	ROBERTO CARLOS CORDOVA WATAJAY			ÁREA DE LA MUESTRA	224.40m ²	
TIPOS DE FALLAS						
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2	
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2	
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°	
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2	
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2	
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2	
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2	
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2	
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES						
		②	⑦	○	○	○
		34.00 L	13.50 L			
		34.00 L	8.50 M			
			4.60 L			
			12.30 L			
Total	Baja (L)	68.00	30.40			
	Media (M)		8.50			
	Alta (H)					
CÁLCULO DE PCI						
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Q: <u>3</u> $PCI = 100 - VDC$ <u>89</u> CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>Excelente</u>		
②	30.30%	L	5			
⑦	13.55%	L	6			
⑦	3.79%	M	9			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			20			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			11			

Fuente: elaboración propia

Tabla 90. Cálculo de PCI de la Unidad 483: 16 + 388 KM – 16 + 422 KM

FORMATO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL - P.C.I.								
VÍA	CTRA. HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO			UNIDAD N°	483			
FECHA	MARTES, 11 DE JUNIO DE 2019			UBICACIÓN	16+388KM 16+422KM			
ELABORADO POR	ROBERTO CARLOS CORDOVA WASATAH			ÁREA DE LA MUESTRA	224.40m ²			
TIPOS DE FALLAS								
1	Grietas piel de Cocodrilo	M2	11	Baches y zanjas separadas	M2			
2	Exudación de Asfalto	M2	12	Agregados pulidos	M2			
3	Grietas de Contracción (bloque)	M2	13	Huecos	N°			
4	Elevaciones - Hundimientos	M	14	Acceso a puentes	M2			
5	Corrugaciones	M2	15	Ahuellamiento	M2			
6	Depresiones	M2	16	Deformaciones por empuje	M2			
7	Grietas de Borde	M	17	Grietas de deslizamiento	M2			
8	Grietas de Reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2			
9	Desnivel calzada - Hombrillo	M	19	Disgregación y Desintegración	M2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	M						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
		2	4	7	11	13		
		16.34 L	0.60 L	14.50 L	0.50 L	1.00 L		
		17.05 L		7.50 M	0.50 L	1.00 L		
				5.10 L	0.25 L			
Total	Baja (L)	33.39	0.60	19.60	1.25	2.00		
	Media (M)			7.50				
	Alta (H)							
CÁLCULO DE PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	Q: <u>2</u> $PCI = 100 - VDC$ $\frac{73}{}$ CONDICIÓN DEL PAVIMENTO <u>Muy BUENO</u>				
2	14.88%	L	4					
4	0.27%	L	1					
7	8.73%	L	4					
7	3.34%	M	8					
11	0.56%	L	1					
13	0.89%	L	19					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			37					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			27					

Fuente: elaboración propia

ANEXO 15:

Hoja de cálculo del valor de P.C.I.

HOJA DE CÁLCULO DEL VALOR DE P.C.I.

Tabla 92. Cálculo del P.C.I. de la vía en estudio

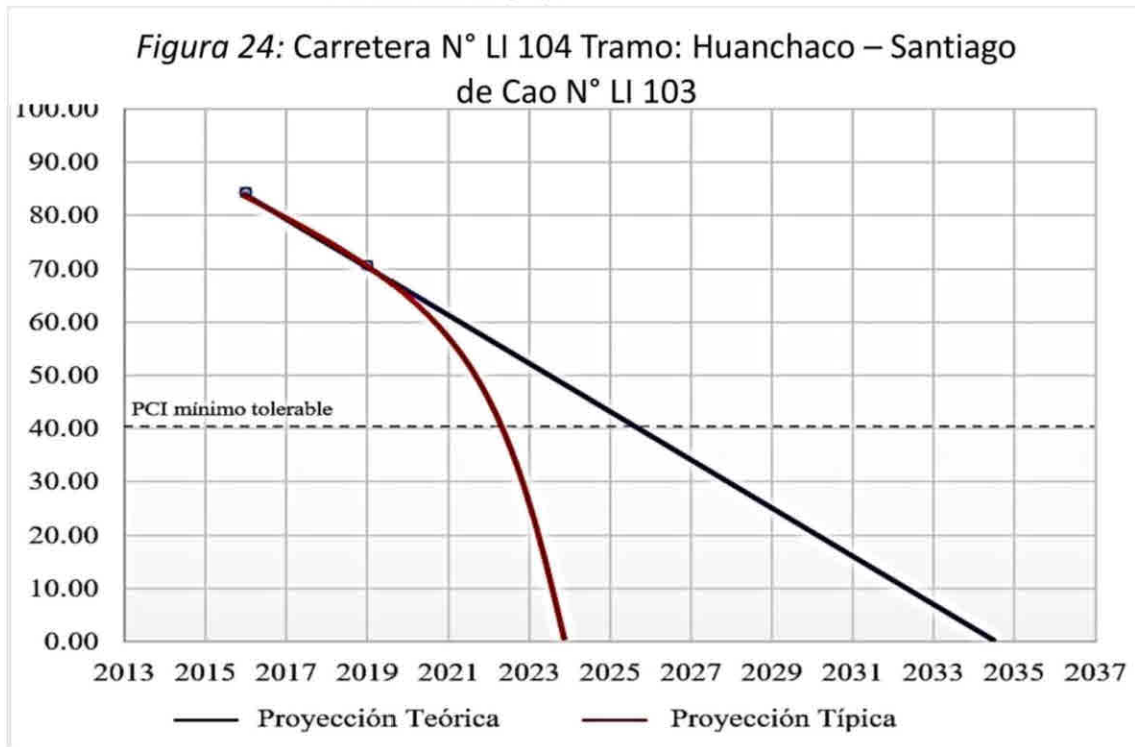
Grupo	Unidad de Inspección	Km del Grupo			PCI	CLASIFICACIÓN
		Inicio	Fin	Longitud		
1°	7	0+204 km	-	0+238 km	80.00	MUY BUENO
2°	41	1+360 km	-	1+394 km	46.00	REGULAR
3°	75	2+516 km	-	2+550 km	80.00	MUY BUENO
4°	109	3+672 km	-	3+706 km	62.00	BUENO
5°	143	4+828 km	-	4+862 km	74.00	MUY BUENO
6°	177	5+984 km	-	6+018 km	75.00	MUY BUENO
7°	211	7+140 km	-	7+174 km	77.00	MUY BUENO
8°	245	8+296 km	-	8+330 km	65.00	BUENO
9°	279	9+452 km	-	9+486 km	35.00	POBRE
10°	313	10+608 km	-	10+642 km	78.00	MUY BUENO
11°	347	11+764 km	-	11+798 km	71.00	MUY BUENO
12°	381	12+920 km	-	12+954 km	69.00	BUENO
13°	415	14+076 km	-	14+110 km	79.00	MUY BUENO
14°	449	15+232 km	-	15+266 km	89.00	EXCELENTE
15°	483	16+388 km	-	16+422 km	73.00	MUY BUENO
16°	517	17+544 km	-	17+578 km	74.00	MUY BUENO
P.C.I.					70.44	MUY BUENO

Fuente: elaboración propia

Tabla 93. Variación del valor del P.C.I. con respecto al tiempo

CARRETERA N° LI 104 TRAMO: HUANCHACO – SANTIAGO DE CAO N° LI 103		
2016	84.00	EXCELENTE
2019	70.44	MUY BUENO

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

ANEXO 16:
Panel fotográfico

CONTEO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN E – 01



Figura 25. Conteo vehicular para estudio de tráfico de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao realizado en la estación E – 01.

UNIDADES DE INSPECCIÓN MUESTRAL



Figura 26. Unidad de inspección U – 007 ubicada entre los 0 + 204 KM – 0 + 238 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 27. Unidad de inspección U – 041 ubicada entre los 1 + 360 KM – 1 + 394 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 28. Unidad de inspección U – 075 ubicada entre los 2 + 516 KM – 2 + 550 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 29. Unidad de inspección U – 109 ubicada entre los 3 + 672 KM – 3 + 706 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 30. Unidad de inspección U – 143 ubicada entre los 4 + 828 KM – 4 + 862 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 31. Unidad de inspección U – 177 ubicada entre los 5 + 984 KM – 6 + 018 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 32. Unidad de inspección U – 211 ubicada entre los 7 + 140 KM – 7 + 174 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 33. Unidad de inspección U – 245 ubicada entre los 8 + 296 KM – 8 + 330 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 34. Unidad de inspección U – 279 ubicada entre los 9 + 452 KM – 9 + 486 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 35. Unidad de inspección U – 313 ubicada entre los 10 + 608 KM – 10 + 642 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 36. Unidad de inspección U – 347 ubicada entre los 11 + 764 KM – 11 + 798 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 37. Unidad de inspección U – 381 ubicada entre los 12 + 920 KM – 12 + 954 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 38. Unidad de inspección U – 381 ubicada entre los 14 + 076 KM – 14 + 110 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 39. Unidad de inspección U – 449 ubicada entre los 15 + 232 KM – 15 + 266 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 40. Unidad de inspección U – 483 ubicada entre los 16 + 388 KM – 16 + 422 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao



Figura 41. Unidad de inspección U – 517 ubicada entre los 17 + 544 KM – 17 + 578 KM de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao

MEDICIÓN DE FALLAS EN UNIDADES DE INSPECCIÓN MUESTRAL



Figura 42. Medición de la longitud del hueco encontrado de severidad L



Figura 43. Medición de la longitud del hueco encontrado de severidad H



Figura 44. Medición del ancho de la exudación del asfalto encontrado de severidad M



Figura 45. Medición del ancho de la exudación del asfalto encontrado de severidad L



Figura 46. Medición de la longitud del hueco encontrado de severidad L.



Figura 47. Medición de la longitud del bache y/o zanja reparada encontrado de severidad L.

Anexo 17:

Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23 - 12 - 19 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Mg. Luis Alberto Homa Araujo, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, revisor de la tesis titulada

"Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco – Santiago de Cao, 2019", del estudiante Roberto Carlos Córdova Wajajay, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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.

Lugar y fecha: 23 de diciembre de 2019



Firma

Mg. Luis Alberto Homa Araujo

DNI: 18085738

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

Anexo 18: Pantallazo de software de Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows a thesis title: "Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco - Santiago de Cao, 2019". The author is identified as ROBERTO CARLOS CORDOVA WALAJAY. The thesis is for the FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL. The research line is DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL. The document is from Trujillo, Perú, 2019.

The right sidebar shows a "Resumen de coincidencias" (Similarity Summary) panel. It indicates a 21% similarity score. Below this, a list of sources is shown with their respective similarity percentages:

Rank	Source	Similarity
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	7 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.upi.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %

At the bottom of the interface, the status bar shows "Página: 1 de 54", "Número de palabras: 14715", and "Text-only Report | High Resolution Activado".

Anexo 19:

Formulario de autorización para la publicación electrónica de las tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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 : Córdova Wajajáy Roberto Carlos
D.N.I. : 70094698
Domicilio : Calle Manco Cápac N° 760 – Víctor Larco
Herrera – Trujillo – La Libertad
Teléfono : Fijo : 044 – 537095
Móvil : 951 890 676
E-mail : rc.cordova@outlook.es

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA
Escuela : INGENIERÍA CIVIL
Carrera : INGENIERÍA CIVIL
Título : INGENIERO CIVIL

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :
Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Roberto Carlos Córdova Wajajay

Título de la tesis:

"Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de
protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco – Santiago de
Cao, 2019"

Año de publicación : 2020

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

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 21 de enero del 2020

Anexo 20:

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:

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CÓRDOVA WAJAJAY ROBERTO CARLOS

INFORME TÍTULADO:

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ASFÁLTICO COMO CAPA DE

PROTECCIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA: CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO DE CAO, 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 23 DE DICIEMBRE DE 2019

NOTA O MENCIÓN: 18.00


FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Alan Valdivieso Velarde