

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI DE LA CARRETERA, TRAMO: DISTRITO DE
PAIJÁN A MACABI ALTO DEL DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022

Área de Investigación:

Transportes

Autor(es):

Br. Capristan Iglesias, Alexandra Violeta´

Br. Sánchez Saravia, Julio Fernando

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo

Secretario : Merino Martínez, Marcelo

Vocal : Rodríguez Ramos, Mamerto

Asesor:

Ms. Velásquez Diaz, Gilberto Anaximandro

Código Orcid:

<https://orcid.org/0000-0001-7812-401X>

Trujillo – Perú

2022

Fecha de sustentación: 2022/11/17

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI DE LA CARRETERA, TRAMO: DISTRITO DE
PAIJÁN A MACABI ALTO DEL DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022

Área de Investigación:

Transportes

Autor(es):

Br. Capristan Iglesias, Alexandra Violeta´

Br. Sánchez Saravia, Julio Fernando

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo

Secretario : Merino Martínez, Marcelo

Vocal : Rodríguez Ramos, Mamerto

Asesor:

Ms. Velásquez Diaz, Gilberto Anaximandro

Código Orcid:

<https://orcid.org/0000-0001-7812-401X>

Trujillo – Perú

2022

Fecha de sustentación: 2022/11/17

Dedicatoria

A Dios porque me permitió llegar hasta este momento y poder seguir adelante para cumplir una de mis metas. A mis padres y hermanos por ser mis pilares en esta formación profesional, por demostrarme su apoyo y amor incondicional en todo momento, a mis abuelos porque siempre están para mí, en especial a mi abuela Andrea que sé que desde el cielo está feliz porque logre ser una Ingeniera Civil.

CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA

Dedicatoria

A Dios quien fue el que me guio en todo este camino y por su amor incondicional y la confianza depositada en mi persona.

A mi familia porque gracias a su apoyo y motivación y formación profesional estoy logrando lo que tanto esfuerzo.

A mis abuelos porque con su cariño, consejos y enseñanzas me motivaron a seguir con perseverancia.

SÁNCHEZ SARA VIA JULIO FERNANDO

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres, familiares y amistades porque cada uno de ellos formo parte fundamental de este logro.

Agradezco a mi asesor el Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Diaz por su apoyo profesional y por ser parte del desarrollo, colaboración de esta tesis, para así poder culminarla.

Agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por ser los que con sus enseñanzas, experiencias y conocimientos formaron parte de mi formación académica y profesional

CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres, familiares por su apoyo incondicional, el cariño, amor y afecto hacia mi persona en todo este trayecto de mi carrera profesional.

Agradezco a mi asesor el Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Diaz por su apoyo profesional y aceptar ser parte en la colaboración de esta tesis.

Agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su valiosa enseñanza, conocimiento y experiencia adquiriendo en todo el transcurso de mi etapa profesional.

SÁNCHEZ SARAVIA JULIO FERNANDO

Resumen

El presente trabajo de investigación se encuentra en la Carretera principal de Paijàn – Macabi Alto, el estudio vial es de 7.4 km de longitud, esta es una vía importante que actualmente presenta deterioro sobre su pavimento, causando incomodidad en los usuarios que transitan sobre este, siendo esto también un peligro porque puede ocasionar accidentes.

En la Carretera Paijàn – Macabi alto encontramos diferentes fallas que intervienen en el mal estado de esta vía, por ello se tiene como objetivo general realizar la “Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante la metodología PCI en el tramo Paijàn – Macabí alto del Departamento La Libertad 2022”.

Se realizará el análisis sobre la situación actual en la que se encuentra el pavimento, se desarrollará el estudio en campo, siguiendo la metodología del PCI se observará los tipos de fallas en el tramo en evaluación, los datos nos servirán para clasificar según su tipo e identificar el nivel de severidad de las fallas.

Como instrumentos de inspección al realizar el estudio utilizamos wincha, conos, nivel, libretas de campo y una cámara para el registro de las fotos.

Finalmente, realizamos nuestro procedimiento de muestras, en las que las fallas encontradas en la zona de estudio la mayor fue del desprendimiento de agregados con un 19.05%, la cual la condición del pavimento en la que se encuentra es MALO.

Abstract

The present of this research work is located in the main road of Paijan – Macabi Alto, the road study is 7.4 km long, this is an important road that currently presents deterioration on its pavement, causing discomfort to users who travel on it, this is also a danger because it can cause accidents.

In the Paijan – Macabi Alto highway we found different faults that intervene in the condition of this road, therefore the general objective is to perform the “Evaluation of the Surface Pavement Condition Index using the PCI methodology in the Departament of La Libertad 2022”.

The field study was carried out, following the PCI methodology, it was possible to observe the types of faults in the section under evaluation, the data will help us to classify according to their type and identify the level of severity of the faults.

As inspection instruments when carrying out the study we used a winch, cones, level, field notebooks and a camera to register the photos.

Finally, we carried out our sampling procedure, in which the faults found in the study area the highest was the detachment of aggregates with 19.05%, which the condition of the pavement in which it is found is BAD.

Presentación

Señores miembros del jurado: En cumplimiento a los requisitos estipulados según el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis asistida de la Facultad de Ingeniería, ponemos a vuestra disposición la presente tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI EN EL TRAMO PAIJÀN – MACABI ALTO DEL DEPARTAMENTO LA LIBERTAD 2022” para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presente trabajo ha sido elaborado según el Manual Pavement Condition Index – PCI, desarrollando las diferentes herramientas para la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo estudiado, considerando el procedimiento y metodología para el buen análisis de mantenimiento y reparación del pavimento.

Índice

Contenido

Dedicatoria	4
Agradecimiento.....	6
Resumen	8
Abstract	9
Presentación.....	10
Índice.....	11
ÌNDICE DE TABLAS.....	13
Índice de Ilustraciones	15
Introducción	18
1.1. Problema de Investigación	19
1.2. Objetivos	20
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	20
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	20
1.2.3. <i>Justificación del Estudio</i> :.....	20
II. Marco de Referencia	21
2.1. Antecedentes del Estudio	21
2.2. Marco Teórico	23
2.2.1. <i>Características de Zona de Estudio</i>	23
2.2.2. <i>Definición de Pavimentos</i>	23
2.2.3. Tipos de Pavimentos.....	23
2.3. Marco Conceptual.....	25
2.3.1. <i>Asfalto</i>	25
2.3.2. <i>Capa de Rodadura</i>	26
2.3.3. <i>Severidad</i>	26
2.3.4. <i>Fallas en Pavimentos</i>	27

2.3.5. Patologías del pavimento flexible.....	27
2.4. Sistema de Hipótesis.....	30
III. Metodología Empleada.....	31
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	31
3.2. Población y Muestra de Estudio.....	31
3.3. Diseño de Investigación.....	32
3.4. Técnicas e Instrumentos de Colecta de Datos.....	32
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos.....	32
IV. Presentación de Resultados.....	33
4.1. Análisis e Interpretación de Resultados.....	33
4.2. Docimasia de Hipótesis.....	101
V. Discusión de Resultados.....	102
Conclusiones.....	103
Recomendaciones.....	104
Referencias Bibliográficas.....	105
Anexos.....	106

Índice De Tablas

Tabla 1: <i>Operacionalización de las Variables Indep. Y Dependiente.....</i>	31
Tabla 2: <i>Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas.....</i>	33
Tabla 3: <i>Cuadro de Áreas de las Muestras a Evaluar.....</i>	38
Tabla 4: <i>Ficha de Unidad de Muestro de PCI.....</i>	39
Tabla 5: <i>Llenado de Formato de Unidad de Muestreo 1.....</i>	40
Tabla 6: <i>Unidad de Muestreo 1.....</i>	44
Tabla 7: <i>Unidad de Muestreo 2.....</i>	44
Tabla 8: <i>Valor Deducido – Muestra 2.....</i>	46
Tabla 9: <i>Unidad de Muestreo 3.....</i>	47
Tabla 10: <i>Valor Deducido – Muestra 3.....</i>	49
Tabla 11: <i>Unidad de Muestreo 4.....</i>	50
Tabla 12: <i>Valor Deducido – Muestra 4</i>	53
Tabla 13: <i>Unidad de Muestreo 5.....</i>	54
Tabla 14: <i>Valor Deducido – Muestra 5.....</i>	55
Tabla 15: <i>Unidad de Muestreo 6.....</i>	58
Tabla 16: <i>Valor Deducido – Muestra 6.....</i>	60
Tabla 17: <i>Unidad de Muestreo 7.....</i>	61
Tabla 18: <i>Valor Deducido – Muestra 7.....</i>	63
Tabla 19: <i>Unidad de Muestreo 8.....</i>	64
Tabla 20: <i>Valor Deducido – Muestra 8.....</i>	66
Tabla 21: <i>Unidad de Muestreo 9.....</i>	67
Tabla 22: <i>Valor Deducido – Muestra 9.....</i>	69
Tabla 23: <i>Unidad de Muestreo 10.....</i>	70

Tabla 24: <i>Valor Deducido – Muestra 10</i>	72
Tabla 25: <i>Unidad de Muestreo 11</i>	73
Tabla 26: <i>Valor Deducido – Muestra 11</i>	75
Tabla 27: <i>Unidad de Muestreo 12</i>	76
Tabla 28: <i>Valor Deducido – Muestra 12</i>	79
Tabla 29: <i>Unidad de Muestreo 13</i>	80
Tabla 30: <i>Valor Deducido – Muestra 13</i>	83
Tabla 31: <i>Unidad de Muestreo 14</i>	84
Tabla 32: <i>Valor Deducido – Muestra 14</i>	86
Tabla 33: <i>Unidad de Muestreo 15</i>	87
Tabla 34: <i>Valor Deducido – Muestra 15</i>	89
Tabla 35: <i>Unidad de Muestreo 16</i>	90
Tabla 36: <i>Valor Deducido – Muestra 16</i>	92
Tabla 37: <i>Valor Deducido Corregido</i>	94
Tabla 38: <i>Cálculo del VDC</i>	94
Tabla 39: <i>Máximo de Valores Deducidos Corregido - VDC</i>	96
Tabla 40: <i>Rangos de Clasificación del PCI</i>	97
Tabla 41: <i>Resumen de Fallas de Muestras</i>	97
Tabla 42: <i>Promedio de Unidades de Muestreo</i>	99
Tabla 43: <i>Promedio de Unidades de Muestreo Adicionales</i>	99
Tabla 44: <i>Rangos de Clasificación del PCI</i>	101

Índice de Ilustraciones

Figura 1: <i>Capas del Pavimento Flexible</i>	24
Figura 2: <i>Capas del Pavimento Rígido</i>	24
Figura 3: <i>Capas del Pavimento Articulado</i>	25
Figura 4: <i>Ubicación Satelital del Tramo de Paijàn a Macabi Alto</i>	31
Figura 5: <i>Desprendimiento de Carpeta Asfáltica</i>	36
Figura 6: <i>Grieta de Borde</i>	36
Figura 7: <i>Grieta de borde de alta Severidad</i>	37
Figura 8: <i>Falla de Abultamientos y Hundimientos</i>	37
Figura 9: <i>Perfil de Muestras y Área de Fallas</i>	39
Figura 10: <i>Valor Deducido Falla Nº 7 – Grieta de Borde</i>	42
Figura 11: <i>Valor Deducido Falla Nº 10 – Grieta Long. y Transv</i>	42
Figura 12: <i>Valor Deducido Falla Nº 19 – Desp. de agregados</i>	43
Figura 13: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 2</i>	45
Figura 14: <i>Curvas de Abultamiento – Muestra 2</i>	45
Figura 15: <i>Curvas de Parcheo – Muestra 2</i>	46
Figura 16: <i>Curvas de Parcheo – Muestra 3</i>	48
Figura 17: <i>Curvas de Hundimiento – Muestra 3</i>	48
Figura 18: <i>Curvas de Desp. de Agregados – Muestra 3</i>	49
Figura 19: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 4</i>	51
Figura 20: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv. – Muestra 4</i>	51
Figura 21: <i>Curvas de Hundimientos – Muestra 4</i>	52
Figura 22: <i>Curvas de Desprendimiento – Muestra 4</i>	52
Figura 23: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 5</i>	55

Figura 24: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv. – Muestra 5</i>	55
Figura 25: <i>Curvas de Hundimientos – Muestra 5</i>	56
Figura 26: <i>Curvas de Desprendimiento – Muestra 5</i>	56
Figura 27: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 6</i>	59
Figura 28: <i>Curvas de Parcheo Muestra 6</i>	59
Figura 29: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 7</i>	62
Figura 30: <i>Curvas de Hundimientos – Muestra 7</i>	62
Figura 31: <i>Curvas de Desprendimiento de Agregados</i>	63
Figura 32: <i>Curvas de Grietas de Borde - Muestra 8</i>	65
Figura 33: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv – Muestra 8</i>	65
Figura 34: <i>Curvas de Desprendimiento de Agregados – Muestra 8</i>	66
Figura 35: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 9</i>	68
Figura 36: <i>Curvas de Piel de Hundimientos – Muestra 9</i>	68
Figura 37: <i>Curvas de Grietas de Borde – Muestra 10</i>	71
Figura 38: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv. – Muestra 10</i>	71
Figura 39: <i>Curvas de Desp.de Agregados – Muestra 10</i>	72
Figura 40: <i>Curvas de Exudaciòn – Muestra 11</i>	74
Figura 41: <i>Curvas de Grietas de Reflexiòn – Muestra 11</i>	74
Figura 42: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv. – Muestra 11</i>	75
Figura 43: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 12</i>	77
Figura 44: <i>Curvas de Hundimientos – Muestra 12</i>	77
Figura 45: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv. – Muestra 12</i>	78
Figura 46: <i>Curvas de Parcheo – Muestra 12</i>	78

Figura 47: <i>Curvas de Desprendimiento – Muestra 12</i>	79
Figura 48: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 13</i>	81
Figura 49: <i>Curvas de Grietas Longitudinales – Muestra 13</i>	81
Figura 50: <i>Curvas de Parcheo – Muestra 13</i>	82
Figura 51: <i>Curvas de Desprendimiento – Muestra 13</i>	82
Figura 52: <i>Curvas de Grietas Long. y Transv. – Muestra 14</i>	85
Figura 53: <i>Curvas de Hundimientos – Muestra 14</i>	85
Figura 54: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 15</i>	88
Figura 55: <i>Curvas de Desprendimiento – Muestra 15</i>	88
Figura 56: <i>Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 16</i>	91
Figura 57: <i>Curvas de Exudaciòn</i>	91
Figura 58: <i>Curvas de Desprendimiento – Muestra 16</i>	92
Figura 59: <i>Abaco TDV</i>	95
Figura 60: <i>Abaco TDV</i>	96
Figura 61: <i>Detalles de fallas</i>	98
Figura 62: <i>Fallas Superficiales en Carretera Pajàn</i>	106
Figura 63: <i>Fallas Superficiales en Carretera Macabi Alto</i>	106
Figura 64: <i>Inicio de Tramo de Estudio de Muestra</i>	107
Figura 65: <i>Toma de Medidas de Fallas</i>	107
Figura 66: <i>Toma de Medidas en Fallas</i>	108
Figura 67: <i>Toma de Medidas en Fallas</i>	108
Figura 68: <i>Toma de Medidas en Fallas</i>	109
Figura 69: <i>Toma de Medidas en Fallas</i>	109

Introducción

En el Perú la tasa de fatalidad está en aumento por accidentes viales, 27 por cada 10000 vehículo, alrededor del 70% ocurren en el área metropolitana Lima-Callao. En Lima y Callao anualmente se estima alrededor de 1800 muertes de las cuales 840 personas mueren en la red vial.

La provincia de Ascope presenta un sistema vial con una infraestructura deficiente, presentando con mal estado gran parte de sus carreteras, muchas de ellas solo se encuentran compactadas y con capa de asfalto, otras presentan baches, fisuras, agrietamientos en gran parte del pavimento.

En nuestra tesis se aplicará en el tramo de Paijàn – Macabi Alto con 7.4 km de longitud, ubicada en la Provincia de Ascope, para identificar su estado o condición en la que se encuentra el pavimento flexible en la vía de estudio.

Nuestra investigación se basó en realizar el estudio superficial aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI) en el tramo de Paijàn – Macabi Alto, porque es un estudio y análisis completo de Gestión Vial. Se recopiló información en campo, tomando en cuenta el área y longitud de las fallas, para si poder determinar la cantidad de muestra, su nivel de severidad, la clasificación de cada falla, luego calculamos el índice para así definir en que estado del 0 al 100 se encuentra el pavimento flexible del tramo en estudio, si es muy malo o fallado, malo, regular, bueno, muy bueno o excelente.

1.1. Problema de Investigación

Según la OMS informa que una de las diez principales causas de muerte en el mundo ocupando el segundo lugar en el 2019 son los accidentes de tránsito donde anualmente mueren más de 1.2 millones de personas en las carreteras, comparando con el año de 1998 ocupaba el noveno lugar lo que es preocupante como ha ido en aumento siendo de gran riesgo muchas de las carreteras.

La infraestructura vial en el Perú se compone de 168,359 Km de carreteras que se clasifican en tres tipos de redes: nacional (16.1%), departamental (16.3%) y vecinal (67.6%). El sistema de transporte peruano no satisface los requerimientos de accesibilidad, transpirabilidad, confiabilidad y seguridad que la población necesita, presenta infraestructuras deficientes de baja calidad de los servicios y a la informalidad, entre otros factores.

El tramo de Paiján a Macabi Alto tiene aproximadamente 8.6 km de longitud, donde circulan vehículos pesados, buses interurbanos y provinciales, con una infraestructura deficiente, con mal estado como baches, fisuras, agrietamientos en gran parte del pavimento. Es por ello que se realizará el estudio superficial en el tramo Paiján – Macabi Alto del pavimento flexible utilizando la metodología del PCI, con los resultados se presentará la propuesta de la reparación de las fallas halladas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar e identificar los parámetros del estado superficial de la pavimentación aplicando el método PCI del pavimento flexible, en la Carretera Paján – Macabi Alto.

1.2.2. Objetivos Específicos

Identificar las fallas de mayor severidad que se presentan en la Carretera Paján – Macabi Alto.

- Determinar el estado de conservación y operacional en la Carretera Paján – Macabi Alto.
- Verificar el nivel de índice de condición del pavimento en la Carretera Paján – Macabi Alto.
- Analizar el cambio o no de carpeta asfáltica según nuestro resultado.

1.2.3. Justificación del Estudio:

Realizar el mejoramiento del mantenimiento y rehabilitación de la Carretera de Paján – Macabi Alto para una buena transitabilidad de los vehículos porque es una carretera principal, la cual a los usuarios tampoco brinda seguridad.

Este proyecto tiene como finalidad conocer y mejorar las fallas que tenga el pavimento actual, para ello se tiene que determinar los factores que implican esta falla y cuál sería el mejor método para su rehabilitación.

II. Marco de Referencia

2.1. Antecedentes del Estudio

Cardona y Magali (2019) presentaron en su tesis llamado “Estudio y diseño de la estructura de Pavimento para el mejoramiento y pavimentación de la Via Doima – Buenos Aires K0+000 AL K2+000, en el Municipio de Piedras Departamento del Tolima – Colombia”.

Tiene como objetivo realizar el diseño de la estructura de pavimento mediante la obtención de dos alternativas estructurales en pavimento flexible sobre la vía de la red terciaria entre los corregimientos de Doima – Buenos Aires sobre los 2 km iniciales, en el municipio de Piedras – Tolima.

Baque B. (2020) sustentó en su tesis de “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto Tramo II, Manta Provincia de Manabí - Ecuador” teniendo como resultado que se presenta en condición regular asimismo determino que se encontraron 12 fallas de las 26 muestras analizadas, las cuales presentan grado de incidencia como: El 78.28% de Descubrimiento de Agregados, 4.51% de Piel de Cocodrilo, 4.11% de Agregados Pulidos, 3.96% Grietas en Bloque, 3.24% de Grietas Longitudinal y Transversal, 2.27% Parche, 1.35% Grieta de Borde, 0.84% de Elevación y Hundimiento, 0.65% de Bache, 0.40% de Depresión, 0.36% de Corrugación 0.03% de Hinchamiento.

Ccani y Ferro (2017) en su Tesis “Evaluación y Análisis de Pavimento en la Ciudad de Abancay para proponer una mejor alternativa estructural en el Diseño de Pavimentos”, tuvo como resultado su evaluación en los Pavimentos Flexibles que la estructura existente presenta altos índices de deterioro, falla estructural en la calzada y bermas como fisuras transversales y longitudinales, también existe presencia de hundimientos y baches localizados. El estudio que se obtuvo en los Pavimentos Rígidos se encontraron fisuras en bloque y losas subdivididas de la combinación de fisuras longitudinales y transversales, deficiencia en los materiales que usaron para los sellos en las juntas las cuales permiten una infiltración de agua a la subbase lo cual perjudica la estructura del pavimento.

Escobar y Huincho, (2017), presentaron en su tesis de “Diseño de Pavimento Flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica, este proyecto de investigación su objetivo fue identificar y cuantificar la influencia que tienen los diferentes parámetros de diseño hacia el pavimento flexible y así poder determinar la vida útil que tendrá la vía en estudio, se tomó en cuenta una evaluación al pavimento actual debido a la estructura encontrada como sus deterioros, con el diseño del año 2017 para de esa manera determinar la influencia de los parámetros. Además, se identificaron aquellos parámetros de diseño más influyentes en el diseño del pavimento flexible actual en HUANCAVELICA en el tramo SANTA ROSA - SACHAPITE.

Cassana T. (2016), presento su tesis “Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope – Casagrande. Aplicando el modelo HDM – 4”, se tuvo como resultado que se ha logrado elaborar un modelo de mantenimiento vial aplicando el programa HDM-4, que permita ser aplicado al resto vías de la Provincia de Ascope para conservar la capa de rodadura, este modelo también permitirá a través de la base de datos guiar a las instituciones por medio de sus autoridades y directivos a gestionar el mantenimiento y servicio de las vías, aumentando la seguridad y confort de los usuarios.

Heras y Ramírez (2020) en su tesis “Evaluación técnica y económica de propuestas de diseño de pavimentos flexibles, rígidos y articulados, para el centro poblado de farias, distrito de Chocope, provincia de Ascope – La Libertad”, tiene como objetivo determinar la evaluación técnica y económica, usando como método de recolección de datos la elaboración de calicatas en varios puntos de las calles del centro poblado, guiándose de las recomendaciones que nos brinda el Reglamento de Edificaciones: Norma C.E 0.10 Pavimentos Urbanos, 2010, con el fin de conocer la clasificación y el tipo de suelo, donde se obtuvo una arena pobremente graduada con limos, con un CBR de 14.37%.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Características de Zona de Estudio

El desarrollo de este proyecto está enfocado en la Carretera principal en el Distrito de Paijàn a Macabi Alto del departamento La Libertad. La estructura de este pavimento es flexible, con 7.4 km de longitud, cuenta con 2 carriles.

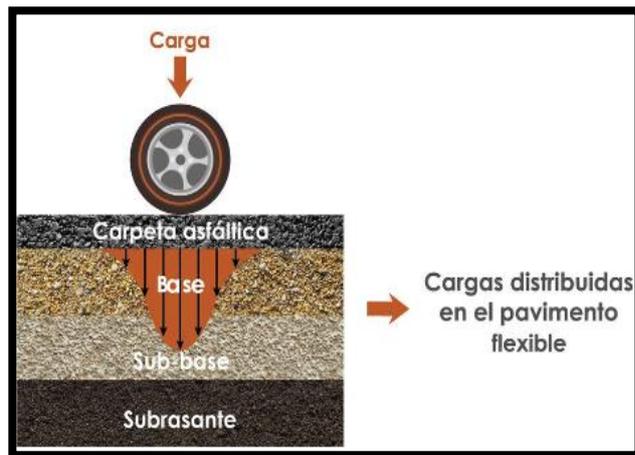
2.2.2. Definición de Pavimentos

Melendez L. (2015), El Pavimento es la capa o conjuntos de capas de materiales apropiados, comprendidos entre el nivel superior de la sub rasante y la superficie de rodamiento o tránsito, cuya principal función es la de proporcionar una superficie de transitabilidad uniforme, de color y textura apropiado, resistente a las diferentes acciones del tránsito.

2.2.3. Tipos de Pavimentos

2.2.3.1. Pavimentos Flexibles

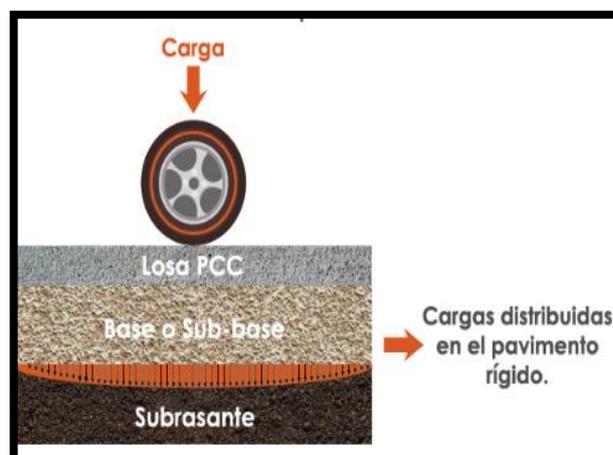
Yauri y Mamani (2019), Este tipo de pavimentos está constituido por una capa de mezcla asfáltica, apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. La base tiene la función soportar las cargas aplicadas y distribuirlas a la sub base, está compuesto generalmente por áridos que pueden ser tratados. La sub base se compone de material de menor calidad que la base, y transmiten las cargas al terreno, y pueden actuar como drenaje de las aguas del subsuelo.

Figura 1*Capas del Pavimento Flexible*

Fuente: Loria Salazar, L. (2019)

2.2.3.2. Pavimentos Rígidos

Montejo F. (2012), Los pavimentos rígidos son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido.

Figura 2*Capas del Pavimento Rígido*

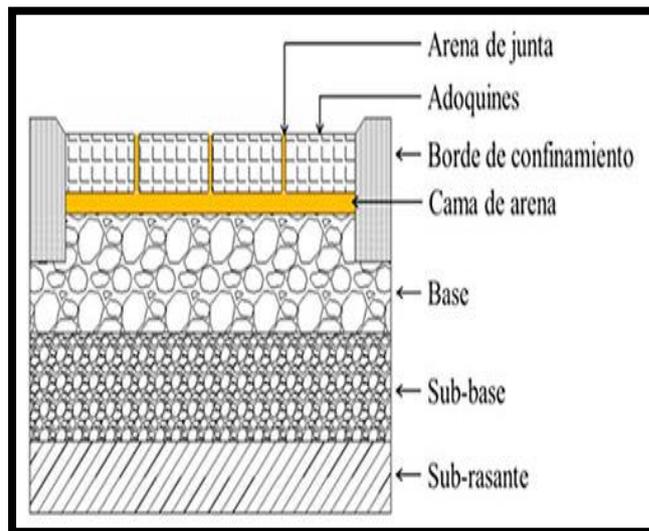
Fuente: Loria Salazar L. (2019)

2.2.3.3. Pavimentos Articulados

Leguía y Pacheco (2016), Llamado también pavimento híbrido, es una combinación de flexible y rígido, se colocan bloques de concreto prefabricado en lugar de la carpeta asfáltica. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que los bloques producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

Figura 3

Capas de Pavimentos Articulados



Fuente: ASCE, 2010

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Asfalto

Es procedente de la destilación y refinamiento del petróleo o asfaltos naturales, el mejoramiento de las propiedades de los suelos con el añadido de asfalto y productos es una técnica socorrida y frecuentemente efectiva. (Sanfandilla, 2002).

2.3.2. Capa de Rodadura

Está diseñada para resistir el desgaste que causan los neumáticos, soportando esfuerzos de tracción y corte, además los efectos climáticos como las precipitaciones. (Balarezo, 2017).

2.3.3. Severidad

Es el nivel de daño que presenta cada falla, suele clasificarse según la profundidad y longitud de esta, aunque los criterios de clasificación varían para cada una, en general se definen en tres niveles: bajo, medio y alto.

a. Bajo (Low : L)

(Vaquez, 2002), Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

b. Medio (Medium : M)

(Vaquez, 2002), Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

c. Alto (High : Alto)

(Vaquez, 2002), Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad: o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

2.3.4. Fallas en Pavimentos

a. Fallas Estructurales

Deficiencia del pavimento, se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento llegando a deformar la capa de rodadura o la carpeta asfáltica.

b. Fallas Superficiales

Deterioro natural del pavimento causado principalmente por acción del tránsito, agentes erosivos o abrasivos; estos suelen encontrarse donde transitan los vehículos. (Gutiérrez, 2006).

2.3.5. Patologías del pavimento flexible

a. Piel de Cocodrilo

Se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Son fisuras de forma de polígonos irregulares, esto indica la pérdida de la capacidad estructural del pavimento, pues disminuye su capacidad de resistencia. (Corredor y Corros, 2010)

Para identificar según su nivel de severidad, tenemos en cuenta lo siguiente:

Niveles de Severidad

Bajo – Fisuras muy finas, de ancho menores de 1.5 mm

Medio – Fisuras muy finas a moderadas, de ancho menos de 5 mm, interconectadas formando polígonos pequeños.

Alto – La fisura ha progresado de manera de constituir una malla cerrada de pequeños polígonos bien definidos.

b. Abultamientos y Hundimientos

Según la norma ASTM D6433-03 son desplazamientos pequeños, hacia arriba y hacia debajo de la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la carretera.

Niveles de Severidad

Bajo – El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo, se encuentra entre las medidas de 13 mm a 25 mm.

Medio – Provoca un molesto balanceo, es tolerable, se encuentra entre 25 mm y 50 mm.

Alto – Provoca movimientos hasta peligrosos, la profundidad máxima del área es mayor a de 50 mm.

c. Fisuras en bloque

Según la norma ASTM D6433-03 son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variables desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Niveles de Severidad

Bajo – Los bloques están delimitados predominante de nivel de severidad bajo por fisuras transversales y longitudinales.

Medio – Los bloques están delimitados predominante de nivel de severidad medio por fisuras transversales y longitudinales.

Alto – Los bloques están delimitados predominante de nivel de severidad alto por fisuras transversales y longitudinales.

d. Ahuellamiento

Es una falla que se manifiesta superficialmente en los pavimentos asfáltico, como consecuencia de la aplicación reiterada de las cargas del tránsito, una de las razones por la que se originan es por los deficientes materiales que componen a la estructura, también por las temperaturas, bajas velocidades de circulación, etc. (Delbono y Rebollo 2017).

Niveles de Severidad

Bajo – Profundidad promedio de 6 mm a 13 mm.

Medio – Profundidad promedio de 13 mm a 25 mm.

Alto – Profundidad promedio es mayor de 25 mm.

e. Hinchamiento

Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente tiene la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera con una longitud mayor a 3.00 m. (Catálogo de deterioro de pavimentos flexibles, 2002).

Niveles de Severidad

Bajo – Baja incidencia, apenas es perceptible al manejar a una velocidad promedio.

Medio – Moderada incidencia en la comodidad, se requiere ir a una velocidad de operación promedio.

Alta – Severa incomodidad, con peligro para la circulación.

f. Baches

Son pequeños hoyos en la superficie del pavimento de diámetro menos a 750 mm, presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla. (Catálogo de deterioro de pavimentos flexibles, 2002).

Niveles de Severidad

Bajo – Profundidad máxima de 25 mm.

Medio – Profundidad de 25 mm a 50 mm.

Alta – Profundidad máxima de 50 mm.

g. Desprendimiento de Agregados

Desgaste gradual de la superficie de rodamiento como consecuencia de la disgregación y desprendimiento de material fino

que la conforma. (Catálogo de deterioro de pavimentos flexibles, 2002).

Bajo – Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse.

Medio – El desprendimiento del material fino es significativo, dejando expuesto al agregado grueso.

Alta – El desprendimiento del agregado es extensivo e incluye la remoción del material grueso.

2.4. Sistema de Hipótesis

Mediante el Método Pavement Condition Index – PCI permite analizar el estado de estructura y condición en la que se encuentra el pavimento flexible en el Tramo Pajà – Macabi Alto.

Variables e Indicadores (cuadro de operacionalización de variables)

a. Variable Independiente:

Índice de condición del pavimento.

b. Variable Dependiente:

Estudio superficial del diseño del pavimento.

Tabla 1

Operacionalización de las Variables Independiente y Dependiente

VARIABLES	INDICADOR	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
VARIABLE INDEPENDIENTE	Grado de deterioro	Niveles de severidad	Bajo Medio Alto
VARIABLE DEPENDIENTE	Estudio superficial de fallas	Parámetros de evaluación	Normal Regular Malo

Fuente: Propia

III. Metodología Empleada

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

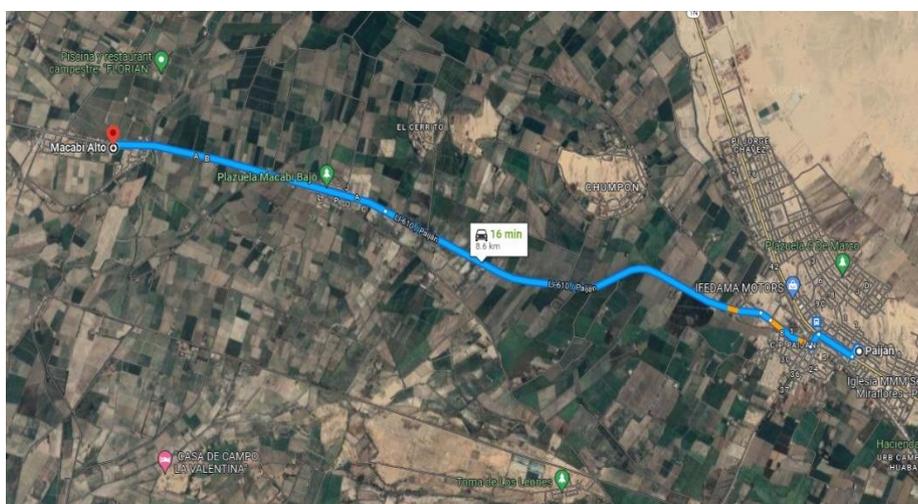
Esta investigación se realizará mediante un análisis superficial que se presentan en la Carretera en el Tramo Paijàn – Macabi Alto.

3.2. Población y Muestra de Estudio

La población se considera el Tramo de Paijàn – Macabi Alto en la Provincia de Ascope del Departamento de La Libertad.

Figura 4

Ubicación Satelital del Tramo de Paijàn a Macabi Alto



Fuente. Google Maps

3.3. Diseño de Investigación

Mediante la aplicación del Pavement Condition Index (PCI), se tiene como finalidad en este proyecto de investigación evaluar e identificar los parámetros del estado superficial en el pavimento flexible, en la Carretera Paiján – Macabi Alto.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Colecta de Datos

- Recopilación de información para el desarrollo de la investigación, utilizando el método PCI.
- Evaluación funcional de recopilación de datos en el tramo de investigación.
- Utilizaremos hojas de registro para anotar y recolectar los datos según el procedimiento del manual PCI.
- Tomar fotos como evidencias y objeto de crítica del estado de fallas.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

La información se procesará de la siguiente manera:

- Base de datos para el ordenamiento y clasificación de información
- Hoja de cálculo
- Cuadros estadísticos

IV. Presentación de Resultados

Para nuestro proyecto se ha optado por tomar secciones de hasta de 30 m de longitud por los 7.4 km que tenemos de muestra, por lo cual emplearemos los datos tanto en campo como en el plano catastral de Pajàn emplearemos

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

Para realizar el análisis tenemos que desarrollar el método de la evaluación superficial en el pavimento utilizando el manual de aplicación estructurado en base a la norma ASTM D5340, en la cual se realizará la evaluación y clasificación objetiva del pavimento flexible en el tramo de Pajàn – Macabi Alto.

Paso Nº 1 – Unidades de Muestreo

Según Vásquez V. (2006) las carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m, la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 ± 93.0 m².

En nuestro proyecto el ancho de la Vía no es constante, por lo cual hemos optado por tomar secciones de hasta 38 m de longitud por los 7.4 km que tenemos de muestra, lo cual creemos conveniente emplear el Plano catastral del tramo a evaluar.

Tabla 2

Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente. Manual del Pavement Condition Index

El tramo de la carretera a evaluar tiene una longitud total de 7400.00 m, lo cual será dividido por los 38 m de secciones que tendremos.

$$\frac{7400}{38} = 194.74$$

Para los 7.4 km realizaremos redondeando 195 muestras de 38 m cada sección.

Paso N° 2 – Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación

Para determinar las unidades de muestreo mínimo que deben evaluarse utilizaremos la siguiente ecuación, estimado del PCI ± 5 del promedio con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

- n : Número mínimo de unidades de muestreo
- N : Número total de unidades de muestreo por sección del pavimento
- e : Error admisible en el estimativo del PCI (5%)
- σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

Nota importante: Cuando el número de unidades mínimo evaluar es menor a 5, **todas las unidades deberán evaluarse.**

Aplicamos la fórmula:

$$n = \frac{195 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (195 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.86$$

El número mínimo de unidades de muestreo para la evaluación redondeando es 15.

Paso Nº 3 - Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Todas las unidades deben estar igualmente espaciadas a lo largo de las secciones del pavimento, la primera de ellas debe ser escogida al azar (aleatoriamente sistemática), utilizando la siguiente ecuación:

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

Donde:

- N : Número total de unidades de muestreo disponible
- n : Número mínimo de unidades para evaluar
- l : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

$$i = \frac{195}{15}$$

$$i = 13$$

El intervalo de elección para las unidades de muestreo es cada 13 unidades, y el inicio es al azar.

Evaluación de Condición de Fallas

Figura 5

Desprendimiento de Carpeta Asfáltica



Fuente: Propia

Figura 6

Grieta de Borde



Fuente: Propia

Figura 7

Grieta de Borde de Alta Severidad



Fuente: Propia

Figura 8

Falla de Abultamientos y Hundimientos



Fuente: Propia

Para determinar el área realizamos la toma de medidas en campo, utilizando wincha y nivel, lo cual luego en una hoja elaboramos la Tabla 3, teniendo en cuenta que añadimos una sección de unidad más para poder evaluar las 195 secciones.

Tabla 3

Cuadro de Áreas de las Muestras a Evaluar

ÁREAS DE LAS MUESTRAS A EVALUAR					
ITEM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	SECCIÒN		ÁREA
1	0 + 000	0 + 038	UM	1	235.60
2	0 + 500	0 + 538	UM	14	248.92
3	1 + 000	1 + 038	UM	27	259.10
4	1 + 500	1 + 538	UM	40	220.70
5	2 + 000	2 + 038	UM	53	284.31
6	2 + 500	2 + 538	UM	66	276.80
7	3 + 000	3 + 038	UM	79	248.20
8	3 + 500	3 + 538	UM	92	290.05
9	4 + 000	4 + 038	UM	105	246.70
10	4 + 500	4 + 538	UM	118	236.80
11	5 + 000	5 + 038	UM	131	266.15
12	5 + 500	5 + 538	UM	144	254.65
13	6 + 000	6 + 038	UM	157	219.43
14	6 + 500	6 + 538	UM	170	221.58
15	7 + 000	7 + 038	UM	183	275.62
16	7 + 362	7 + 400	UM	195	277.21

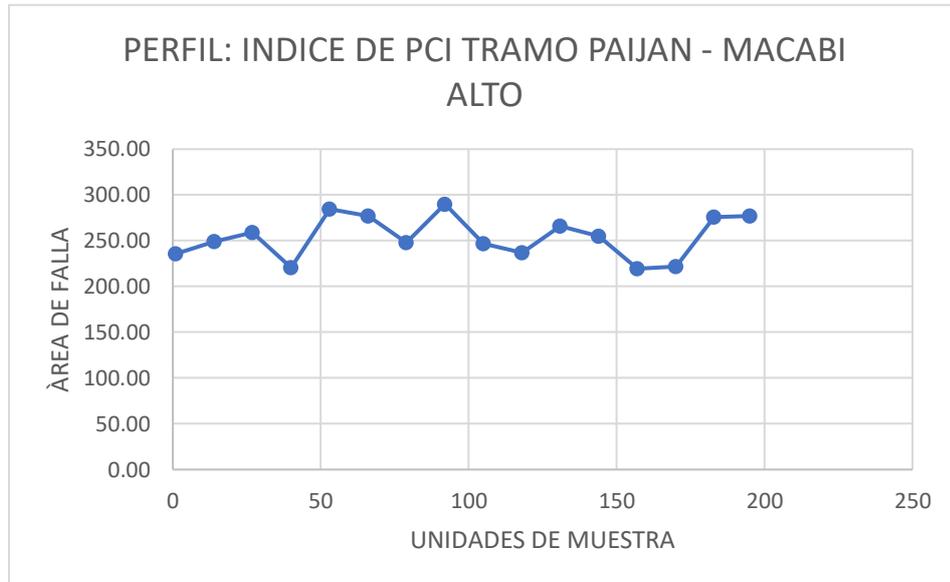
Fuente. Propia

Nota. Las 16 unidades de muestras son evaluadas cada 38 metros.

Para continuar con el procedimiento realizaremos el llenado de la ficha PCI en las 16 unidades de las secciones a evaluar.

Figura 9

Perfil de Muestras y Área de Fallas



Fuente: Propia

Tabla 4

Ficha de Unidad de Muestro de PCI

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								
VÍA	PROG. INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO						
FECHA	PROG. FINAL	ÁREA DE MUESTREO (m2)						
INSPECCIONADA POR CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO								
TIPO DE FALLAS								
N°	Daño	N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación	15	Ahuellamiento					
6	Depresión	16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde	17	Grieta Parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversales							
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente. Manual del PCI

Para continuar con el procedimiento realizaremos el llenado de la ficha PCI en las 16 unidades de las secciones a evaluar.

Ingresamos los datos a la ficha según las fallas catalogadas en cada sección de muestreo, las cantidades, el área y longitud.

Tabla 5

Llenado de Formato de la Unidad de Muestreo 1

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
VÍA		PROG. INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
AV. SAN PEDRO		0+000		UM-01							
FECHA		PROG. FINAL		ÁREA DE MUESTREO (m2)							
Ago-22		0+038		235.60							
INSPECCIONADA POR											
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SARAVIA JULIO FERNANDO											
TIPO DE FALLAS											
N°	Daño			N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo						
2	Exudación			12	Pulimiento de agregados						
3	Arietamiento en bloque			13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación			15	Ahuellamiento						
6	Depresión			16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde			17	Grieta Parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversales										
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor	
7	A	12.9						12.9	5.48		
10	M	7.6						7.6	3.23		
19	A	42.61	35.46	53.12				131.19	55.68		

Fuente: Propia

Cálculo de la Densidad

Utilizaremos la siguiente fórmula para las fallas de estudio.

$$d = \frac{At}{Am} \times 100$$

Donde:

At = Área total de falla

Am = Área de la muestra en estudio

Calculamos:

Falla N° 7

$$d = \frac{12.90}{235.60} \times 100$$

$$d = 5.48$$

Falla N° 10

$$d = \frac{7.6}{235.60} \times 100$$

$$d = 3.23$$

Falla N° 19

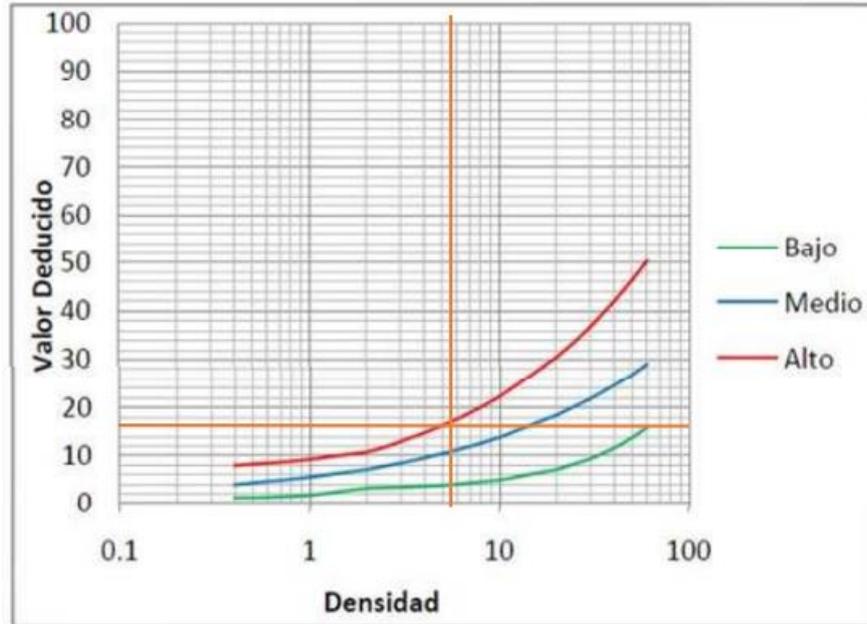
$$d = \frac{131.19}{235.60} \times 100$$

$$d = 55.68$$

Cálculo de los Valores deducidos

Figura 10

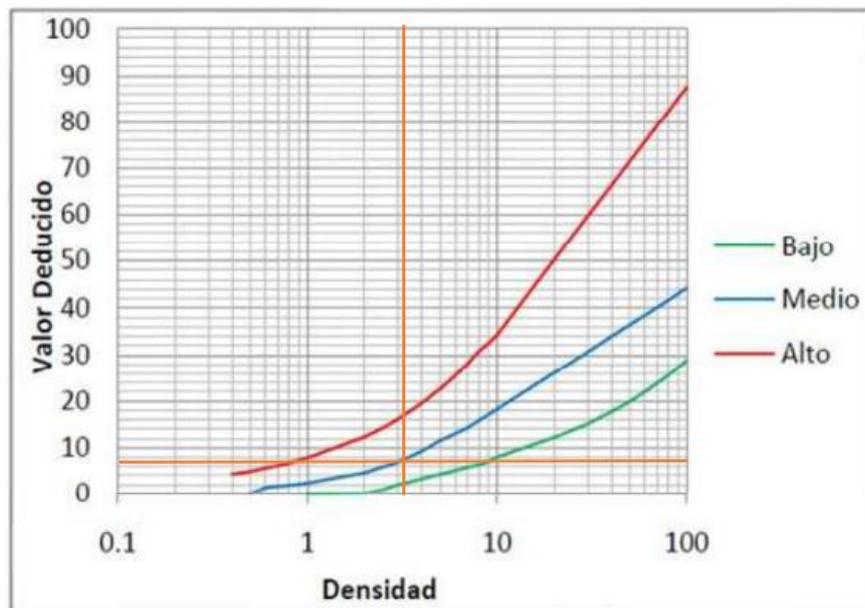
Valor Deducido Falla N° 7 – Grieta de Borde



Fuente: Propia

Figura 11

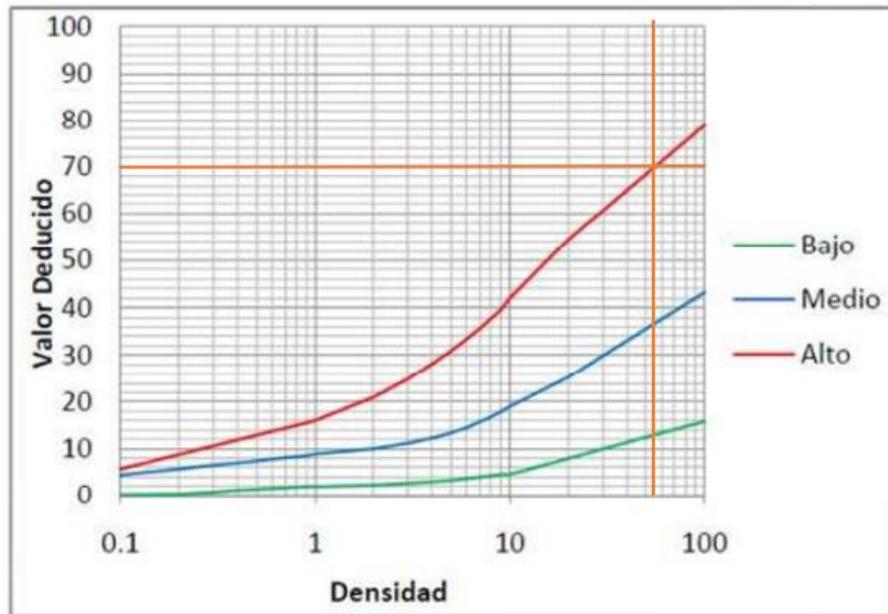
Valor Deducido Falla N° 10 – Grieta Long. y Transv.



Fuente: Propia

Figura 12

Valor Deducido Falla N° 19 – Desprendimiento de Agregados



Fuente: Propia

Tabla 6

Unidad de Muestra 1

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
VÍA		PROG. INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO					
AV. SAN PEDRO		0+000		UM - 01					
FECHA		PROG. FINAL		ÁREA DE MUESTREO (m²)					
Ago-22		0+038		235.60					
INSPECCIONADA POR									
CARRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SARAVIA JULIO FERNANDO									
TIPO DE FALLAS									
N°	Daño				N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo			
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación				15	Ahuellamiento			
6	Depresión				16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento			
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long y transversales								
Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor	
7	A	12.9				12.9	5.48	17	
10	M	7.6				7.6	3.23	9	
19	A	42.61	35.46	53.12		131.19	55.68	69	

Fuente: Propia

Tabla 7

Unidad de Muestra 2

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
CARRT. PAIJÁN		0 + 500			UM - 02					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m²)					
Ago-22		0 + 538			248.92					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parqueo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	19.15	4.68	3.49				27.32	10.98	54
4	A	8.61	5.17	9.15	18.23			41.16	16.54	81
11	A	21.78	10.04	12.98				44.8	18.00	65



Fuente: Propia

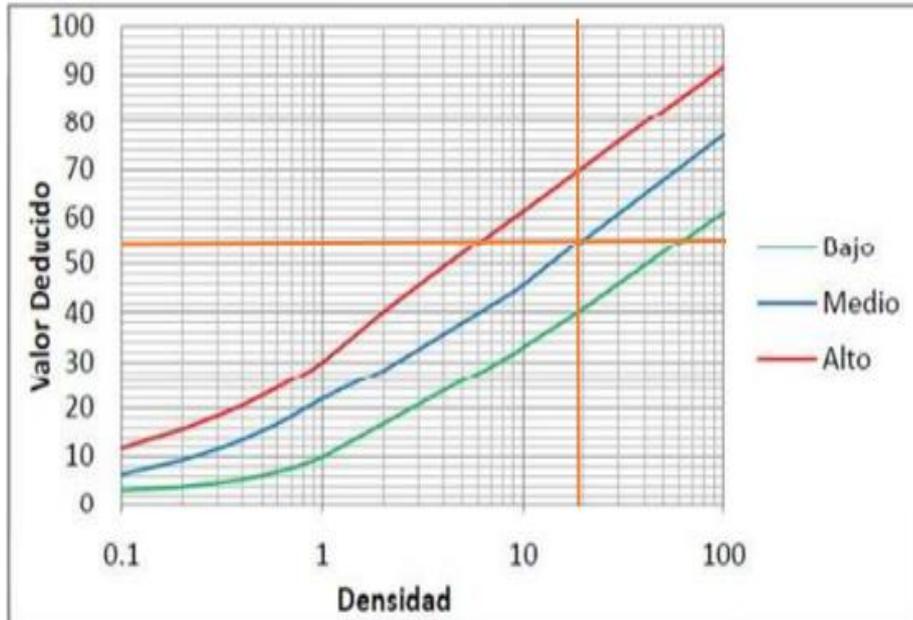
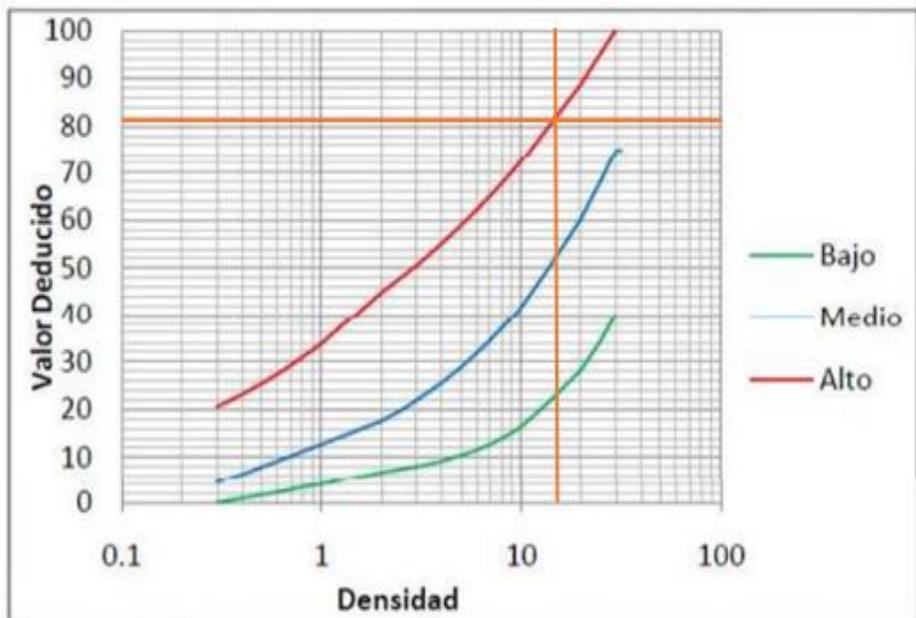
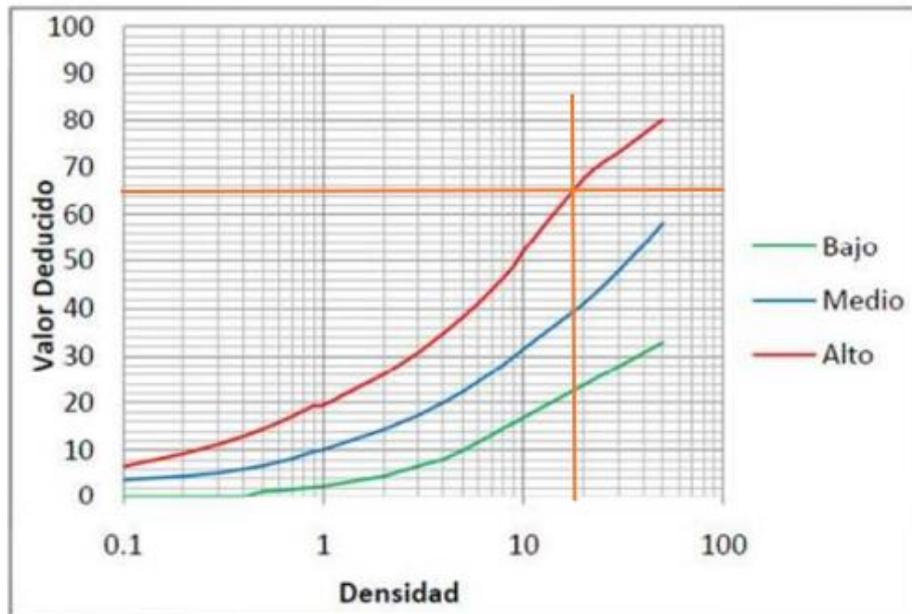
Figura 13*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 2**Fuente: Propia***Figura 14***Curvas de Abultamiento – Muestra 2**Fuente: Propia*

Figura 15*Curvas de Parcheo – Muestra 2**Fuente: Propia***Tabla 8***Valores Deducidos – Muestra 2*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	0	3	3	2	81
2	0	2	2	1	83

Fuente: Propia

Valor PCI : 17

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 9

Unidad de Muestra 3

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO						
CARRT. PAIJÁN		1+000		UM-03						
FECHA		PROG. FINAL		ÁREA DE MUESTREO (m2)						
Ago-22		1+038		259.10						
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño			N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo					
2	Exudación			12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación			15	Ahuellamiento					
6	Depresión			16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde			17	Grieta Parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchariento					
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
11	A	13.4	4.12					17.52	6.76	39
13	A	2						2	0.77	48
19	A	32	20.15	13				65.15	25.14	58



Fuente: Propia

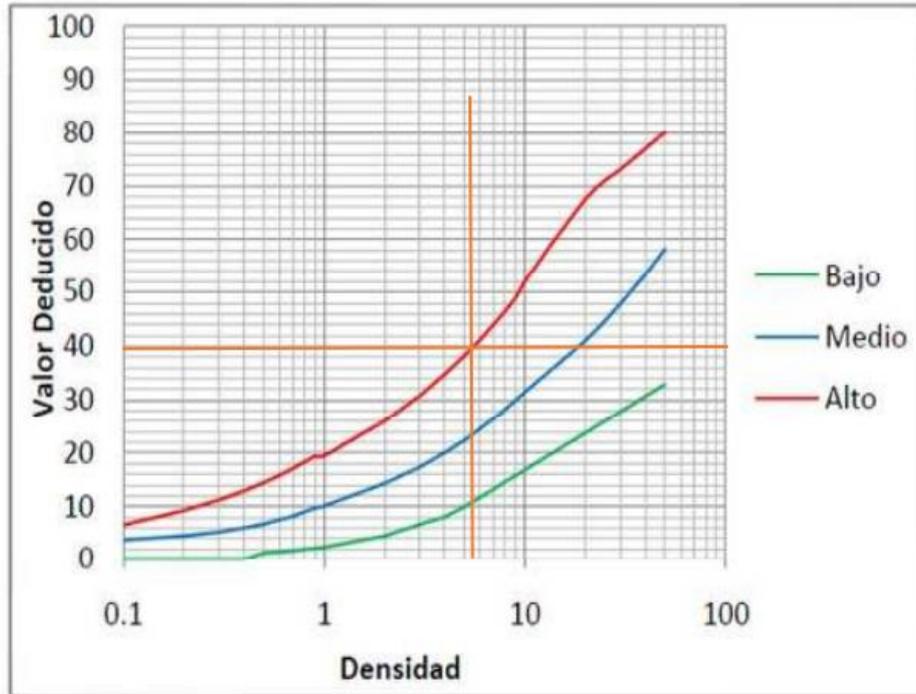
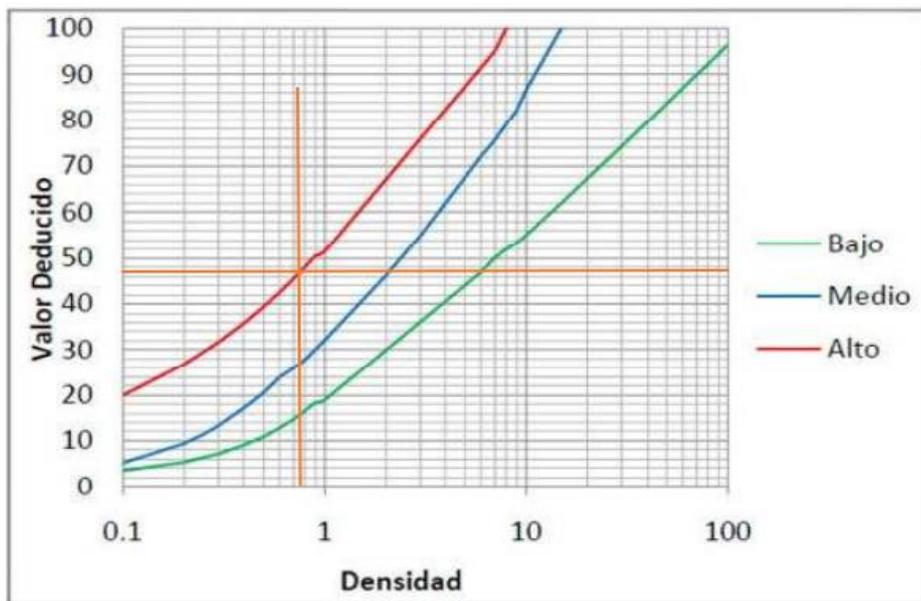
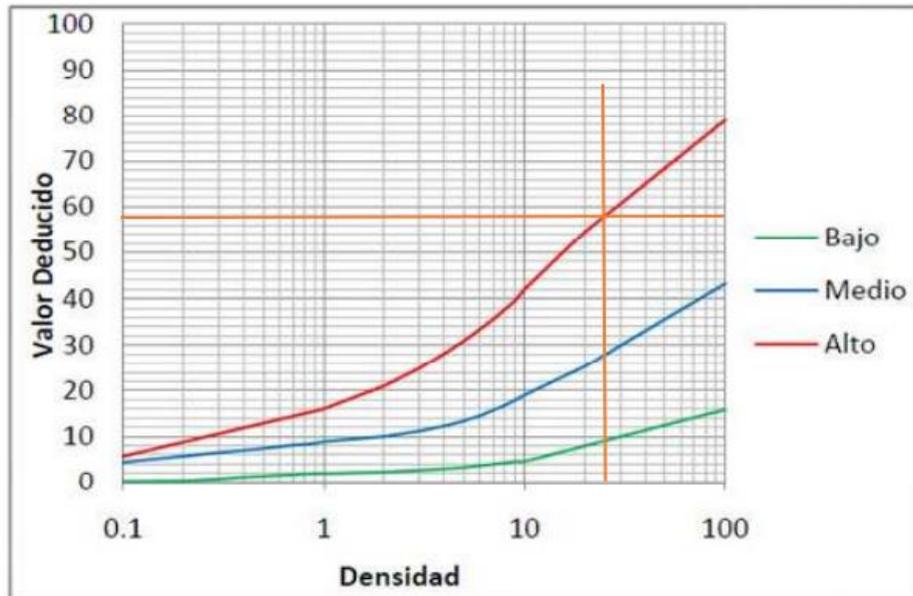
Figura 16*Curvas de Parcheo – Muestra 3**Fuente: Propia***Figura 17***Curvas de Hundimiento – Muestra 3**Fuente: Propia*

Figura 18*Curvas de Desprendimiento de Agregados – Muestra 3**Fuente: Propia***Tabla 10***Valores Deducidos – Muestra 3*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	58	5	63	2	47
2	58	2	60	1	61

Fuente: Propia

Valor PCI : 39

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 11

Unidad de Muestra 4

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA	PROG. INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
CARRT. PAIJÁN	1+500		UM - 04							
FECHA	PROG. FINAL		ÁREA DE MUESTREO (m2)							
Ago-22	1+538		220.70							
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño			N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo					
2	Exudación			12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación			15	Ahuellamiento					
6	Depresión			16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde			17	Grieta Parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	5.9						5.9	2.67	43
10	M	3.1	1.6					4.7	2.13	11
13	A	1	1					2	0.91	51
19	A	12.15	13.65	9.69				35.49	16.08	48



Fuente: Propia

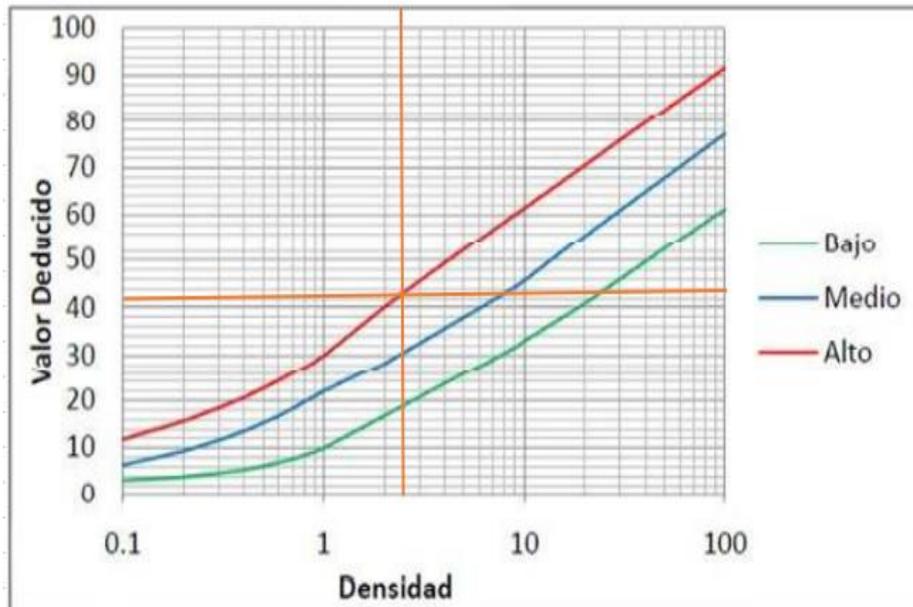
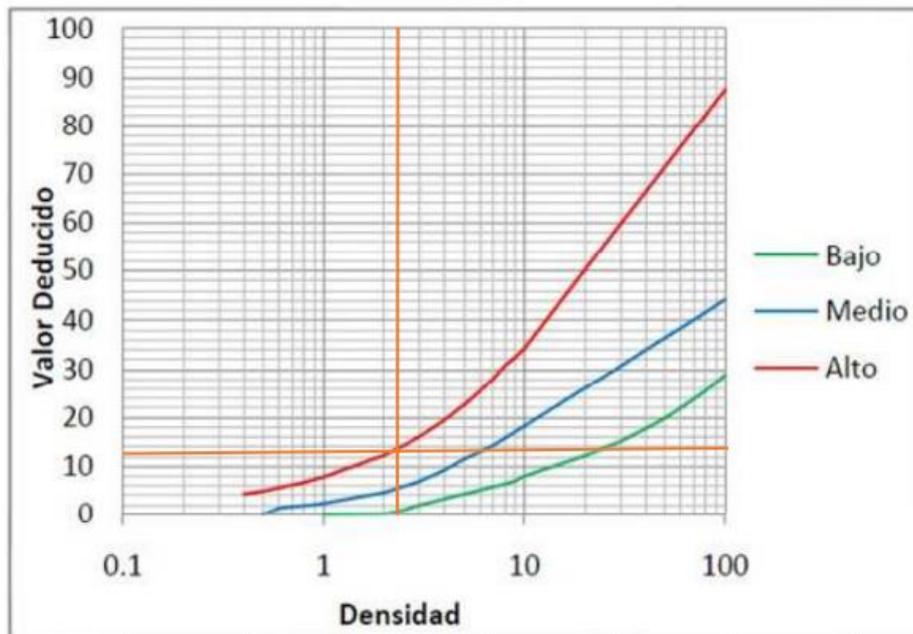
Figura 19*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 4**Fuente: Propia***Figura 20***Curvas de Grietas Longitudinales y Transversales – Muestra 4**Fuente: Propia*

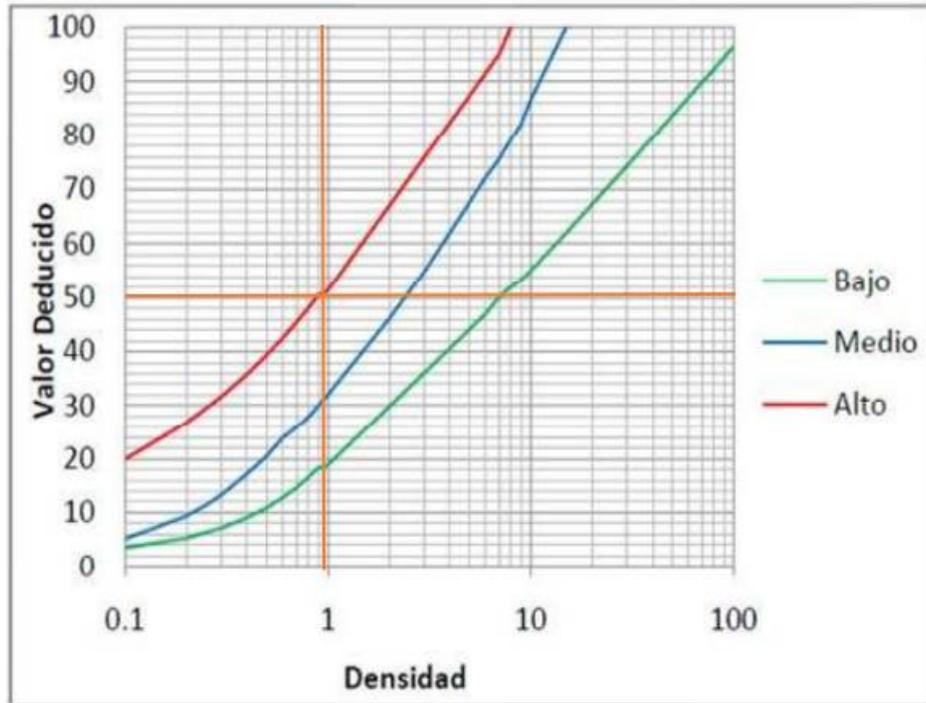
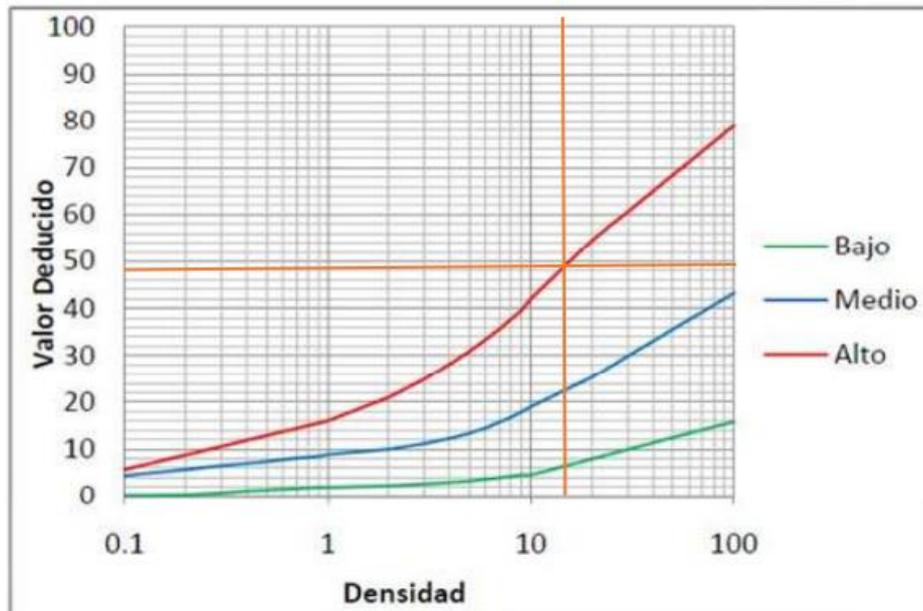
Figura 21*Curvas de Hundimientos – Muestra 4**Fuente: Propia***Figura 22***Curvas de Desprendimiento – Muestra 4**Fuente: Propia*

Tabla 12*Valores Deducidos – Muestra 4*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	48	6	54	2	40
2	48	2	50	1	50

Fuente: Propia

Valor PCI : 50

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 13

Unidad de Muestra 5

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
CARRT. PAIJÁN		2+000			UM-05					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		2+038			284.31					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parqueo				
2	Exudación				12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	2.64						2.64	0.93	28
10	M	6.1	1.6					7.7	2.71	5
13	A	1						1	0.35	33
19	A	19.15	12.3					31.45	11.06	49



Fuente: Propia

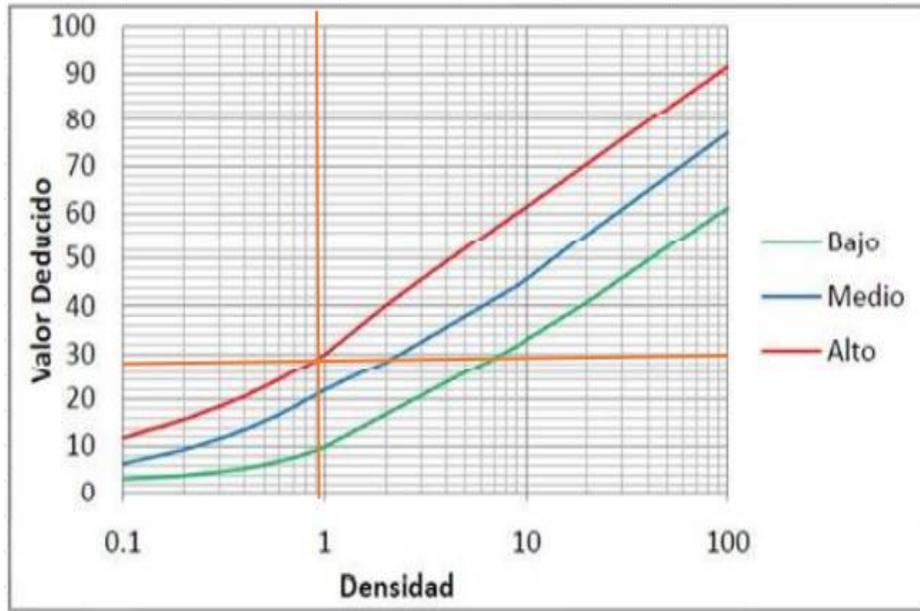
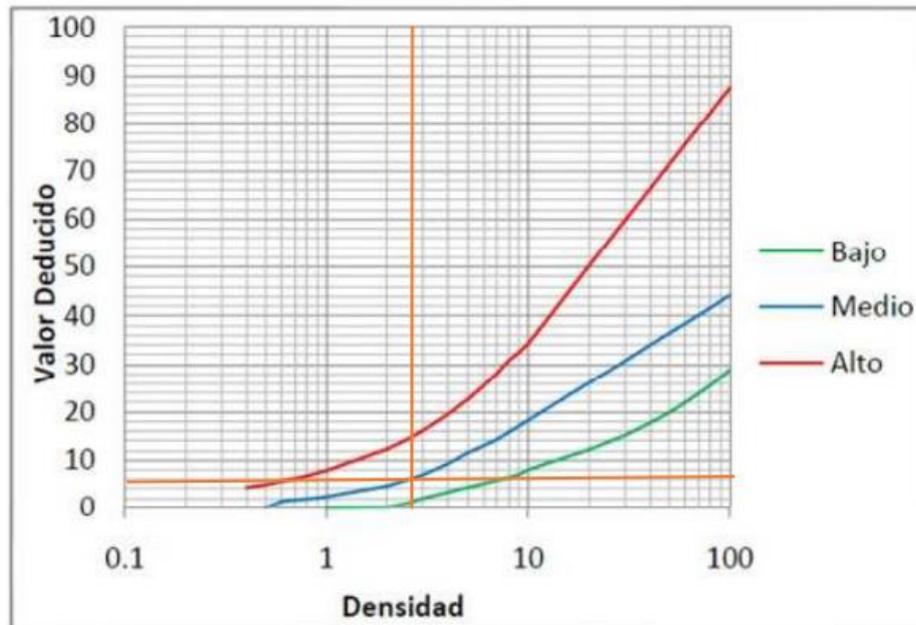
Figura 23*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 5**Fuente: Propia***Figura 24***Curvas de Grietas Longitudinales y Transversales – Muestra 5**Fuente: Propia*

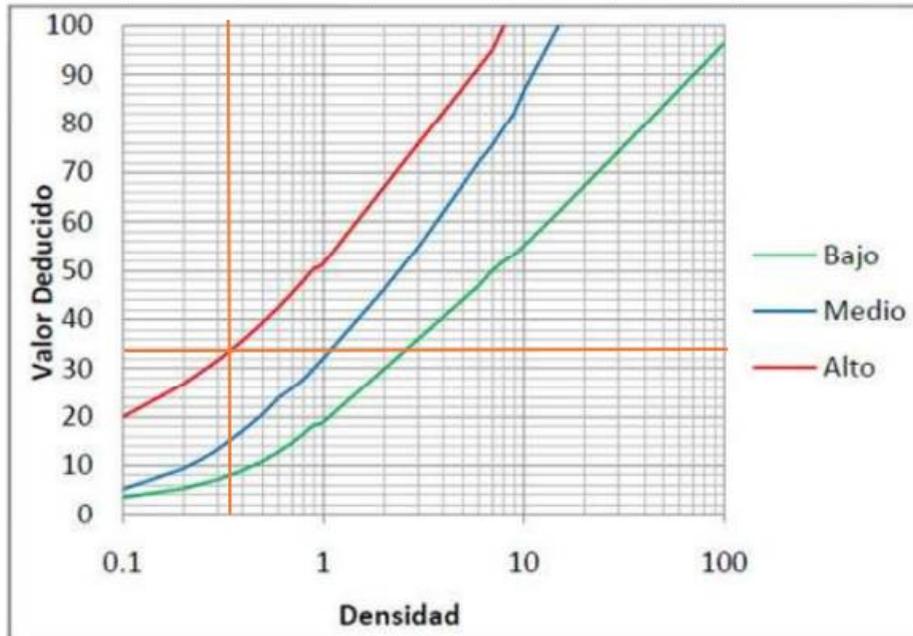
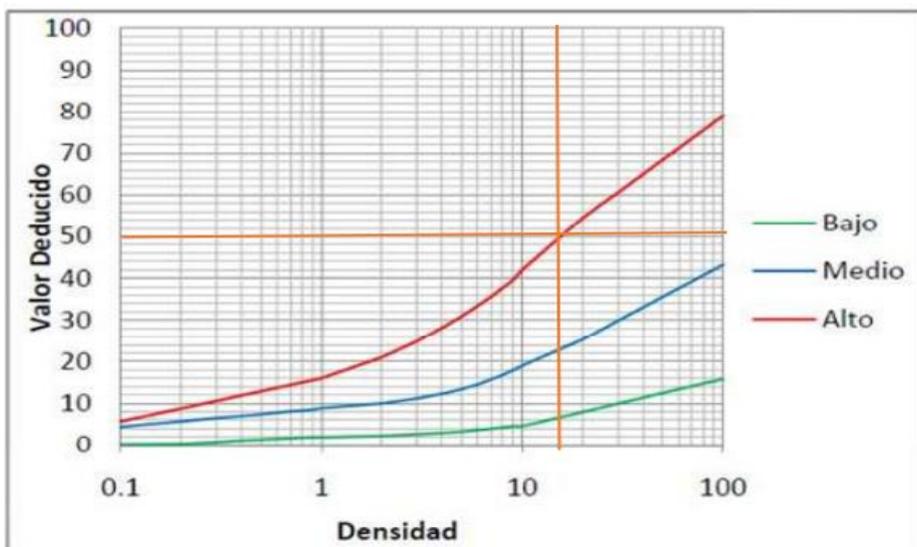
Figura 25*Curvas de Hundimientos – Muestra 5**Fuente: Propia***Figura 26***Curvas de Desprendimiento – Muestra 5**Fuente: Propia*

Tabla 14*Valores Deducidos – Muestra 5*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	49	6	55	2	39
2	49	2	51	1	51

Fuente: Propia

Valor PCI : 49

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 15

Unidad de Muestra

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
CARRT. PAIJÁN		2+500			UM-06					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		2+538			276.80					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N	Daño				N	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	4.1	6.12					10.22	3.69	41
11	A	19.09	16.01	12.1				47.2	17.05	60



Fuente: Propia

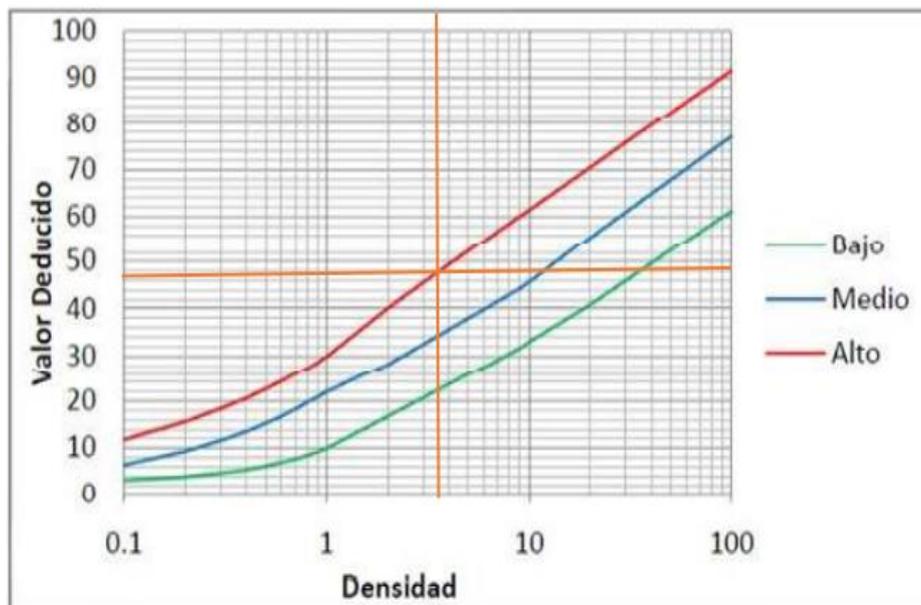
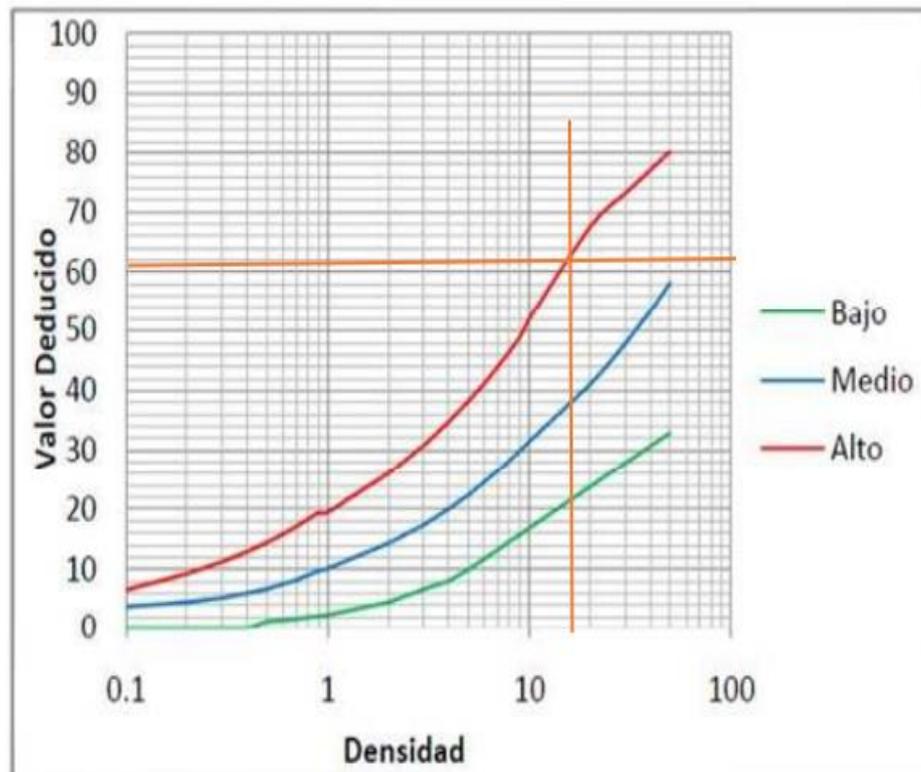
Figura 27*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 6**Fuente: Propia***Figura 28***Curvas de Parcheo – Muestra 6**Fuente: Propia*

Tabla 16*Valores Deducidos – Muestra 6*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	60	5	65	2	48
2	60	2	62	1	61

Fuente: Propia

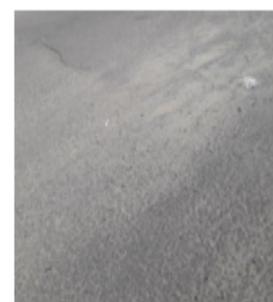
Valor PCI : 39

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 17

Unidad de Muestra 7

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
CARRT. PAJÁN		3+000			UM-07					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		3+038			248.20					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño			N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo					
2	Exudación			12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación			15	Ahuellamiento					
6	Depresión			16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde			17	Grieta Parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	41	26					67	26.99	71
13	M	1	1					2	0.81	29
19	M	32						32	12.89	21



Fuente: Propia

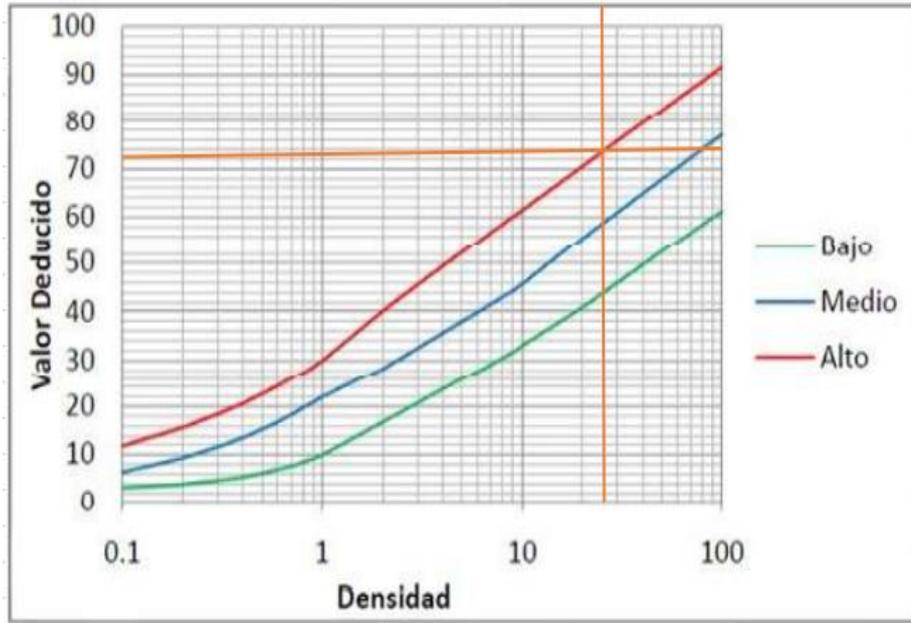
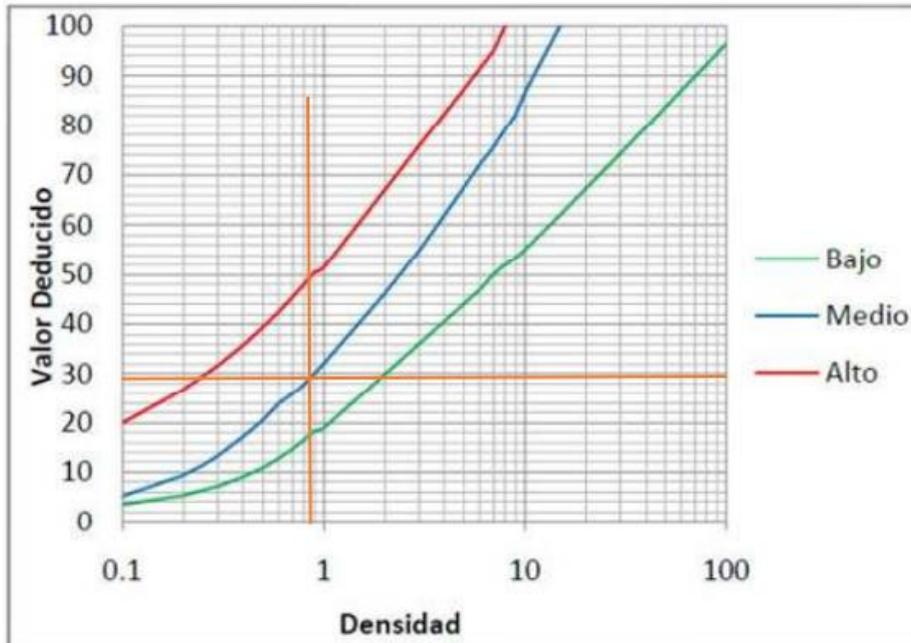
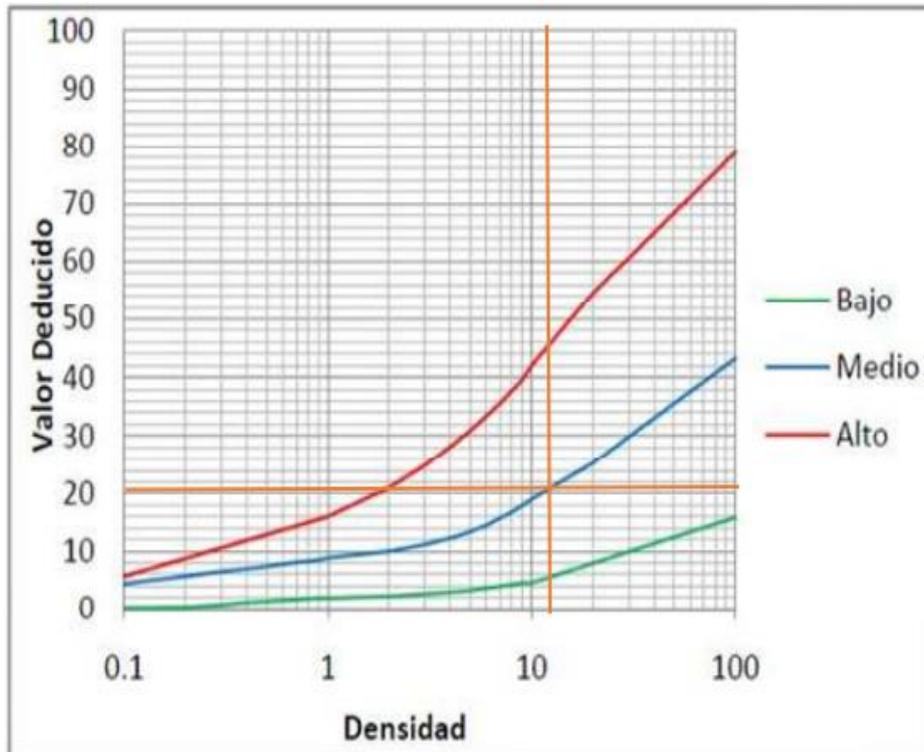
Figura 29*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 7**Fuente: Propia***Figura 30***Curvas de Hundimientos – Muestra 7**Fuente: Propia*

Figura 31

Curvas de Desprendimiento de Agregados – Muestra 7



Fuente: Propia

Tabla 18

Valores Deducidos – Muestra 7

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	71	4	75	2	55
2	71	2	73	1	73

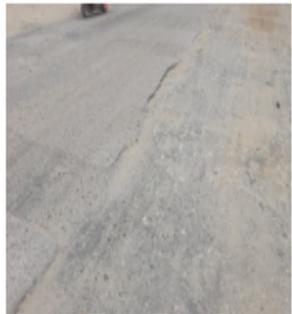
Fuente: Propia

Valor PCI : 27

RANGO	CLASIFICACIÒN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 19

Unidad de Muestra 8

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA	PROG. INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO								
CARRT.MACABI	3+500	UM-08								
FECHA	PROG. FINAL	ÁREA DE MUESTREO (m2)								
Ago-22	3+538	290.05								
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño			N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo			11	Parcheo					
2	Exudación			12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación			15	Ahuellamiento					
6	Depresión			16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde			17	Grieta Parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
7	A	6.98						6.98	2.41	11
10	M	5.47	3.49	2.46				11.42	3.94	19
19	A	22	11.3	10.2				43.5	15.00	48

Fuente: Propia

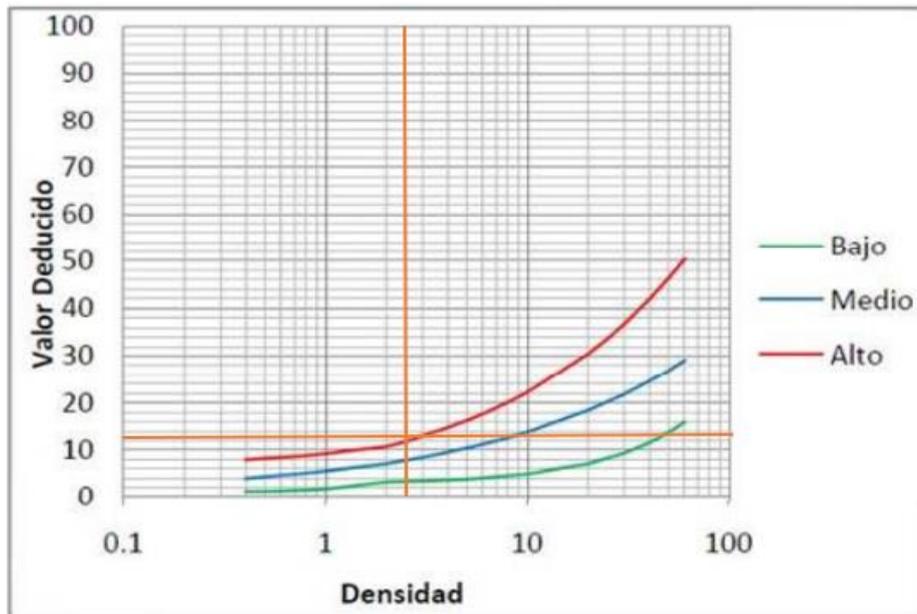
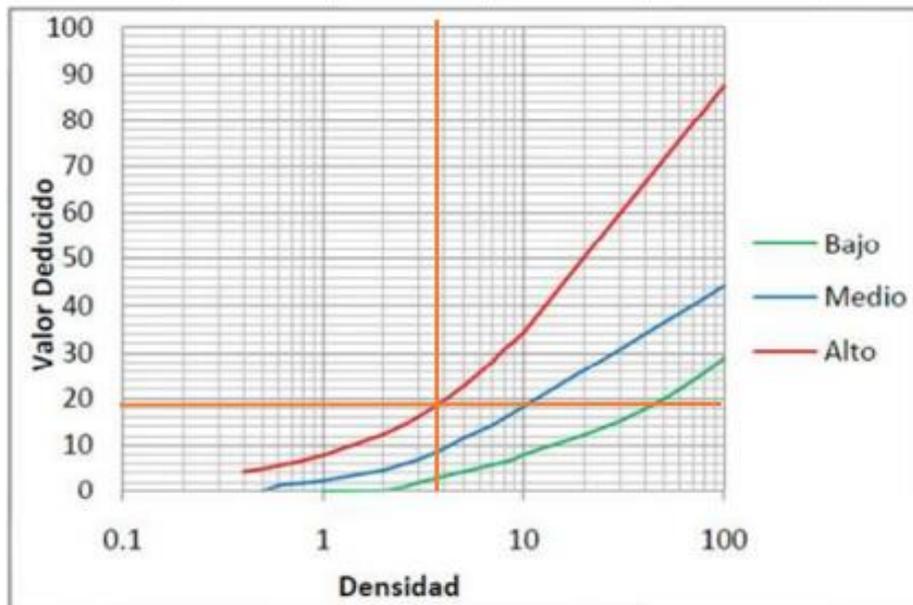
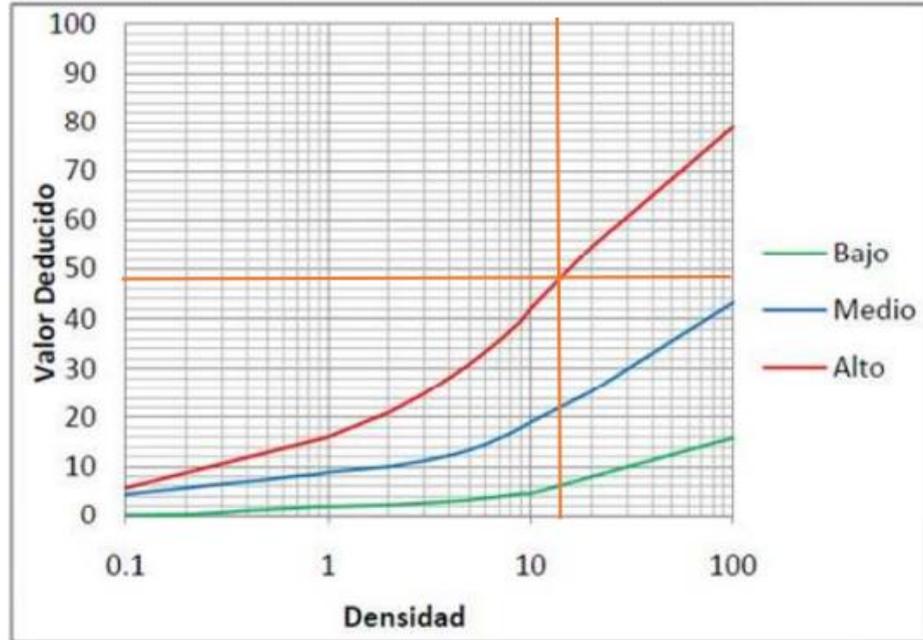
Figura 32*Curvas de Grietas de Borde – Muestra 8**Fuente: Propia***Figura 33***Curvas de Grietas Longitudinales y Transversales – Muestra 8**Fuente: Propia*

Figura 34*Curvas de Desprendimiento de Agregados – Muestra 8**Fuente: Propia***Tabla 20***Valores Deducidos – Muestra 8*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	48	6	54	2	40
2	48	2	50	1	50

Fuente: Propia

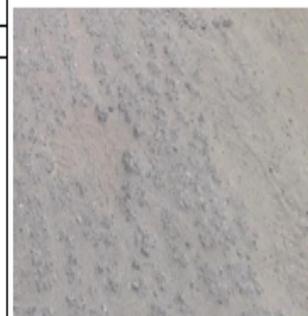
Valor PCI : 50

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 21

Unidad de Muestra 9

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VIA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. SAN PEDRO		4+000			UM-09					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		4+038			246.70					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	5						5	2.03	42
13	A	1	1	1				3	1.22	56



Fuente: Propia

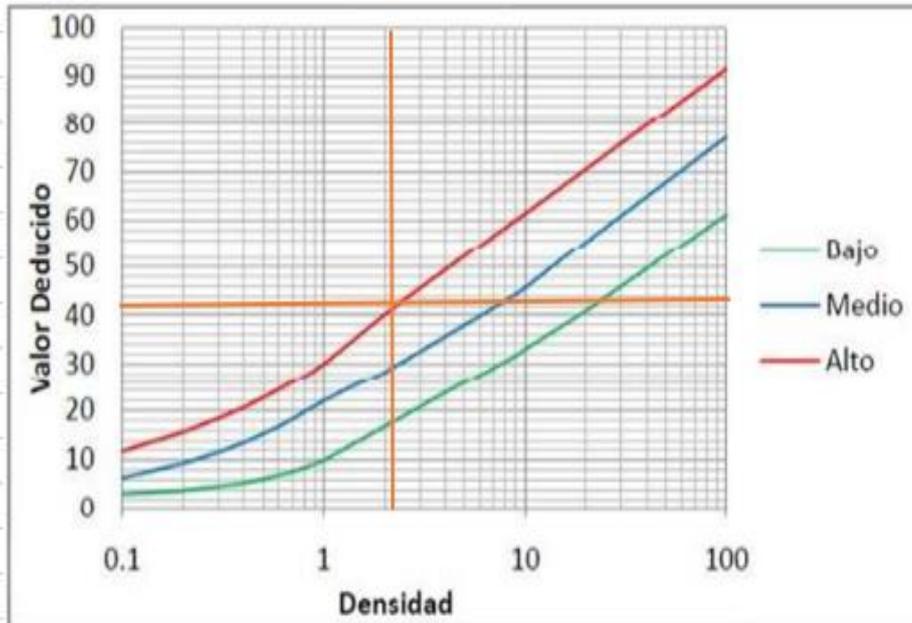
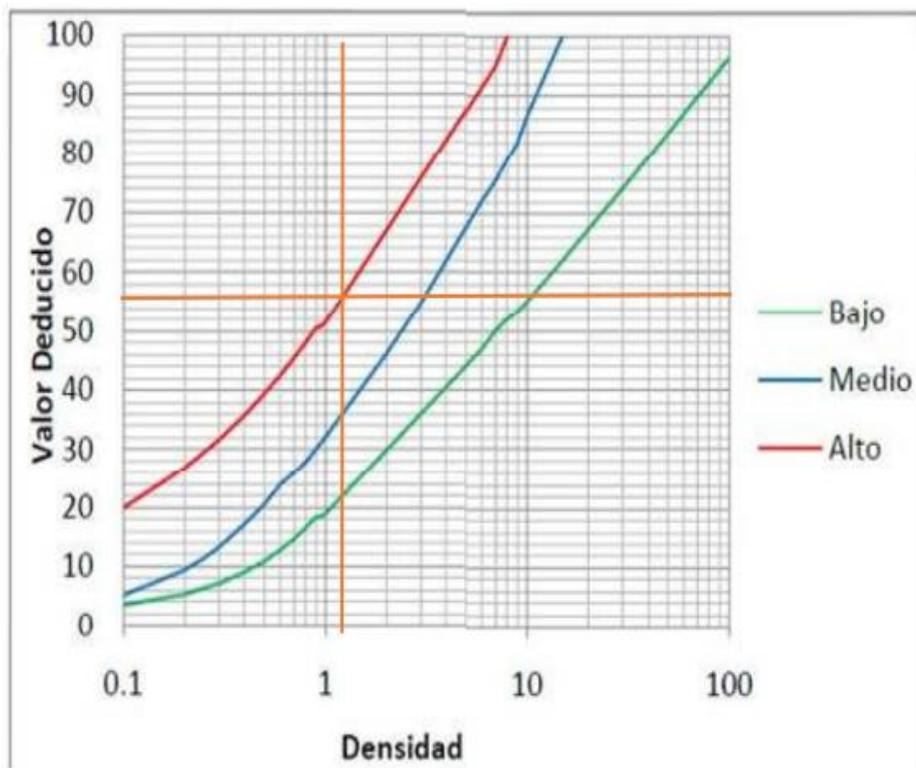
Figura 35*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 9**Fuente: Propia***Figura 36***Curvas de Piel de Hundimientos – Muestra 9**Fuente: Propia*

Tabla 22*Valores Deducidos – Muestra 9*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	56	6	62	2	47
2	56	2	58	1	58

Fuente: Propia

Valor PCI : 42

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 23

Unidad de Muestra 10

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. SAN PEDRO		4+500			UM-10					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		4+538			236.80					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parqueo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
7	A	6.15						6.15	2.60	13
10	A	2.19	2.15	3.57				7.91	3.34	17
19	A	21.15	12.14	7.49				40.78	17.22	51



Fuente: Propia

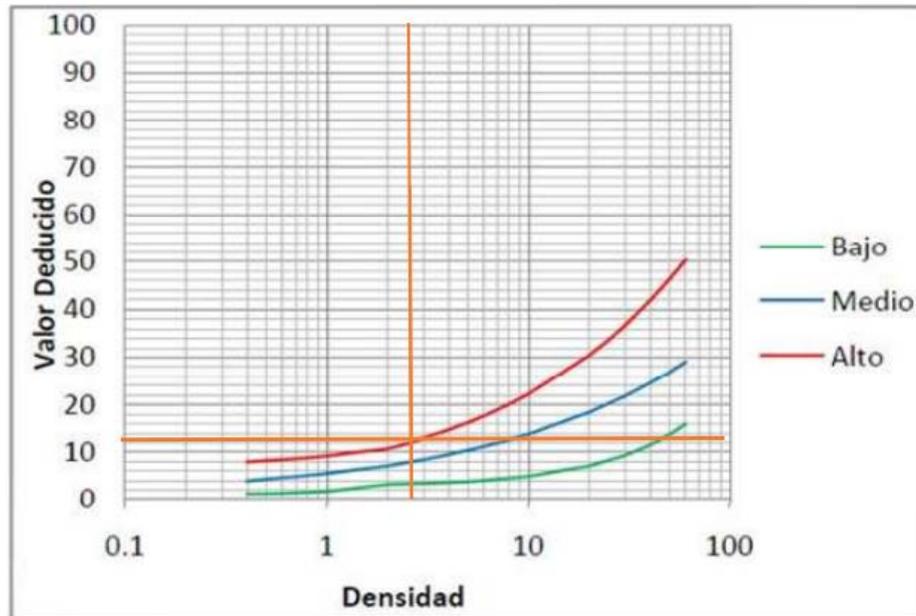
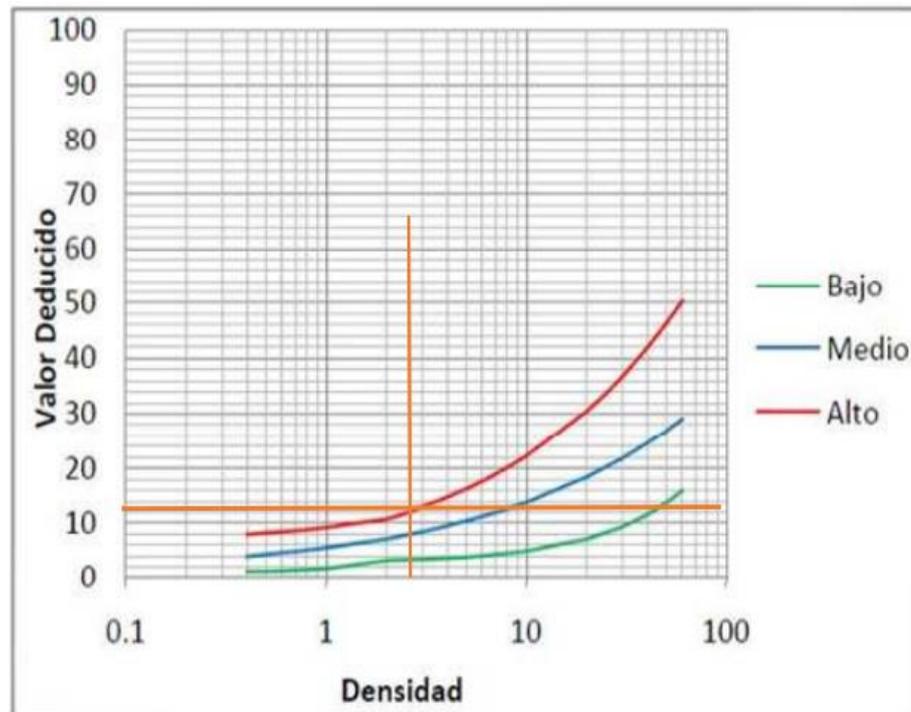
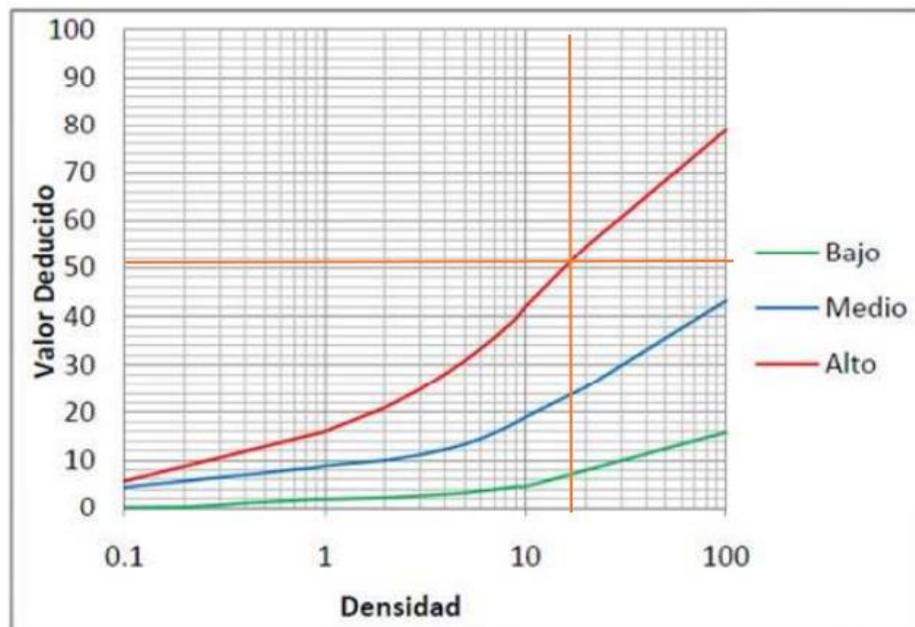
Figura 37*Curvas de Grietas de Borde– Muestra 10**Fuente: Propia***Figura 38***Curvas de Grietas Longitudinales y Transversales – Muestra 10**Fuente: Propia*

Figura 39

Curvas de Desprendimiento de Agregados – Muestra 10



Fuente: Propia

Tabla 24

Valores Deducidos – Muestra 10

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	51	6	57	2	42
2	51	2	53	1	54

Fuente: Propia

Valor PCI : 46

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 25

Unidad de Muestra 11

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VIA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. CARRT. PAIJAN- PUERTO MALABRIGO		5+000			UM-011					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		5+038			266.15					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
2	A	13.64	16.2	9.47				39.31	14.77	28
8	A	13.66	11.06					24.72	9.29	29
10	A	22	15.65	16				53.65	20.16	51



Fuente: Propia

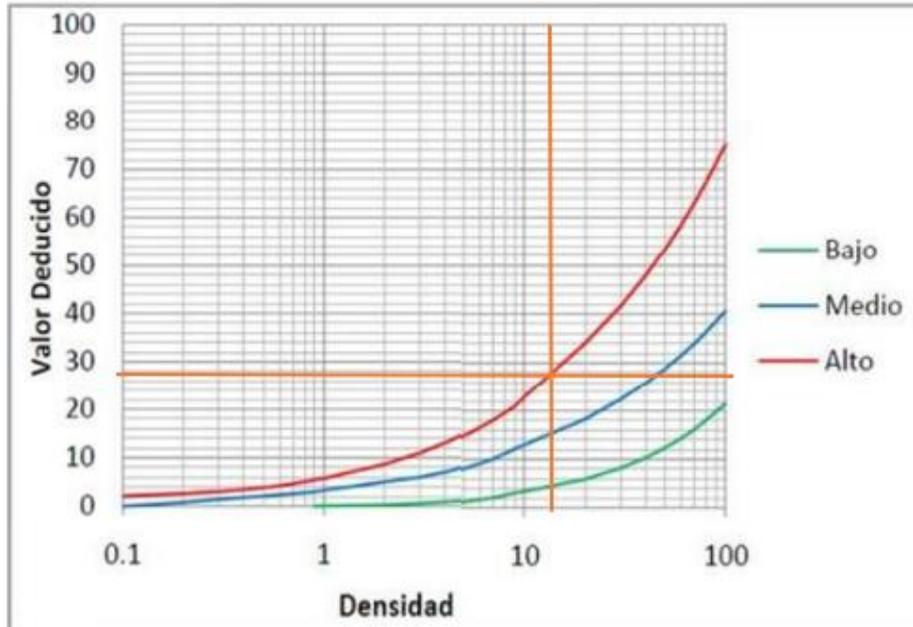
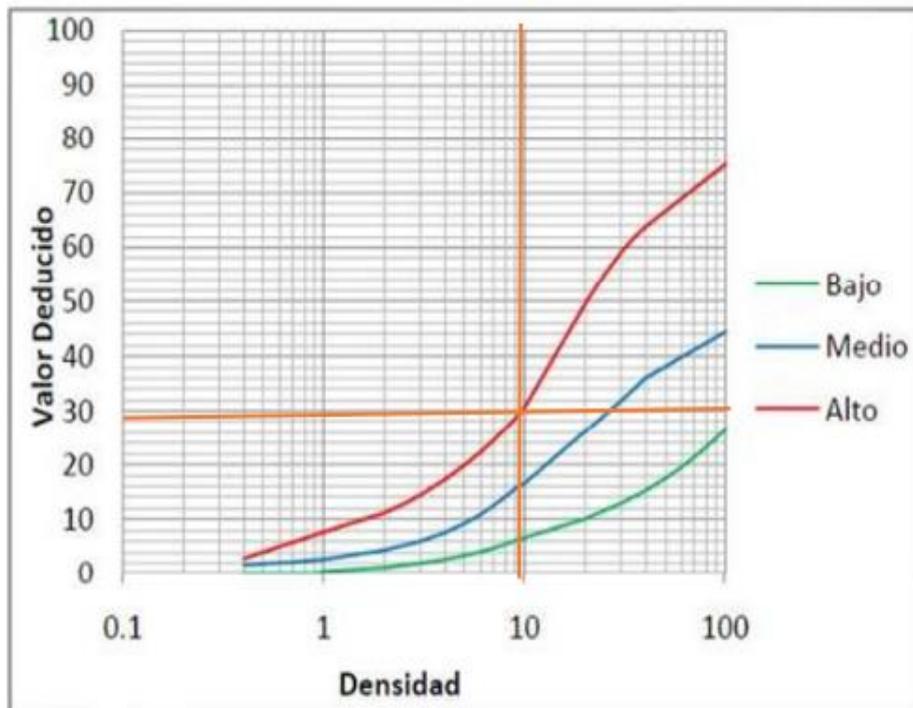
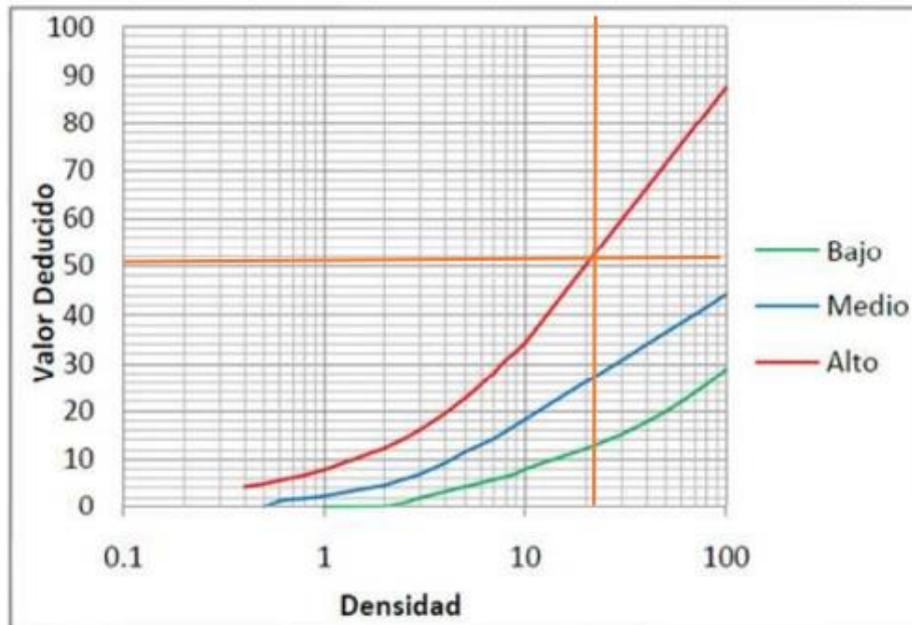
Figura 40*Curvas de Exudación – Muestra 11**Fuente: Propia***Figura 41***Curvas de Grietas de Reflexión – Muestra 11**Fuente: Propia*

Figura 42

Curvas de Grietas Longitudinales y Transversales – Muestra 11



Fuente: Propia

Tabla 26

Valores Deducidos – Muestra 11

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	51	6	57	2	42
2	51	2	53	1	54

Fuente: Propia

Valor PCI : 46

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 27

Unidad de Muestra 12

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. CARRT. PAIJAN - PUERTO MALABRIGO		5 + 500			UM - 12					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		5 + 538			254.65					
INSPECCIONADA POR CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño			N°	Daño					
1	Piel de cocodrilo			11	Parcheo					
2	Exudación			12	Pulimiento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación			15	Ahuellamiento					
6	Depresión			16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde			17	Grieta Parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril / berma			19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	29						29	11.39	65
4	M	11.8	10.12					21.92	8.61	79
10	A	11.33	9.48	3.6				24.41	9.59	17
11	M	6.9						6.9	2.71	16
19	A	7.15	9.69					16.84	6.61	34



Fuente: Propia

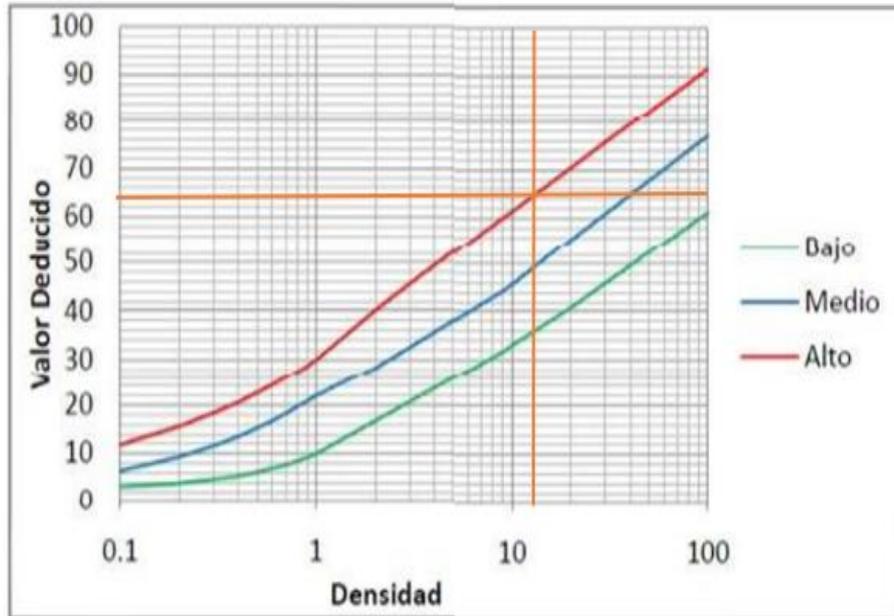
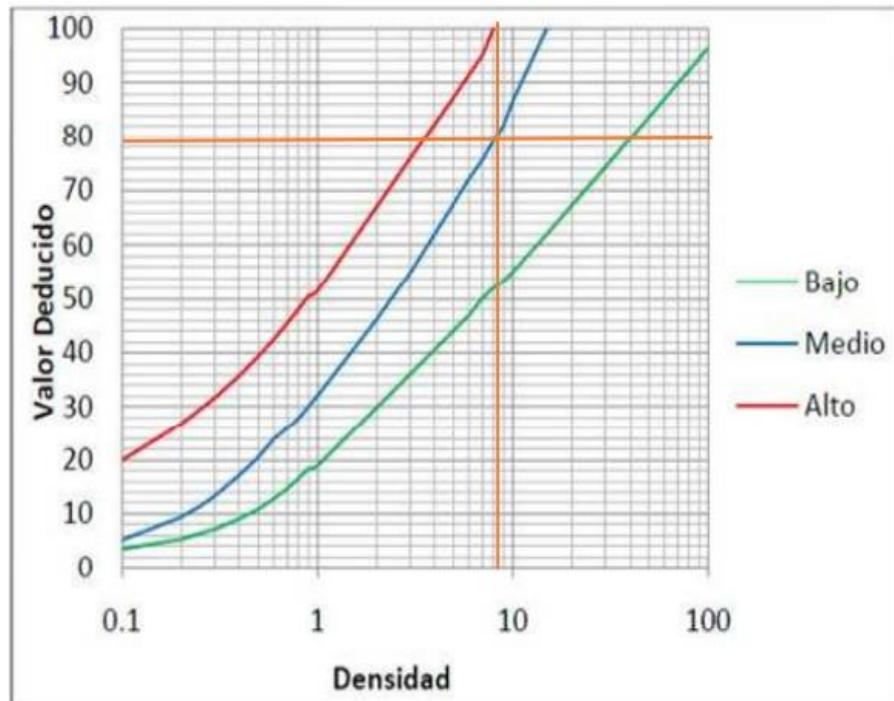
Figura 43*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 12**Fuente: Propia***Figura 44***Curvas de Hundimientos – Muestra 12**Fuente: Propia*

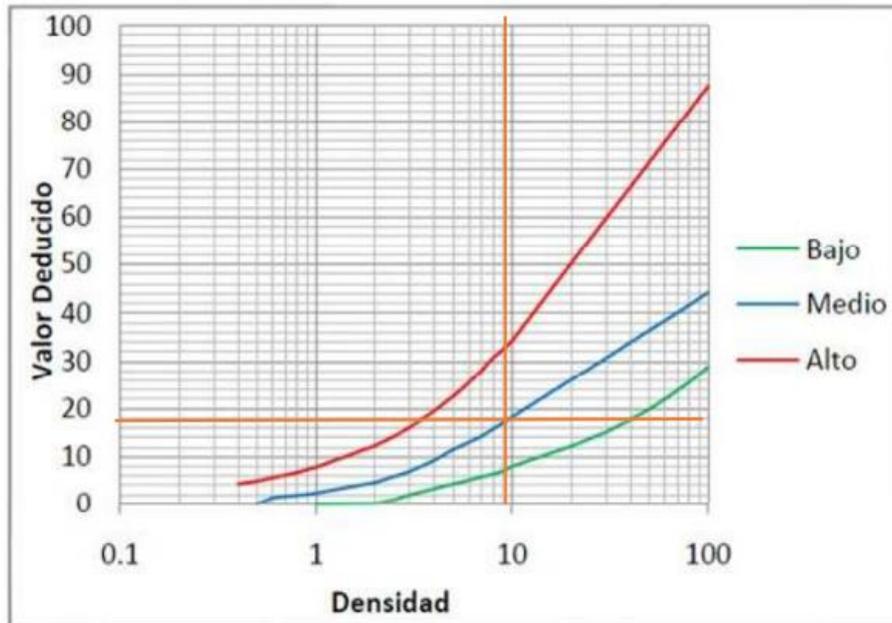
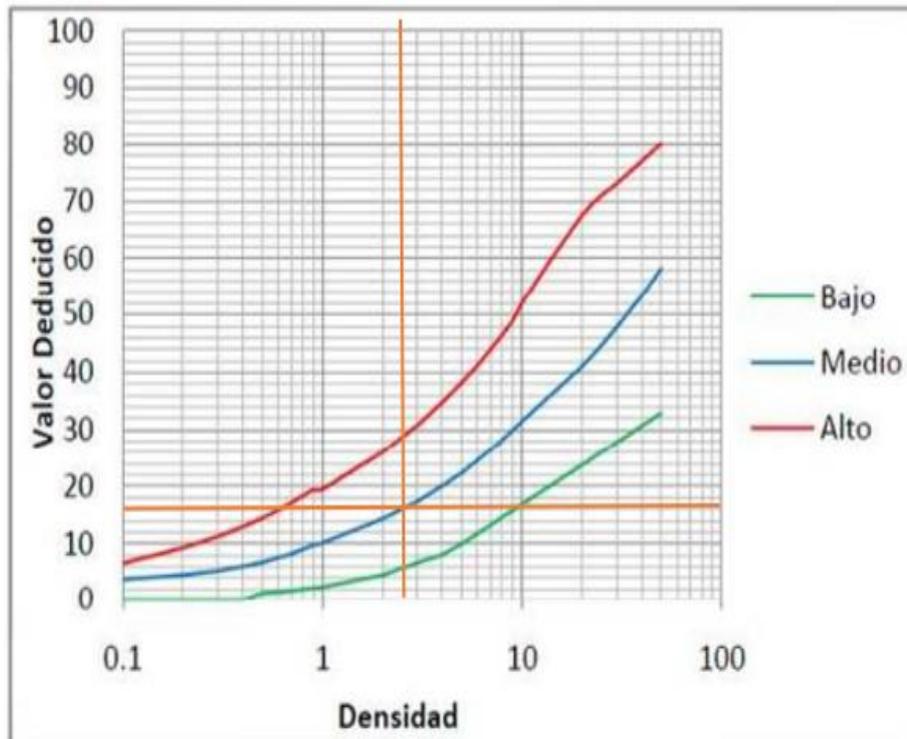
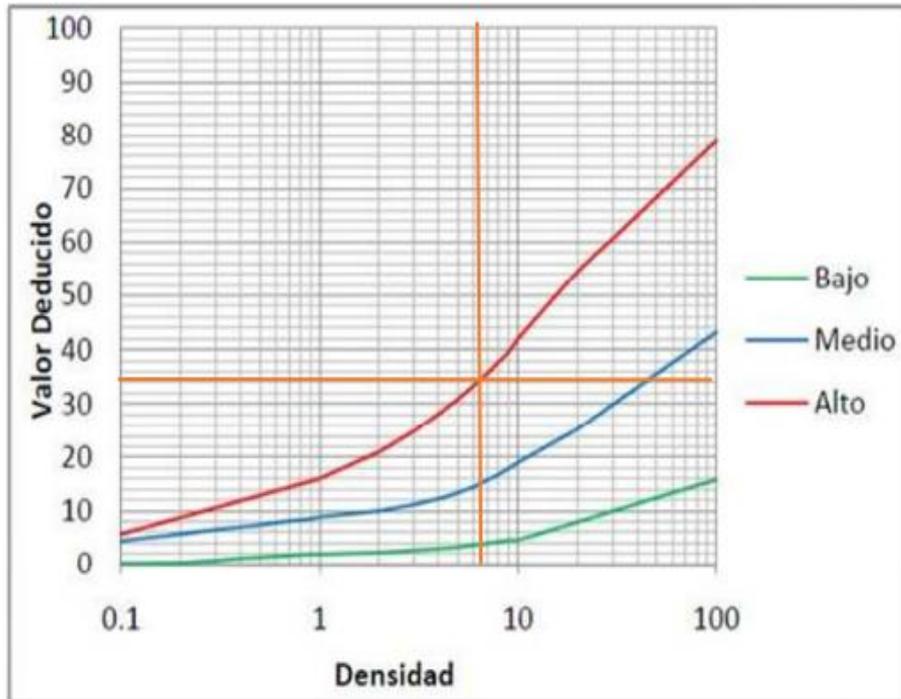
Figura 45*Curvas de Grietas Longitudinales – Muestra 12**Fuente: Propia***Figura 46***Curvas de Parcheo – Muestra 12**Fuente: Propia*

Figura 47*Curvas de Desprendimiento – Muestra 12**Fuente: Propia***Tabla 28***Valores Deducidos – Muestra 12*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	65	5	70	2	51
2	65	2	67	1	72

Fuente: Propia

Valor PCI : 28

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 29

Unidad de Muestra 13

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
Vía		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. CARRT. PAJAN - PUERTO MALABRIGO		6 + 000			UM - 13					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		6 + 038			219.43					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parqueo				
2	Exudación				12	Pulmiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	1.59	1.03					2.62	1.19	31
10	A	2.35	1.12					3.47	1.58	11
11	A	3.01						3.01	1.37	21



Fuente: Propia

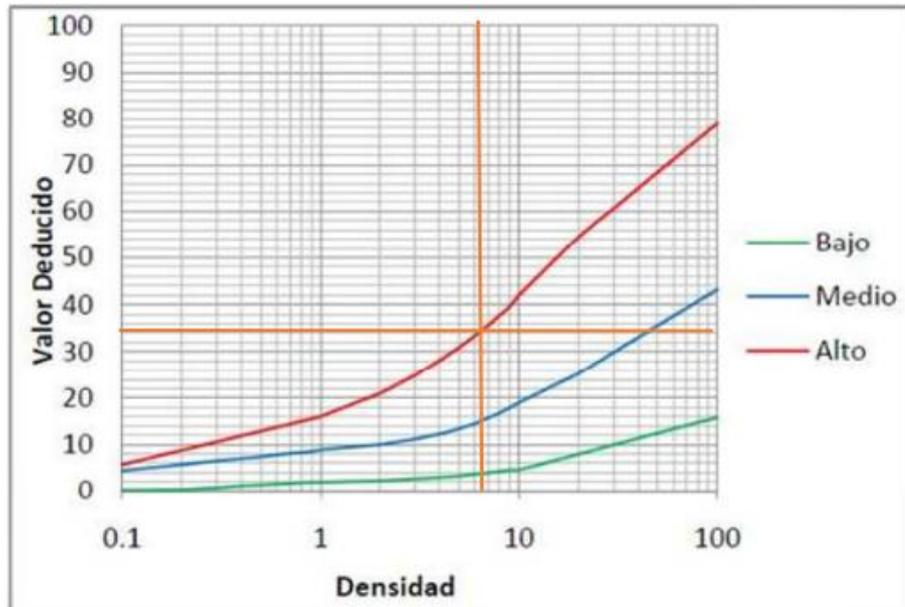
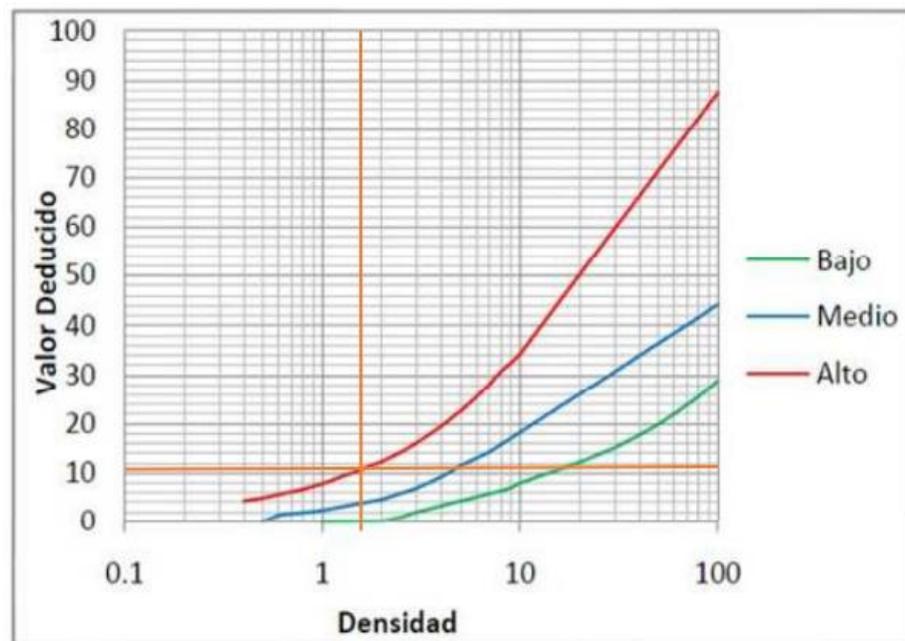
Figura 48*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 13**Fuente: Propia***Figura 49***Curvas de Grietas Longitudinales – Muestra 13**Fuente: Propia*

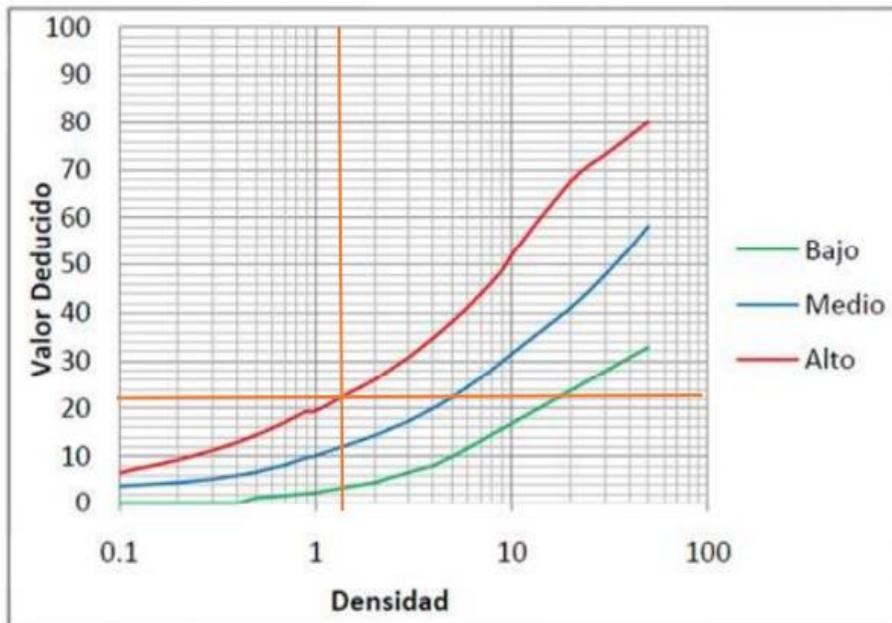
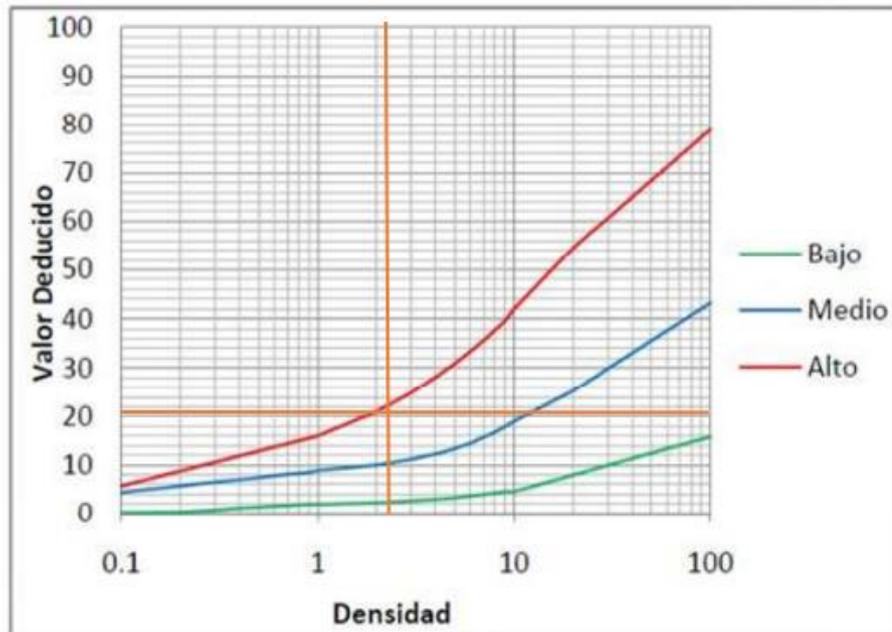
Figura 50*Curvas de Parcheo – Muestra 13**Fuente: Propia***Figura 51***Curvas de Desprendimiento – Muestra 13**Fuente: Propia*

Tabla 30*Valores Deducidos – Muestra 13*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	31	8	39	2	29
2	31	2	33	1	34

Fuente: Propia

Valor PCI : 66

RANGO	CLASIFICACIÒN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 31

Unidad de Muestra 14

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VÍA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. CARRT. PAIJAN - PUERTO MALABRIGO		6 + 500			UM - 14					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		6 + 538			221.58					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
10	M	14.25	12.61	5.67				32.53	14.68	26
13	M	1	1	1				3	1.35	32



Fuente: Propia

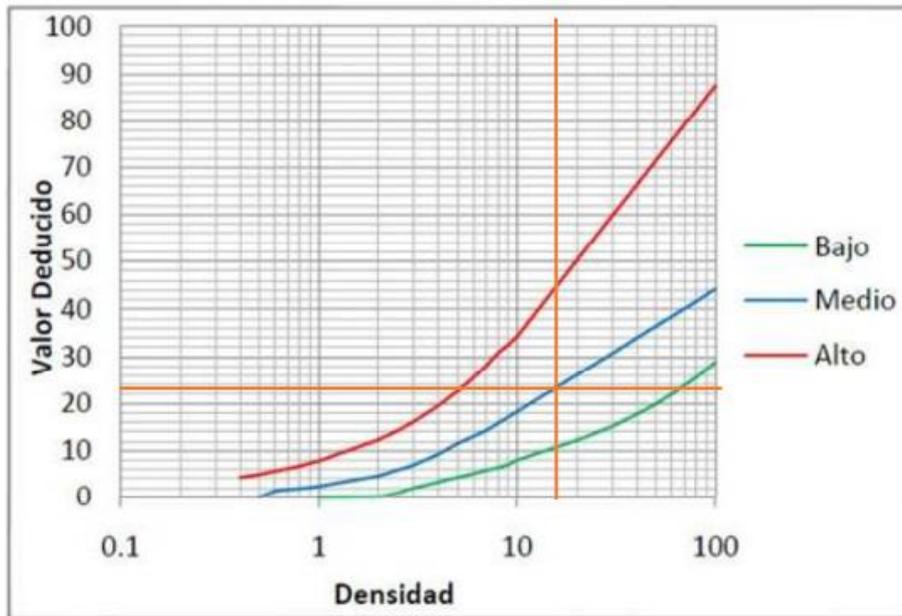
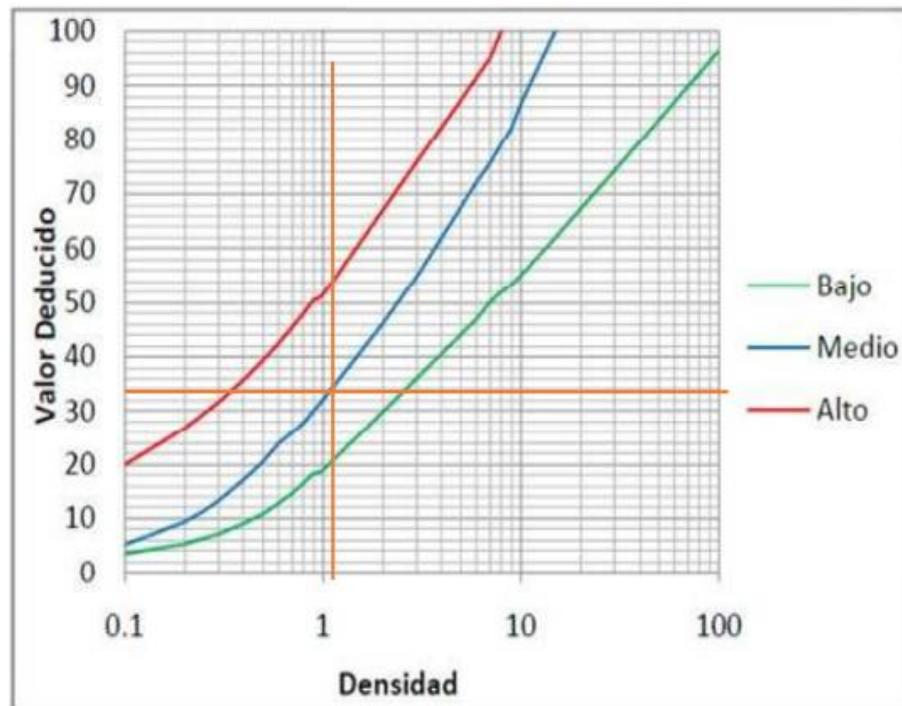
Figura 52*Curvas de Grietas Longitudinales – Muestra 14**Fuente: Propia***Figura 53***Curvas de Hundimientos – Muestra 14**Fuente: Propia*

Tabla 32*Valores Deducidos – Muestra 14*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	32	8	40	2	30
2	32	2	34	1	36

Fuente: Propia

Valor PCI : 64

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 33

Unidad de Muestra 15

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VIA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. CARRT. PAIJAN - PUERTO MALABRIGO		7 + 000			UM - 15					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		7 + 038			275.62					
INSPECCIONADA POR CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hincharse				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	2.57	2.41					4.98	1.81	43
19	A	3.15	2.14	1.1				6.39	2.32	22




Fuente: Propia

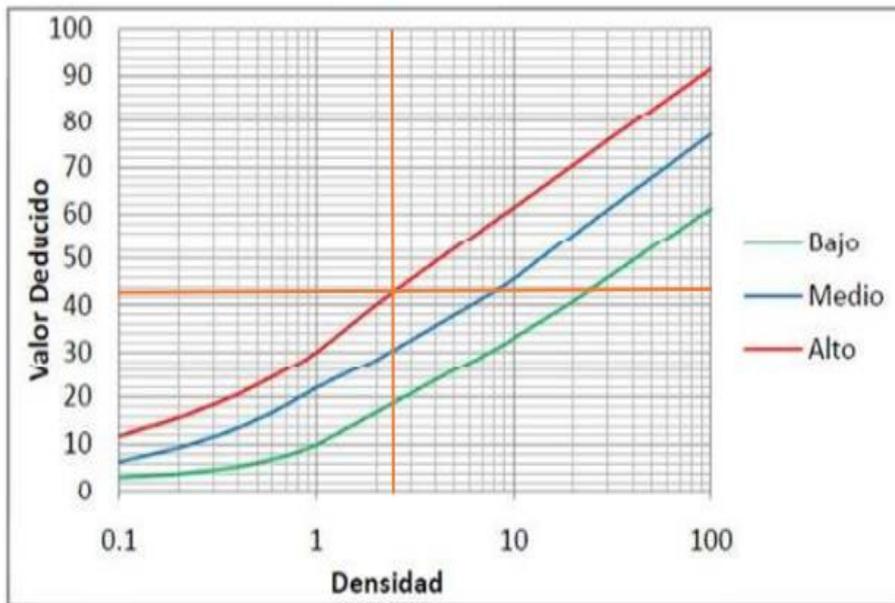
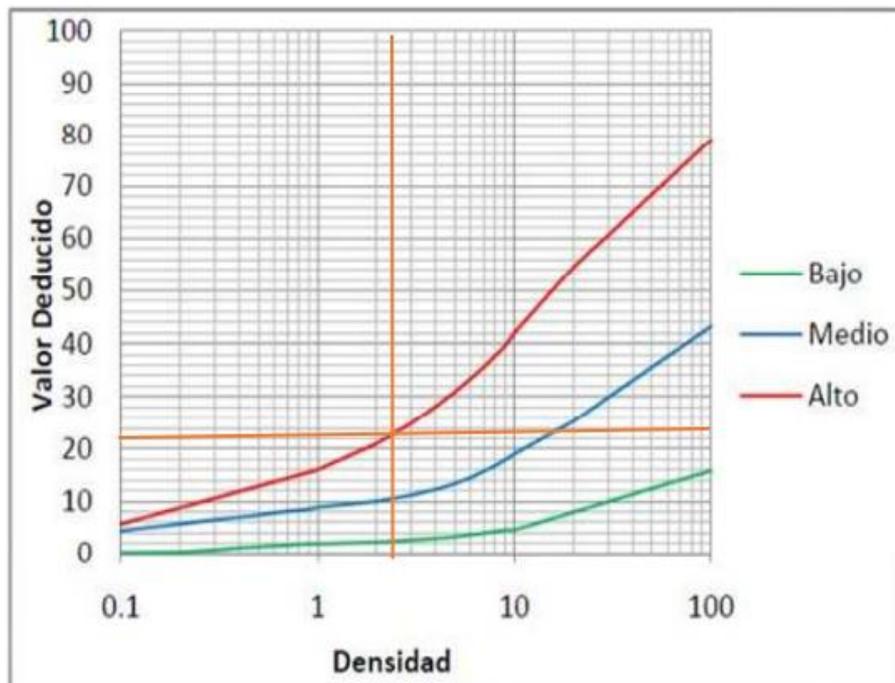
Figura 54*Curvas de Piel de Cocodrilo – Muestra 15**Fuente: Propia***Figura 55***Curvas de Desprendimiento – Muestra 15**Fuente: Propia*

Tabla 34*Valores deducidos – Muestra 15*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	43	7	50	2	37
2	43	2	45	1	45

Fuente: Propia

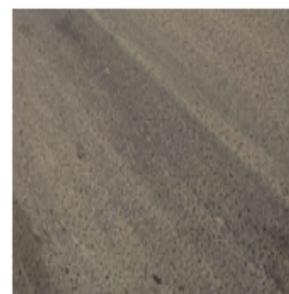
Valor PCI : 55

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Tabla 35

Unidad de Muestra 16

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
VIA		PROG. INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
AV. CARRT. PAIJAN - PUERTO MALABRIGO		7 + 362			UM - 16					
FECHA		PROG. FINAL			ÁREA DE MUESTREO (m2)					
Ago-22		7 + 400			277.21					
INSPECCIONADA POR										
CAPRISTAN IGLESIAS ALEXANDRA VIOLETA - SANCHEZ SAVARIA JULIO FERNANDO										
TIPO DE FALLAS										
N°	Daño				N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta Parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril / berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversales									
Falla	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad	Valor
1	A	9.76	11.68	13.62				35.06	12.65	62
2	A	5.13	6.18					11.31	4.08	14
13	A	1	1					2	0.72	14



Fuente: Propia

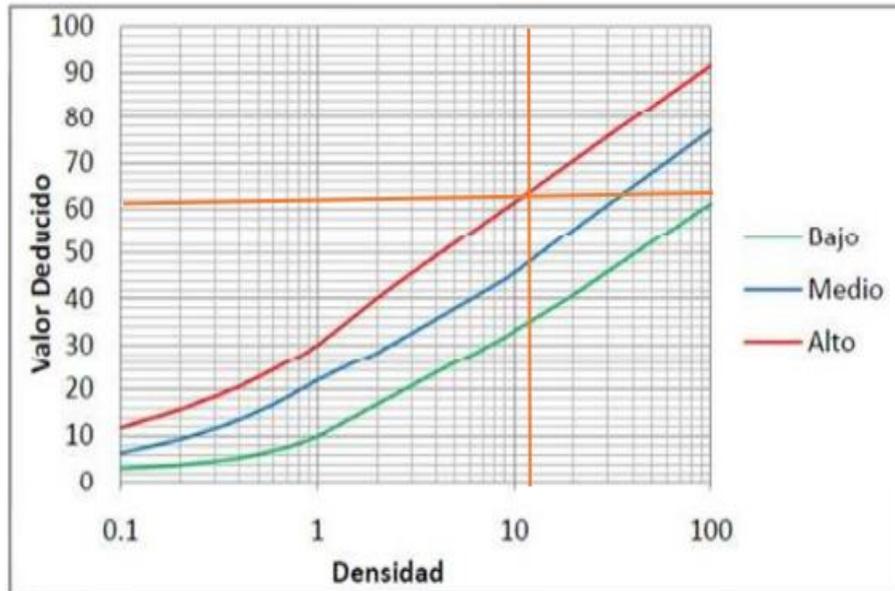
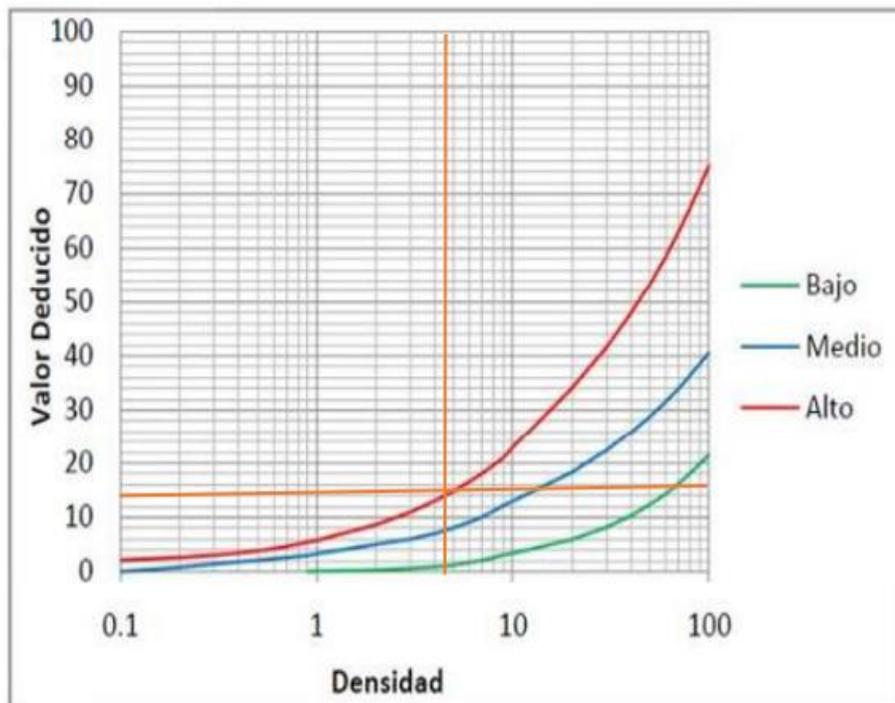
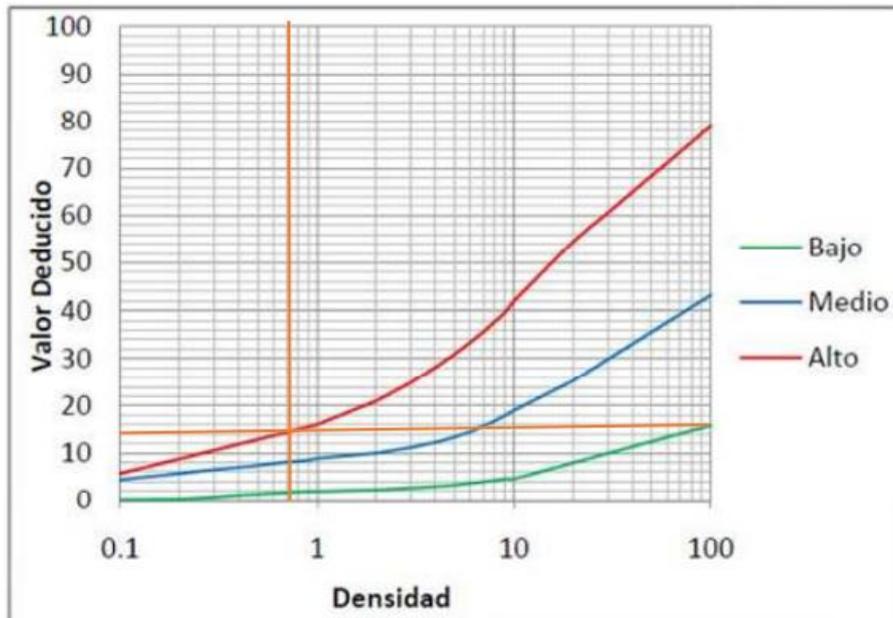
Figura 56*Curvas de Piel de Cocodrilo– Muestra 16**Fuente: Propia***Figura 57***Curvas de Exudación – Muestra 16**Fuente: Propia*

Figura 58

Curvas de Desprendimiento – Muestra 16



Fuente: Propia

Tabla 36

Valores deducidos – Muestra 16

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	62	5	67	2	49
2	62	2	64	1	64

Fuente: Propia

Valor PCI : 36

RANGO	CLASIFICACIÒN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Según el Manual del PCI hemos culminado con la etapa 1 después de realizar el llenado completo del formato como se muestra en la tabla 6.

En la etapa 2, se calculará el número máximo admisible de valores deducidos, utilizando la siguiente ecuación.

$$mi = 1 + \frac{9}{98} (100 - DHVi)$$

Donde:

Mi = Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo Fracción.

HDV = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

$$mi = 1 + \frac{9}{98} (100 - DHVi)$$

$$mi = 1 + \frac{9}{98} (100 - 69)$$

$$mi = 3.84$$

El máximo número admisible de valores deducidos es 4 redondeado.

En la etapa 3 realizaremos el cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV)

Número de valores deducidos > 2 (q) = 2

Valor deducido más alto (HV Di) = 69.00

Número máximo de valores deducidos = 3.84

Tabla 37*Valor Deducido Corregido*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	69	4	73	2	
2	69	4	73	1	

Fuente: Propia

Ordenamos los valores deducidos, en donde el mayor sea colocado primero y así sucesivamente de manera secuencial con los restantes, en este caso es uno.

Tabla 38*Cálculo del VDC*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	69	4	73	2	51
2	69	2	71	1	71

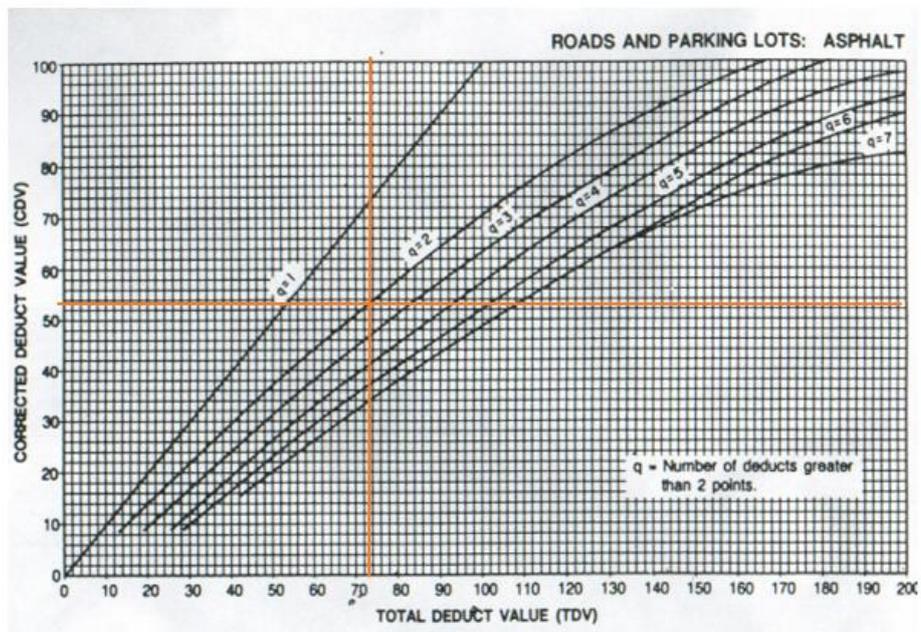
Fuente: Propia

Reemplazamos el menor valor deducido para $q = 2$ por el número 2, calculando así el VDT diferente de cada valor de q .

Con el VDT total de cada uno de los valores deducidos, encontramos los valores deducidos corregidos empleando el ábaco TDV del Manual del PCI.

Figura 59

Abàco TDV



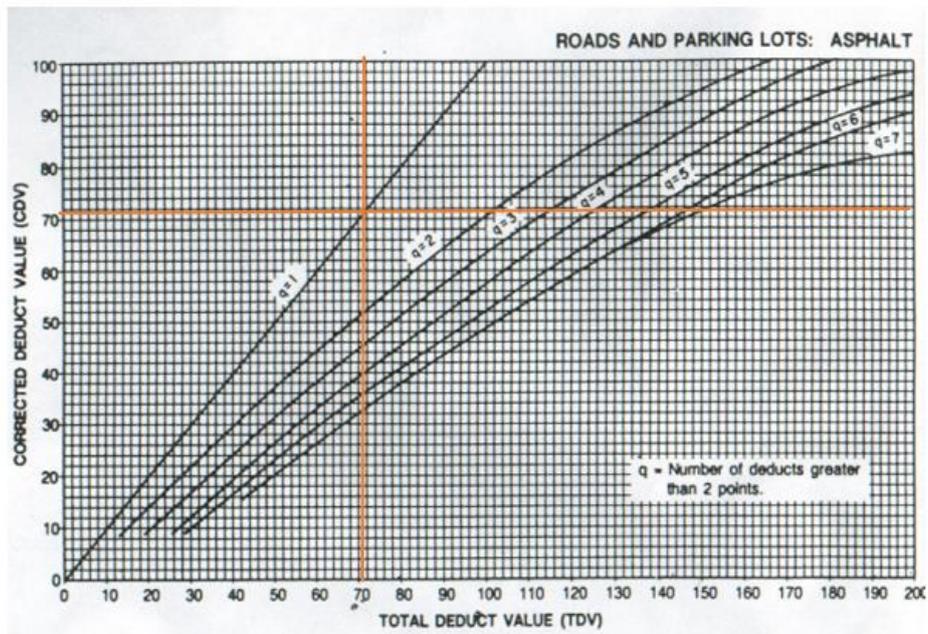
Fuente: Propia

Realizando el àbaco TDV o valor deducido corregido para $q = 2$ y VDT 73, encontramos un valor aproximado de 69.

Empleamos el mismo criterio para hallar el CDV para $q = 1$ y VDT = 71.

Figura 60

Àbaco TDV



Fuente: Propia

Tabla 39

Máximo de Valores Deducidos Corregidos – VDC

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	69	4	73	2	51
2	69	2	71	1	71

Fuente: Propia

De los valores deducidos encontrados utilizaremos el de mayor valor numérico, para nuestra unidad de muestra UM-01 el 71.

Calculamos el PCI de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - (\text{Màx. VDC o total VD})$$

Luego:

$$PCI = 100 - 71$$

$$PCI = 29$$

En la tabla 9 ubicaremos según el rango de clasificación en la que se encuentra el resultado de PCI de nuestra muestra UM-01.

Tabla 40

Rango de Clasificación del PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente. (Vasquez V, 2006)

De acuerdo a la Tabla 9 del Manual de aplicación del PCI, podemos decir que el PCI = 29 de la muestra UM – 01 se encuentra en el rango entre 40-25, se califica como MALO.

Tabla 41

Resumen de Fallas de Muestras

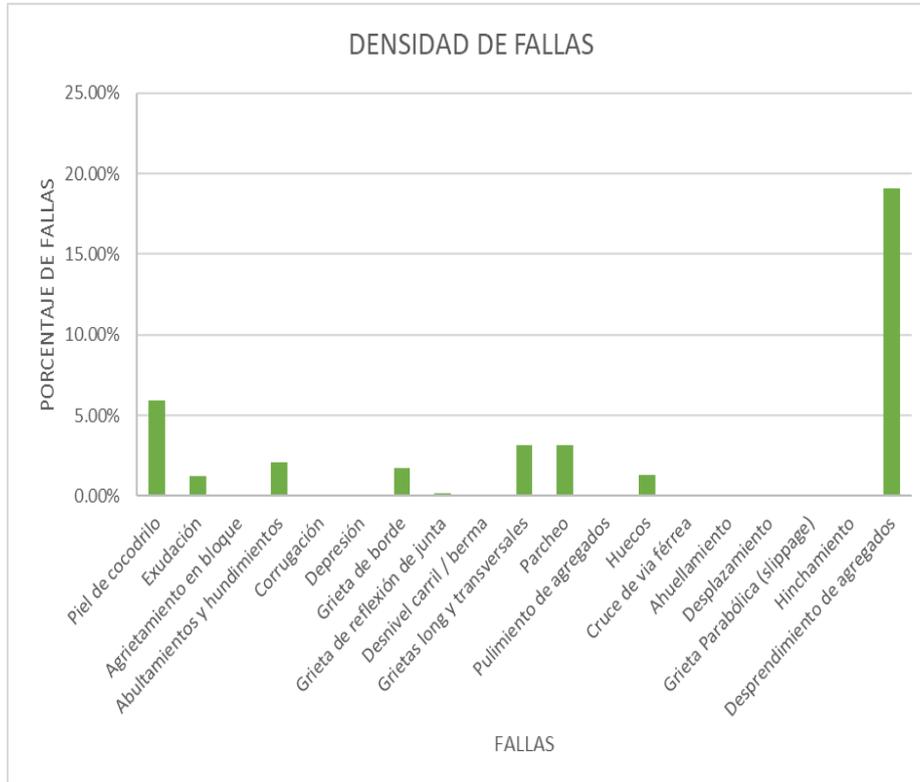
FALLAS	DESCRIPCIÓN	%	PRESENTA / NO PRESENTA
F-1	Piel de cocodrilo	5.90%	PRESENTA
F-2	Exudación	1.20%	PRESENTA
F-3	Agrietamiento en bloque	0.00%	NO PRESENTA
F-4	Abultamientos y hundimientos	2.10%	PRESENTA
F-5	Corrugación	0.00%	NO PRESENTA
F-6	Depresión	0.00%	NO PRESENTA
F-7	Grieta de borde	1.72%	PRESENTA
F-8	Grieta de reflexión de junta	0.15%	PRESENTA
F-9	Desnivel carril / berma	0.00%	NO PRESENTA
F-10	Grietas long y transversales	3.15%	PRESENTA
F-11	Parcheo	3.14%	PRESENTA
F-12	Pulimiento de agregados	0.00%	NO PRESENTA
F-13	Huecos	1.30%	PRESENTA
F-14	Cruce de vía férrea	0.00%	NO PRESENTA
F-15	Ahuellamiento	0.00%	NO PRESENTA
F-16	Desplazamiento	0.00%	NO PRESENTA
F-17	Grieta Parabólica (slippage)	0.00%	NO PRESENTA
F-18	Hinchamiento	0.00%	NO PRESENTA
F-19	Desprendimiento de agregados	19.05%	PRESENTA
		37.71%	

Fuente: Propia

De acuerdo al resumen de fallas de muestras el mayor porcentaje es la falla 19, desprendimiento de agregado teniendo como totalidad de 19.05%.

Figura 61

Densidad de Fallas



Fuente: Propia

Tabla 42*Promedio de Unidades de Muestreo*

MUESTRAS DE ESTUDIO						
ITEM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	SECCIÒN		ÀREA	PCI
1	0+000	0+038	UM	1	235.60	29
2	0+500	0+538	UM	14	248.92	17
3	1+000	1+038	UM	27	259.10	39
4	1+500	1+538	UM	40	220.70	50
5	2+000	2+038	UM	53	284.31	49
6	2+500	2+538	UM	66	276.80	39
7	3+000	3+038	UM	79	248.20	27
8	3+500	3+538	UM	92	290.05	50
9	4+000	4+038	UM	105	246.70	42
10	4+500	4+538	UM	118	236.80	46
11	5+000	5+038	UM	131	266.15	46
12	5+500	5+538	UM	144	254.65	28
13	6+000	6+038	UM	157	219.43	66
14	6+500	6+538	UM	170	221.58	64
15	7+000	7+038	UM	183	275.62	55
16	7+362	7+400	UM	195	277.21	36
PROMEDIO						42.6875

*Fuente: Propia***Tabla 43***Promedio de Unidades de Muestreo Adicionales*

MUESTRAS ADICIONALES	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	ÀREA	PCI
UMA-01	0+080	0+118	261.08	29
UMA-02	0+310	0+348	236.40	39
UMA-03	1+195	1+233	259.46	17
UMA-04	1+360	1+398	273.6	23
PROMEDIO				27

Fuente: Propia

Determinación del PCI total de la sección:

Utilizaremos la siguiente fórmula:

$$PCI_s = \frac{((N - A) \times PCI_r) + (A \times PCI_a)}{N}$$

Donde:

PCIs = PCI de la sección del pavimento

PCIr = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIa = PCI promedio de las unidades de muestro adicionales.

N = Número total de unidades de muestreo en la sección.

A = Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

Luego:

$$PCI = \frac{[(16 - 4) \times 42.69] + (4 \times 27)}{16}$$

$$PCI = 38.77$$

Para la determinación del resultado total de PCI de nuestro estudio por secciones según su estado de conservación, usaremos como referencia el siguiente cuadro de rangos de clasificación del PCI.

Tabla 44*Rangos de Clasificación del PCI*

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente. (Vasquez, 2006)

Según lo obtenido de 38.77 lo ubicamos en el rango de clasificación del PCI y se encuentra en el intervalo de 40 – 25, y se clasifica como **MALO**.

4.2. Docimasia de Hipótesis

En el estudio y análisis en el tramo Paijàn – Macabi Alto se constato las fallas que presentan en el pavimento flexible, realizando las 16 unidades de muestras, siendo el desagregado de agregados el de mayor porcentaje.

El análisis se realizó en función al estudio del Pavement Condition Index (PCI) obteniéndose como promedio de las 16 unidades de muestras un 42.69 y al desarrollar la fórmula para determinar el resultado total es de 38.77, por lo cual al ubicarlo en la tabla de clasificaciones nos indica que nuestro pavimento existe en el tramo de estudio según su condición es MALO.

V. **Discusión de Resultados**

En el estudio “Investigación del índice de condición de pavimento flexible en la Av. San Luis, Distrito de Viru, Provincia de Viru – La Libertad 2019” de Benites Ascate y Castillo Blas, este proyecto se encuentra ubicado en Viru, actualmente se encuentra pavimentada, el cual presenta un ancho de 3 a 9 m variablemente, mientras que nuestro estudio presenta de 6 m hasta 12 m.

En el estudio de “Evaluación PCI y Propuesta de Intervención para el Pavimento Flexible del Jirón Los Incas de Piura” de Correa Vásquez y Carpio Molero, este proyecto según su área total de fallas el menor fue de abultamiento y hundimientos, depresión siendo se 1% y en nuestra tesis el menor fue exudación con 1.20%, la mayor falla en ambos proyectos es el de desprendimiento de agregados siendo el de ellos 65% y el nuestro de 37.71%

En la tesis “Evaluación de Fallas Mediante el Método PCI y Planteamiento de Alternativas de Intervención para Mejorar la Condición Operacional del Pavimento Flexible en el Carril Segregado del Corredor Javier Prado”, este proyecto que tiene como autor a Tacza Herrera y Rodríguez Páez obtienen como resultado de estudio del PCI 57 este siendo según la clasificación que es Bueno, sin embargo en nuestra tesis obtuvimos el valor de 38.77 siendo este Malo.

Conclusiones

- Se determino las secciones para nuestras unidades de muestras siendo 19 las elegidas de manera aleatoria, siguiendo el procedimiento de PCI.
- De las fallas que hemos encontrados en la zona de estudio fueron: piel de cocodrilo 5.90%, exudación 1.20%, abultamiento y hundimientos 2.10%, grieta de borde 1.72%, grieta de reflexión de junta 0.15%, grietas longitudinales y transversales 3.15%, parcheo 3.14%, huecos 1.30%, desprendimiento de agregados 19.05%.
- En la presente tesis se realizó el análisis del estado superficial del tramo Paijàn – Macabi alto, el cual se obtuvo como resultado del PCI 38.77, considerándose según su clasificación es MALO.
- En el tramo de Paijàn a Macabi Alto según nuestro estudio y resultado podemos afirmar que presenta fallas las cuales son altas en su en la mayoría de ellas lo cual determina insuficiente seguridad vial.

-

Recomendaciones

- Teniendo en cuenta la evaluación del estudio superficial del pavimento, se tiene que dar mantenimiento adecuado sin llegar a rehabilitar toda la vía si no los tramos donde se encuentran las fallas, recuperar la condición estructural, considerando las características climatológicas de la zona para su diseño del pavimento flexible.
- Hacer uso de los manuales de carreteras según el MTC, así basándose en métodos científicamente comprobados para cada zona.
- Se debe considerar realizar el cambio de carpeta asfáltica de espesor de 2” para el reforzamiento estructural del pavimento, este procedimiento se tiene que hacer previamente al realizar el mantenimiento de cada falla encontrada.

Referencias Bibliográficas

- Varela, R. V. (2006). *Manual de Pavement Condition Index (PCI)*.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2016). *Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación, Catálogo de Fallas*. República Dominicana.
- Ccsani y Ferro. (2017). “*Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos*”: Repositorio Institucional – Universidad Tecnológica de los Andes.
- Luis, R.L. (2019). “*Propuesta de Diseño de los Pavimentos de la Calle Fernando Belaúnde Terry (Km 0+000 a 1+000) Provincia de Jaén, Región Cajamarca*”. Repositorio Institucional – Universidad Nacional de Trujillo.
- Correa y Carpio. (2019). “*Evaluación PCI y Propuesta de Intervención para el Pavimento Flexible del Jirón los Incas de Piura*”. Repositorio Institucional – Universidad de Piura.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2019). *Estadísticas de Seguridad Ciudadana*.
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-de-estadisticas-de-seguridad-ciudadana-mayo2019.pdf>
- Reporte Global de Competitividad (2019)
https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/deloitte-reporte-globalcompetitividad_2019.pdf

Anexos**Figura 62**

Fallas Superficiales en Carretera de Paiján



Fuente: Propia

Figura 63

Fallas Superficiales en Carretera Macabi Alto



Fuente: Propia

Figura 64

Inicio de Tramo de Estudio de Muestra



Fuente: Propia

Figura 65

Toma de Medidas en Fallas



Fuente: Propia

Figura 66

Toma de Medidas en Fallas



Fuente: Propia

Figura 67

Toma de Medidas en Fallas



Fuente: Propia

Figura 6*Toma de Medidas en Fallas*

Fuente: Propia

Figura 69*Toma de Medidas en Fallas*

Fuente: Propia