



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash”

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

**AUTOR:**

TORRES PORTELLA, LUCY VANESSA

**ASESOR:**

Ing. CASTILLO CHÁVEZ JUAN HUMBERTO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**PÁGINA DEL JURADO**

---

**Ing. ROJAS SALAZAR HILBE**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. FARFÁN CÓRDOVA MARLON**  
**SECRETARIO**

---

**Ing. CASTILLO CHÁVEZ JUAN**  
**VOCAL**

## **Dedicatoria**

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, Vitervo y Nery por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, es un orgullo y privilegio ser su hija, son los mejores padres. A mis hermanas (os); Rocío, Valeria, Daniel y Diego por su cariño y apoyo incondicional y estar siempre presentes conmigo en todo momento. A mi abuelita Ida y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona que ahora cumple uno de sus sueños y metas.

Muchas Gracias.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia y ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Vitervo y Nery; por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que siempre me han inculcado.

A la plana docente de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, por haber compartido sus conocimientos y apoyo a lo largo de la preparación de mi profesión.

## **Declaración de autenticidad**

Yo, **Lucy Vanessa Torres Portella**, estudiante de la Universidad César Vallejo identificada con DNI **71993141**, con la tesis titulada:

**“Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash”**

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener un grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de: Fraude, plagio, autoplagio, piratería o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la universidad César Vallejo.

Trujillo, 14 de diciembre del 2018.

---

**Lucy Vanessa Torres Portella**

**DNI: 71993141**

## **Presentación**

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo - Filial Trujillo, pongo a vuestro elevado criterio la Tesis titulada:

**“Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash”**

Con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación al desarrollo y al progreso de la provincia de Yungay, involucrando directamente al distrito de Yanama, a fin de mejorar la calidad de vida de la población y el servicio vial de la zona.

## Índice

Página del Jurado .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.1.1. Aspectos generales.....	12
Ubicación Política .....	12
Ubicación geográfica.....	12
Límites .....	12
Clima .....	12
Aspectos demográficos, sociales y económicos.....	13
Vías de acceso .....	13
Servicios públicos existentes .....	14
Servicios de agua potable .....	14
Servicios de alcantarillado .....	14
Servicios de energía eléctrica.....	14
Otros servicios.....	14
1.2. Trabajos previos.....	15
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	17
1.4. Formulación del Problema .....	19
1.5. Justificación del Estudio.....	19
1.6. Hipótesis.....	20
1.7. Objetivos .....	20
1.7.1. Objetivo General.....	20
1.7.2. Objetivos Específicos.....	20

II. MÉTODO.....	21
2.1. Diseño de investigación .....	21
2.2. Variables, operacionalización.....	22
2.3. Población y muestra.....	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	23
2.5. Métodos de análisis de datos.....	24
2.6. Aspectos éticos .....	60
III. RESULTADOS .....	61
• Jirón 28 de Julio.....	62
• Jirón Yanama.....	65
• Jirón Bellavista .....	68
• Avenida 2 de Julio .....	71
• Jirón Santa Rosa .....	74
• Resultado final de la localidad de Yanama .....	77
IV. DISCUSIÓN.....	81
V. CONCLUSIONES .....	82
VI. RECOMENDACIONES .....	83
VII. REFERENCIAS .....	84
ANEXOS.....	87

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar la condición superficial del pavimento rígido aplicando el método de pavement condition index (PCI) en función a la norma ASTM D 5340, la cual se usa para fines de evaluación de una vía, por consiguiente, dicha evaluación sirve como base para el mejoramiento del diseño de las pistas de pavimento rígido. En la investigación, se utilizó el diseño no experimental, transversal, descriptivo simple y por ser una cantidad reducida del número de calles en el estudio se tomó como muestra las cinco calles principales las cuales fue una selección por conveniencia en el barrio de Yanama las cuales fueron: Av. 2 de Julio, Jr. Santa Rosa, Jr. 28 de Julio, Jr. Yanama, Jr. Bellavista. Una vez concluida la investigación y evaluación superficial en las cinco calles principales que conforman el barrio de Yanama del distrito de Yungay, región Ancash, se logró determinar diferentes patologías, las cuales en su mayoría se encuentran entre una severidad de media a baja, las patologías que se presentan con más frecuencia son: Parche pequeño, grieta de esquina, grietas lineales, descascaramiento de juntas; de acuerdo al método utilizado (PCI), obteniendo como porcentaje final de patologías: parches grandes 25.25%, grietas lineales 23.24%, losas divididas 15.89%, grietas de esquina 12.71%, parches pequeños 8.36%, pulimientos de agregados 6.86%, descascaramiento de juntas 0.67% y el 7.02% del pavimento rígido no presenta patologías importantes. Como conclusión final se logró determinar el actual índice de condición de pavimento que fue un PCI = 52.00 lo cual indica que el pavimento se encuentra en un estado REGULAR, de acuerdo a la escala del PCI, según un sentido genérico dado que es un promedio; Así mismo la variabilidad de los PCI de cada calle que fue evaluada se encuentran en un nivel de estado REGULAR.

Palabras claves: pavimento, rígido, PCI, patologías, descascaramiento, grietas.

## ABSTRACT

The main objective of this research project is to evaluate the surface condition of the rigid pavement by applying the pavement condition index (PCI) method based on the ASTM D 5340 standard, which is used for one-way evaluation purposes, therefore, this evaluation serves as a basis for the improvement of the design of the rigid pavement tracks. In the research, the non-experimental, cross-sectional, simple descriptive design was used and since it was a reduced number of streets in the study, the five main streets were taken as a sample, which was a convenience selection in the Yanama neighborhood. were: Av. 2 de Julio, Jr. Santa Rosa, Jr. 28 de Julio, Jr. Yanama, Jr. Bellavista. Once the investigation and superficial evaluation were completed in the five main streets that make up the Yanama district of the Yungay district, Ancash region, different pathologies were determined, most of which are between a medium to low severity, the pathologies which occur most frequently are: Small patch, corner crack, linear cracks, joint flaking; according to the method used (PCI), obtaining as a final percentage of pathologies: large patch 25.25%, linear cracks 23.24%, slab divided 15.89%, corner cracks 12.71%, small patch 8.36%, polishing of aggregates 6.86%, dehusking of joints 0.67% and 7.02% of the rigid pavement does not present important pathologies. As a final conclusion, it was possible to determine the current pavement condition index, which was a  $PCI = 52.00$ , which indicates that the pavement is in a REGULAR state, according to the ICP scale, according to a generic sense since it is an average; Likewise, the variability of the PCI of each street that was evaluated are at a level of REGULAR status.

Keywords: pavement, rigid, PCI, pathologies, dehidring, cracks.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Actualmente la ingeniería vial en nuestro país se viene desarrollando de una manera acelerada y esto se puede observar en la construcción de carreteras importantes, caminos vecinales, apertura de trochas y muchos otros proyectos viales que se vienen desarrollando. Así mismo la infraestructura vial es un factor determinante donde se involucran aspectos socioeconómicos para el desarrollo de una ciudad, región y país; por tal motivo una carretera es una obra importante en el crecimiento económico de zonas urbanas y rurales, a esto se suma la serviciabilidad que pueda brindar la carretera para la comodidad en el transporte de personas y productos. Debido al último fenómeno del niño costero el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) detalla que la región de Ancash ha sido una de las regiones más afectadas en daños materiales y personales con 792 emergencias (Anexo 1 y 2).

La región de Ancash, tiene un clima seco durante el día y un clima húmedo durante la noche, las precipitaciones pluviales se presentan con mayor intensidad en los meses de enero a marzo, por lo cual se recomienda un mantenimiento el cual es considerado como un activo económico por lo que el pavimento tiene a deteriorarse por las acciones del clima y más aún por el último fenómeno que afectó al país el cual dejó caminos rurales destruidos y afectados, tal como lo indica el INDECI la Región de Ancash tuvo un total de 235 caminos rurales destruidos y 1311 caminos rurales afectadas (Anexo 3).

El distrito de Yanama, provincia de Yungay, Región de Ancash; cuenta con un pavimento rígido (Anexo 4) el cual tiene aproximadamente siete años de antigüedad, actualmente en dicho pavimento se puede observar fallas muy notorias tales como grietas longitudinales y descascamiento (Anexo 5 y 6) las cuales necesitan una adecuada rehabilitación para poder mejorar la transitabilidad y mejorar la calidad de vida de los pobladores.

### **1.1.1. Aspectos generales**

#### **Ubicación Política**

- ✓ **Departamento:** Ancash
- ✓ **Provincia:** Yungay
- ✓ **Distrito:** Yanama
- ✓ **Localidad:** Yanama

#### **Ubicación geográfica**

El distrito de Yanama se encuentra a 69.7 km de la Ciudad de Yungay, cuanta con una altitud media de 3375 m.s.n.m.

#### **Límites**

- ✓ **Por el Norte:** Provincia de Luzuriaga.
- ✓ **Por el Sur:** Provincia de Asunción.
- ✓ **Por el Oeste:** Distrito de Yungay.
- ✓ **Por el Este:** Provincia de Fitzcarrald.

#### **Clima**

El clima en el distrito de Yanama es mayormente templado y cálido, la temperatura varía entre 19°C a 3°C durante todo el año, presentando en algunos meses la presencia de helada en la zona; los meses en los cuales se registra mayores niveles de temperatura son los meses de octubre a diciembre. Las lluvias en el área de influencia del proyecto son estacionales por lo que se intensifican en los meses de enero a mayo siendo el más lluvioso el mes de marzo.

## **Aspectos demográficos, sociales y económicos**

### **Agricultura**

La agricultura es la actividad principal en Yanama, representando aproximadamente un 75% de ingresos económicos de los pobladores del distrito. Quienes aprovechan las ventajas que ofrece el clima y la calidad del suelo para la siembra y cosecha de papa, maíz, haba, olluco, oca, chocho y trigo.

### **Ganadería**

Los pobladores de Yanama desarrollan el tema de la ganadería en una menor escala, para dicha labor aprovechan las regulares áreas de pastizales con las que se cuenta en el distrito. Los animales domésticos que son dedicados para esta actividad están conformados principalmente por el ganado ovino, vacuno y porcino.

### **Economía**

Los pobladores obtienen los ingresos económicos para su hogar comercializando sus productos agrícolas y ganaderos, muchos de ellos transportándolos hasta la provincia de Yungay. Mientras que otros pobladores obtienen ingresos económicos laborando como peones o como choferes de transporte público los que trasportan a diario personas dentro del mismo distrito o llevándolos hasta Yungay.

### **Vías de acceso**

Yanama es un pueblo perteneciente a la provincia de Yungay el cual se encuentra en la Región de Ancash. Yanama se ubica a 63.7 kilómetros de la ciudad de Yungay la cual se ubica a 255 kilómetros de la ciudad de Trujillo, la vía de acceso es una carretera asfaltada, y se tarda aproximadamente unas siete horas en llegar desde Trujillo a Yanama.

**Cuadro N° 01: Detalle de Vías de Acceso**

<b>Tramo</b>	<b>Distancia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Vehículo</b>	<b>Tipo de Vía</b>
Trujillo – Yanama	324 km.	7.0 hr.	Todo tipo de vehículo	Asfaltada

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Servicios públicos existentes**

Agua potable, Electricidad, Centros educativos Telefonía fija y móvil, Televisión por cable.

**Servicios de agua potable**

Actualmente los pobladores cuentan con el servicio de agua potable en la puerta de su casa.

**Servicios de alcantarillado**

En la zona de influencia del proyecto se cuenta con un sistema de alcantarillado.

**Servicios de energía eléctrica**

Actualmente los pobladores cuentan con electricidad en sus hogares así mismo, con un sistema de alumbrado público.

**Otros servicios**

Los pobladores cuentan con centros educativos de niveles inicial, primaria y secundaria.

## **1.2. Trabajos previos**

Vásquez (2016) en su tesis “Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash”; planteo como objetivo determinar el deterioro de las calles del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Ancash, cuya muestra estuvo compuesta por 5 calles en las cuales se realizó una inspección visual para luego ser evaluadas a través del método del índice de condición de pavimento (PCI). Los resultados indicaron que el pavimento rígido presenta Grieta de esquina 12.54%, Pulimiento de agregados 35.21% y Grietas lineales 61.20% las cuales necesitan ser refaccionadas para poder mejorar la transitabilidad en el barrio de Yanachaca.

López (2016) en su tesis “Determinación y evaluación del índice de las fallas y patologías de los pavimentos rígidos de las calles del Barrio los Olivos, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash”; describe que las vías del distrito de Independencia, Barrio de Los Olivos, cuenta con un índice de condición de pavimento del 73.54% obteniendo como resultado que su estado de serviciabilidad del pavimento rígido es Muy Bueno. Indica finalmente que las patologías que se presentan en el pavimento rígido con mayor frecuencia después de una inspección visual son: Grietas de esquina 4.79%, Losa dividida 7.81%, Grietas lineales 11.15%, Grietas de retracción 5.41% y Descascaramiento de junta 0.78%.

Saenz (2016) en su tesis titulada “Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional en las principales pistas de la urbanización casuarinas primera etapa – distrito de nuevo Chimbote, provincia de santa, departamento de Ancash”; el cual planteo como objetivo principal determinar las patologías en el pavimento rígido en la urbanización casuarinas perteneciente al distrito de nuevo Chimbote, obteniendo finalmente como resultados después de utilizar el método de condición de pavimento (PCI), Grietas lineales 51.23%, Pulimiento de agregados 41.25% y Grieta de esquina 11.54%.

Espinoza (2015) en su tesis titulada “Determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos Rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura”, el autor describe que las calles de dicha provincia presentan un índice de condición de pavimento promedio del 50% correspondiendo a un nivel de estado regular. Así mismo en su tesis obtiene como resultado que las incidencias patológicas en los pavimentos hidráulicos de la provincia de Huancabamba son: Grietas lineales 40.87%, Pulimiento de agregados 26.87%, Grieta de esquina 22.68% y escala 7.08%. Indicando así también que los pavimentos rígidos sufren desperfectos debido a la mala ejecución, calidad de agregados y al estado del clima de la zona.

Fuentes (2015) en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido en el AA.HH. ciudad blanca zona “c” distrito de paucarpata, provincia de Arequipa, región Arequipa”; El autor señala las calles que serán analizadas del distrito de paucarpata en las cuales se encuentren con mayor frecuencia fallas en el pavimento rígido para pasar a realizar el respectivo análisis y plantear posibles soluciones para mejorar la transitabilidad y dar un alto la avanzado deterioro de las pistas las cuales presentan patologías tales como: losas divididas 9.25%, Grietas de esquina 10.55%, Grietas lineales 12.33% y Descascaramiento de esquina 1.62%.

Díaz (2015) e su tesis “Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las calles del barrio de palmira alto, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Ancash”, el Tesista resalta que las pistas de dicha provincia cuentan con un índice de condición del pavimento promedio de hasta el 52% el cual corresponde a una categoría de nivel de estado regular. Del mismo modo en su tesis indica cuales son las principales patologías en el pavimento rígido teniendo como resultados: Grieta de esquina 21.23%, Grietas lineales 30.25%, Pulimiento de agregados 32.12% y escala 9.07%. Indicando finalmente cuales son las principales causas que provocan la aparición de estas patologías.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Pavimento**

El pavimento es una estructura que está conformada por capas que se superponen horizontalmente las cuales se diseñan y constituyen con materiales apropiados para ser compactados adecuadamente. Dicha estructura tiene como apoyo la subrasante de una vía la que se obtiene por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y las cuales deberán de resistir los esfuerzos de las cargas del tránsito que se transmiten durante el periodo para el cual el pavimento fue diseñado.

Un pavimento deberá de cumplir adecuadamente las funciones para las cuales fue diseñado tales como:

- Resistir las cargas impuestas por el tráfico.
- Resistir ante los agentes del medio ambiente.
- Presentar regularidad superficial.
- Deberá de ser durable.
- Deberá de ser económico.

#### **1.3.2. Pavimento Rígido**

Cuando se tiene en mente pavimentos de concreto se tiene en mente losas que tengan la capacidad de soportar cargas y de transmitir las al suelo en presiones de bajo contacto por ello se debe de tener siempre en cuenta que estén correctamente diseñadas y bien construidas.

Desde que se empezó a construir pavimentos de concreto existieron inquietudes sobre de cómo sería su funcionamiento y las posibilidades de establecer diferentes métodos los cuales permitan determinar el espesor y la calidad de las distintas capas que lo conformen.

Hoy en día se conocen distintos métodos basados en aproximaciones teóricas o en evaluaciones de pavimentos existentes los cuales permitan inferir en su comportamiento que tendrán en el pasar de los años.

### **1.3.3. Funciones de las capas del Pavimento Rígido**

#### **a. Sub Base Granular**

- Una de las principales funciones de la Sub base granular es impedir la acción del bombeo a lo largo de todas las juntas, extremos y grietas del pavimento. El bombeo se genera por la fluencia del agua con un material fino fuera de la estructura del pavimento, que se genera por la infiltración del agua por las juntas de las losas.
- Tiene también como objetivo suministrar un apoyo uniforme del pavimento.
- Facilita el trabajo de pavimentación.
- Mejorar el drenaje y de esta forma reducir al mínimo la acumulación de agua por debajo del pavimento.
- Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante.

#### **b. Losa de Concreto**

- La función estructural que tiene la losa de concreto en un pavimento rígido es soportar y transmitir de forma adecuada los esfuerzos que se le puedan aplicar.

### **1.3.4. Factores a considerar en el diseño de pavimentos**

#### **a. Trafico y Carga**

- Numero de Repeticiones
- Carga por eje
- Presión de contacto
- Velocidad de vehículo
- Área de contacto

#### **b. Medio Ambiente**

- Temperatura
- Precipitación
- Radiación solar

### **c. Materiales**

- Mejoramientos
- Base y sub base granula
- Materiales estabilizadores
- Carpeta asfáltica
- Losa de concreto

### **1.4. Formulación del Problema**

¿Cuál es la condición operacional del pavimento rígido en las calles del distrito de Yanama, provincia de Yungay, región Ancash, a partir del análisis de patologías del concreto?

### **1.5. Justificación del Estudio**

El presente proyecto de investigación tiene la necesidad de conocer el actual índice de condición de pavimento rígido en el que se encuentran las pistas de las calles del distrito de Yanama, provincia de Yungay, región Ancash; de acuerdo a las patologías identificadas, del mismo modo indicar en qué grado de afectación, severidad y densidad tiene el pavimento rígido. La investigación nos permitirá determinar los tipos de patologías que existen en el pavimento en las calles del distrito de Yanama. Con el grado de afectación se podrá determinar la decisión que se tomara en cuenta para su rehabilitación, mejoramiento o reconstrucción teniendo como referencia lo establecido por el PCI, razón por la cual se justifica hacer el estudio tomando los formatos que nos facilitaran para tener una adecuada identificación de patologías que se puedan encontrar en el estudio. Con el fin de buscar soluciones al problema invirtiendo la menor cantidad de costos y tiempo se investigara sobre los diferentes tipos de patologías que se puedan encontrar en el pavimento, con tal propósito el presente proyecto de investigación se enfoca en determinar todas las patologías existentes para poder generar soluciones para cada una de las patologías, por lo tanto se justifica y de esta forma mejorar el actual estado del pavimento rígido en el distrito de Yanama y los vehículos puedan circular sin que se genere un desgaste acelerado de las unidades de transporte.

## **1.6. Hipótesis**

La condición de operabilidad del pavimento rígido se obtendrá con los resultados obtenidos del proyecto de investigación.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Evaluar la condición superficial del pavimento rígido aplicando el método de pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama, provincia de Yungay - región Ancash – 2018.

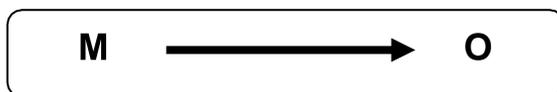
### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las clases de patologías en el pavimento rígido de las pistas del distrito de Yanama.
- Identificar la severidad de la falla del pavimento rígido de las pistas del distrito de Yanama.
- Determinar el valor de reducción de las diferentes patologías del pavimento rígido de las pistas del distrito de Yanama.
- Determinar el valor de reducción corregido del pavimento rígido de las pistas del distrito de Yanama.
- Calcular el índice de condición del pavimento rígido aplicando la metodología del PCI.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

En la investigación, se utilizará el diseño no experimental, transversal, descriptivo simple cuyo esquema a emplearse es el siguiente:



#### Dónde:

**M:** 5 calles principales de pavimento rígido del distrito de Yanama.

- Av. 2 de Julio
- Jr. Santa Rosa
- Jr. 28 de Julio
- Jr. Yanama
- Jr. Bellavista

**O:** Observación del PCI de las 5 calles conformadas de pavimento rígido del distrito de Yanama.

## 2.2. Variables, operacionalización

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Evaluación superficial del pavimento rígido	Patologías en el pavimento rígido	<p>Son características detectables en infraestructuras de concreto, asociada al aumento de probabilidad y estar especialmente expuesto a experimentar un daño.</p> <p>(Norma ASTM D 5340, 2004, p. 2)</p>	Se medirá a través del nivel de severidad el cual se obtendrá directamente en el campo obteniendo una baja, media y alta severidad.	<p>Grietas</p> <p>Deformaciones</p> <p>Bombeo</p> <p>Baches</p> <p>Descascaramiento</p> <p>Escamaduras</p>	Ordinal
	Índice de condición operacional del pavimento rígido	<p>Es el grado de afectación y deterioro que tiene el pavimento rígido de las pistas.</p> <p>(Norma ASTM D 5340, 2004, p. 5)</p>	La evaluación de la condición operacional del pavimento rígido se determinara aplicando el método del pavement condition index (PCI).	<p>Excelente</p> <p>Muy bueno</p> <p>Bueno</p> <p>Regular</p> <p>Malo</p> <p>Muy malo</p> <p>Fallado</p>	Ordinal

### **2.3. Población y muestra**

**Población:** La población está conformada por 7 calles las cuales están conformadas con pavimento rígido en el distrito de Yanama.

**Muestra:** por ser una cantidad reducida del número de calles en el estudio se analizarán las 05 calles principales las cuales fue una selección por conveniencia en el distrito de Yanama las cuales son:

- Av. 2 de Julio
- Jr. Santa Rosa
- Jr. 28 de Julio
- Jr. Yanama
- Jr. Bellavista

**Muestreo:** No probabilístico

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

#### **Técnicas**

La técnica que se tendrá en cuenta para la obtención de los datos será mediante la observación directa del área de estudio.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

- Winchas
- Regla
- Agenda
- Lapicero

#### **Validez**

- Norma ASTM D 5340, Manual de daños en pavimentos rígidos.

#### **Confiabilidad**

- La información a obtener será tomada in situ y se contará con el apoyo de la Municipalidad Distrital de Yanama, así como de los pobladores involucrados en las pistas a analizar.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

El método a utilizar será de acuerdo a la Norma ASTM D 5340 la metodología del PCI tiene como objetivo la determinación del estado del pavimento en términos de nivel de servicio e integridad estructural; obtener el indicio con el cual se pueda comparar con un criterio uniforme el comportamiento y la condición del pavimento; obtener información importante con respecto al comportamiento del pavimento y las soluciones que se puedan optar en el diseño; evaluación y criterios de mantenimiento de los pavimentos rígidos.

### 2.5.1. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento

#### A. Determinación de las unidades de Muestreo para la Evaluación

Según la Norma ASTM D 5430 la evaluación de una red vial se puede obtener un número demasiado grande de unidades de muestreo cuya inspección demandaría recursos y un tiempo considerable; por lo tanto, es necesario aplicar procesos de muestreo.

Para la evaluación de un proyecto se deben de inspeccionar todas las calles, sin embargo, de ser posible, el número mínimo de unidades para muestreo que deberán de evaluarse se obtienen mediante la ecuación 1, la cual produce un estimado de  $PCI \pm 5$  del verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

n: Número mínimo de calles de muestreo a evaluar.

N: Número total de calles.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ( $e = 5\%$ )

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

#### B. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

De acuerdo a la Norma ASTM D 5430 las unidades elegidas deberán de estar igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar de la siguiente manera:

- El intervalo de muestreo ( $i$ ) de expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

N: Número total de calles de muestreo disponible

n: Número mínimo de calles para evaluar

i: Intervalo de muestreo, de redondo al número entero inferior.

- El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo y el intervalo de muestreo  $i$ .

Así como, por ejemplo, si  $i = 3$ , la unidad inicial a inspeccionar puede ser entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identificarán como (S), (S+1), (S+2), etc.

**Aclaración para este proyecto:** en el presente proyecto no se emplearán las ecuaciones 1 y 2 por contar con un número reducido de calles por tal motivo en el proyecto se empleará la selección directa tomando las 5 principales calles del distrito de Yanama.

### C. Descripción de las patologías en pavimentos rígidos

Para hablar de cada uno de los daños se tomará como referencia a Vázquez (2002, p. 46-80) el cual nos da las características de evaluación, niveles de severidad, medias y opciones de reparación para cada una de las fallas.

#### C.1. Blowup – Bucling

##### Descripción

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

### **Niveles de Severidad**

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

### **Medida**

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

### **Opciones de Reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo.

H: Reemplazo de la losa.



**Figura 1: Blowup / Buckling de baja severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.2. Grieta de Esquina**

#### **Descripción:**

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

### **Niveles de Severidad**

L: Las juntas están ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M: Las juntas presentan una grieta de severidad media (M)

H: El área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

### **Medida**

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada

M: Sellado de grietas de más de 3 mm.

H: Parcheo profundo.



**Figura 2: Grieta de esquina de severidad media.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.3. Losa Dividida**

#### **Descripción**

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

## Nivel de Severidad

En el cuadro 4 se anotan los niveles de severidad para losas divididas

**Cuadro 4**  
**Niveles de Severidad para Losas Divididas**

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

**Fuente: Norma ASTM D 5340. p. 26.**

## Medida

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

## Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

H: Reemplazo de la losa.



**Figura 3: Losa dividida de severidad media.**

**Fuente: Imágenes Google**

#### **C.4. Grieta de Durabilidad “D”**

##### **Descripción**

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal.

##### **Niveles de severidad**

L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

##### **Medida**

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

##### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo

H: Reconstrucción de juntas, Reemplazo de la losa.



**Figura 4: Grieta de durabilidad de alta severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.5. Escala**

#### **Descripción**

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

#### **Niveles de Severidad**

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro 5.

**Cuadro 5  
Niveles de Severidad para Escala**

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Diferencia en elevación</b>
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

**Fuente: Norma ASTM D 5340. p. 31.**

## **Medida**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

## **Opciones de Reparación**

L: No se hace nada

M: Fresado

H: Fresado



**Figura 5: Escala de Severidad media.**

**Fuente: Imágenes Google**

## **C.6. Daño del Sello de la Junta**

### **Descripción**

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Crecimiento de vegetación.
3. Falta o ausencia del sellante en la junta.

### **Niveles de Severidad**

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

### **Medida**

No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.



**Figura 6: Daño del sello de junta de baja severidad**

**Fuente: Imágenes Google**

## **C.7. Desnivel Carril / Berma**

### **Descripción**

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

### **Nivel de severidad**

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

### **Medida**

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

### **Opciones de reparación**

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.



**Figura 7: Desnivel carril / berma de baja severidad**

**Fuente: Imágenes Google**

## **C.8. Grietas Lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)**

### **Descripción**

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

### **Niveles de severidad**

**L:** Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

**M:** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.

**H:** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

### **Medida**

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 metros se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

H: Parcheo profundo, Reemplazo de la losa.



**Figura 8: Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.9. Parche grande (mayor de 0.45 m<sup>2</sup>) y acometidas de servicios públicos**

#### **Descripción**

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

#### **Niveles de severidad**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo

#### **Medida**

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

## Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas.

H: Reemplazo del parche.



**Figura 9: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.10. Parche pequeño (Menos de 0.45 m<sup>2</sup>).**

#### **Descripción**

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

#### **Niveles de Severidad**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

#### **Medida**

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada.

H: Reemplazo del parche.



**Figura 10: Parche pequeño de severidad media**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.11. Pulimiento de agregados**

#### **Descripción:**

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

#### **Niveles de Severidad**

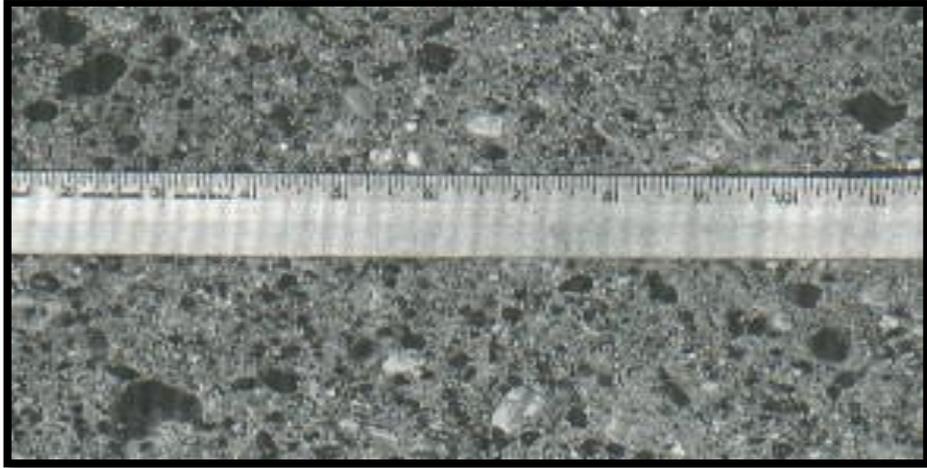
No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

### **Medida**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

### **Opciones de reparación**

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.



**Figura 11: Pulimiento de agregados.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.12. Popouts**

#### **Descripción**

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

#### **Niveles de severidad**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

#### **Medida**

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

## Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada.



**Figura 12: Popout.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.13. Bombeo**

#### **Descripción**

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas.

#### **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

#### **Medida**

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

### Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



**Figura 13: Bombeo**

**Fuente: Imágenes Google**

### C.14. Punzonamiento

#### Descripción

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

#### Niveles de Severidad

**Cuadro 6**  
**Niveles de severidad para Punzonamiento**

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

**Fuente: Norma ASTM D 5340. p. 42.**

### **Medida**

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas.

H: Parcheo profundo.



**Figura 14: Punzonamiento de alta severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.15. Cruce se vía férrea**

#### **Descripción**

El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

#### **Niveles de severidad**

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

#### **Medida**

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial de la aproximación.

H: Reconstrucción del cruce.



**Figura 15: Cruce de vía férrea de baja severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.16. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.**

#### **Descripción**

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado.

#### **Niveles de Severidad**

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

#### **Medida**

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial, Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.



**Figura 16: Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.17. Grietas de retracción.**

#### **Descripción**

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

#### **Niveles de Severidad**

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

#### **Medida**

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

#### **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



**Figura 17: Grietas de retracción.**

**Fuente: Imágenes Google**

### **C.18. Descascaramiento de esquina.**

#### **Descripción**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

#### **Niveles de severidad**

En el Cuadro 7 se indican los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

**Cuadro 7  
Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina**

<b>Profundidad del Descascaramiento</b>	<b>Dimensiones de los lados del descascaramiento</b>	
	<b>127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm</b>	<b>Mayor que 305.0 x 305.0 mm</b>
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

**Fuente: Norma ASTM D 5340. p. 49.**

## **Medida**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

## **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.



**Figura 18: Descascaramiento de esquina de baja severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**

## **C.19. Descascaramiento de junta.**

### **Descripción**

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

### **Niveles de Severidad**

En el Cuadro 8 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

**Cuadro 8**  
**Niveles de Severidad de descascaramiento de junta**

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

**Fuente: Norma ASTM D 5340. p. 52.**

### Medida

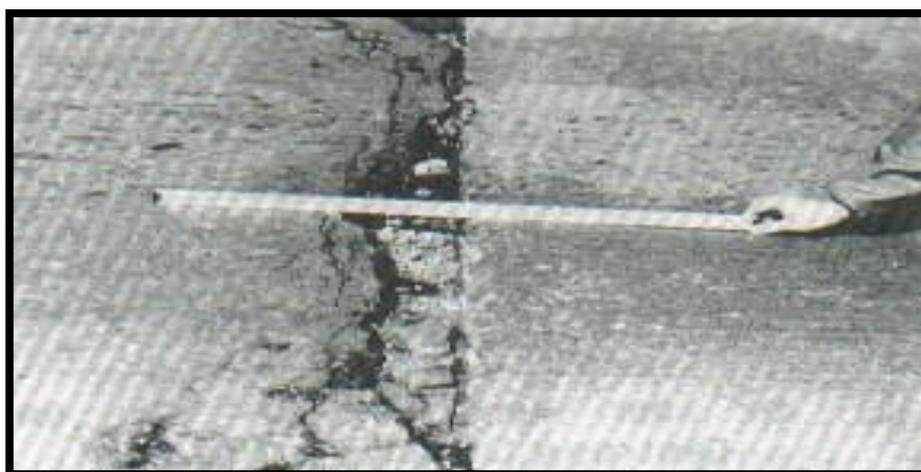
Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

### Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Reconstrucción de la junta.



**Figura 19: Descascaramiento de junta de alta severidad.**

**Fuente: Imágenes Google**



### E. Cálculo de la severidad de las fallas

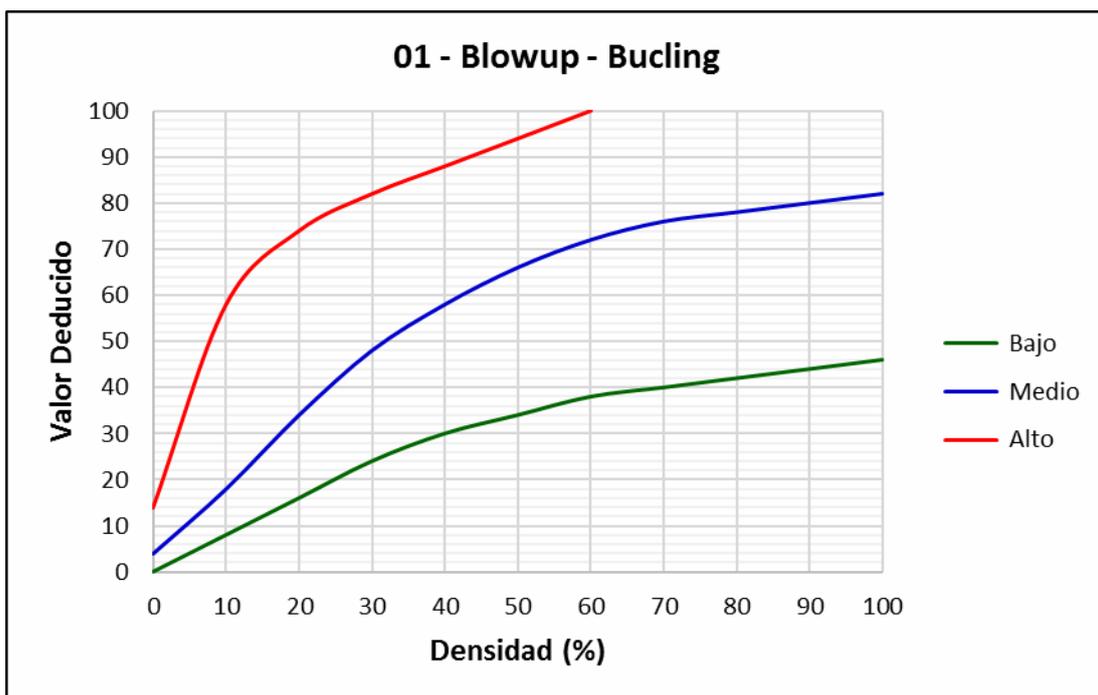
Se dividirá el número de losas contabilizado en 1.a. entre el número de losas de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%), Esta será la densidad por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

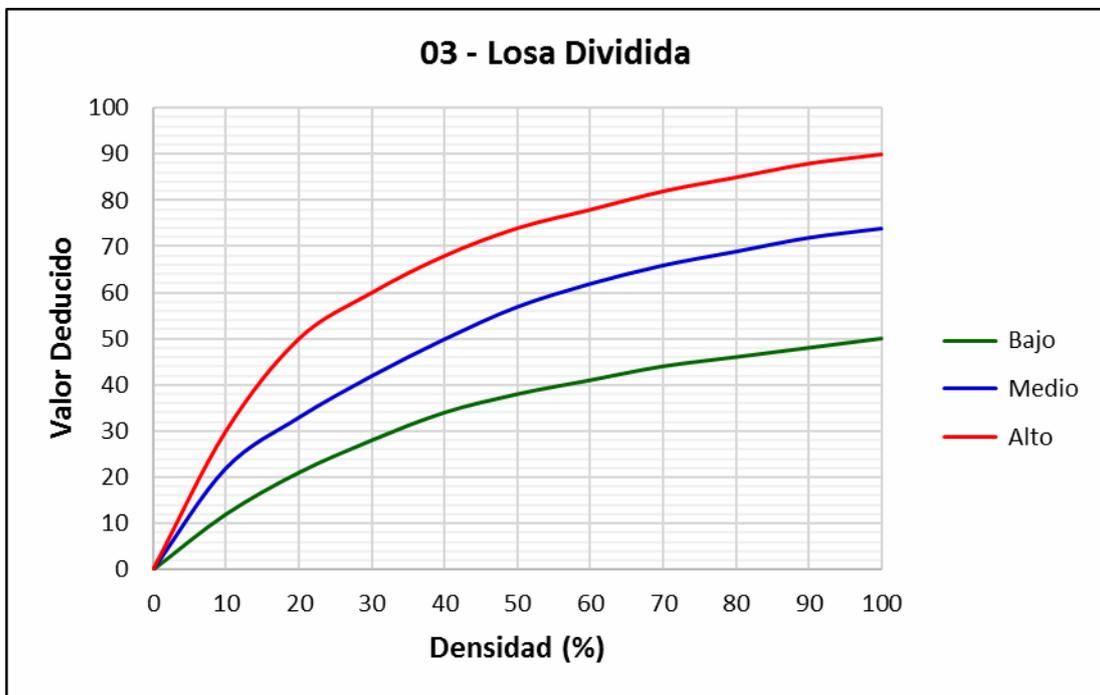
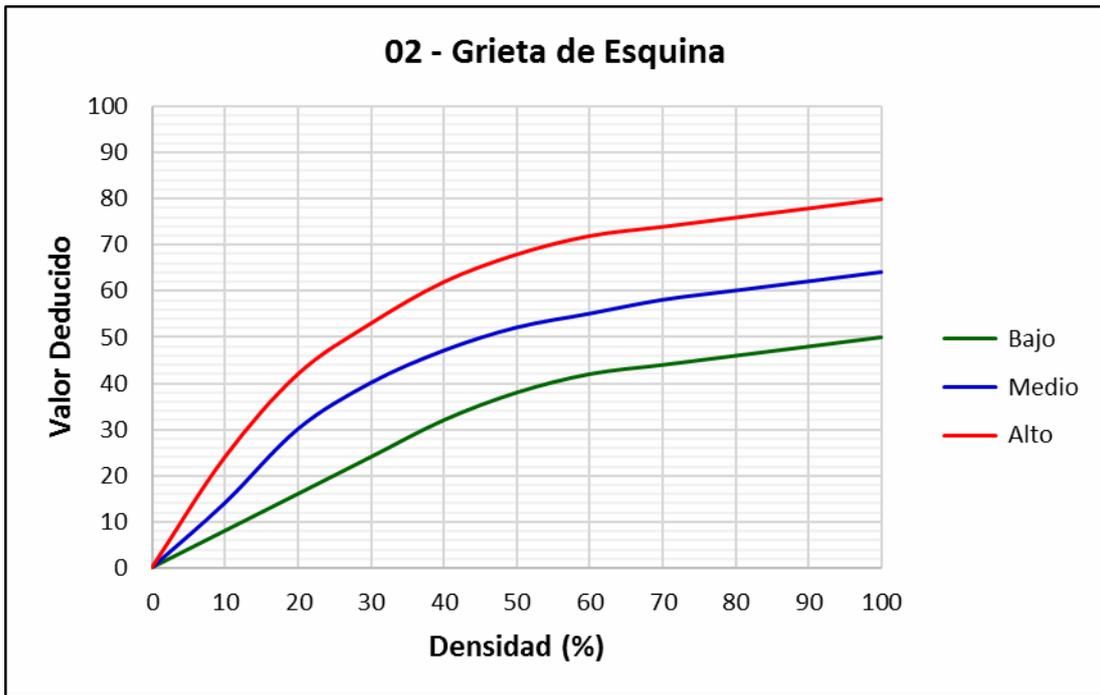
### F. Determinación del valor de reducción de las fallas

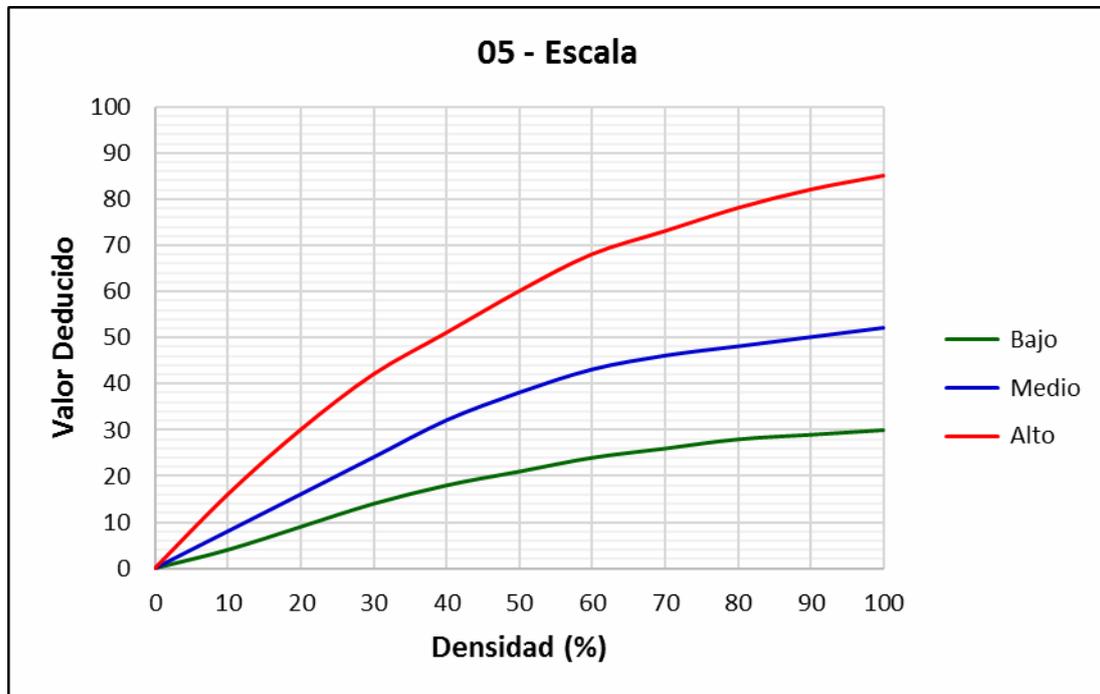
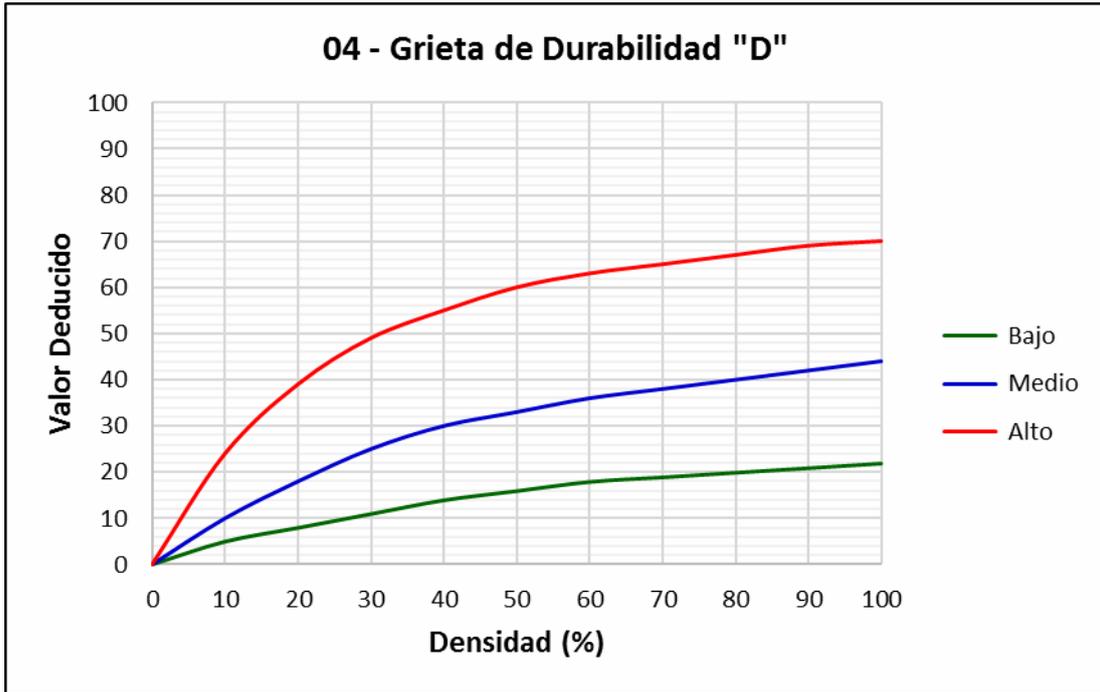
Para esta parte del cálculo del índice de condición del pavimento se tendrá en cuenta ábacos para los diferentes tipos de patologías o fallas que se pueden identificar en el pavimento rígido.

El procedimiento consiste en localizar la densidad de la falla y su nivel de severidad el que nos permitirá encontrar un valor deducido de dicha falla.

### Valores de Reducción de las Patologías







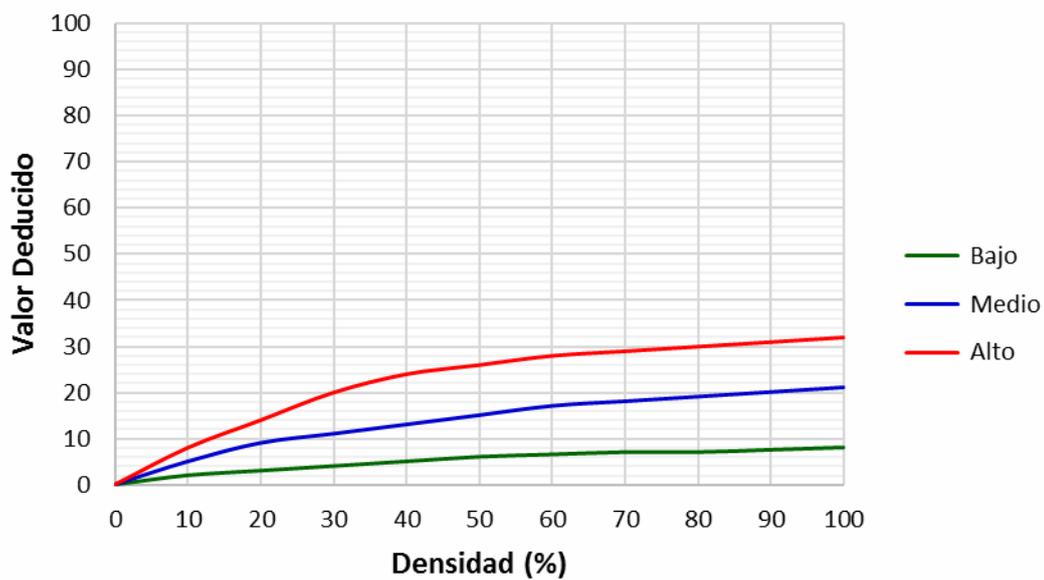
### 06 - Daños de sello de juntas

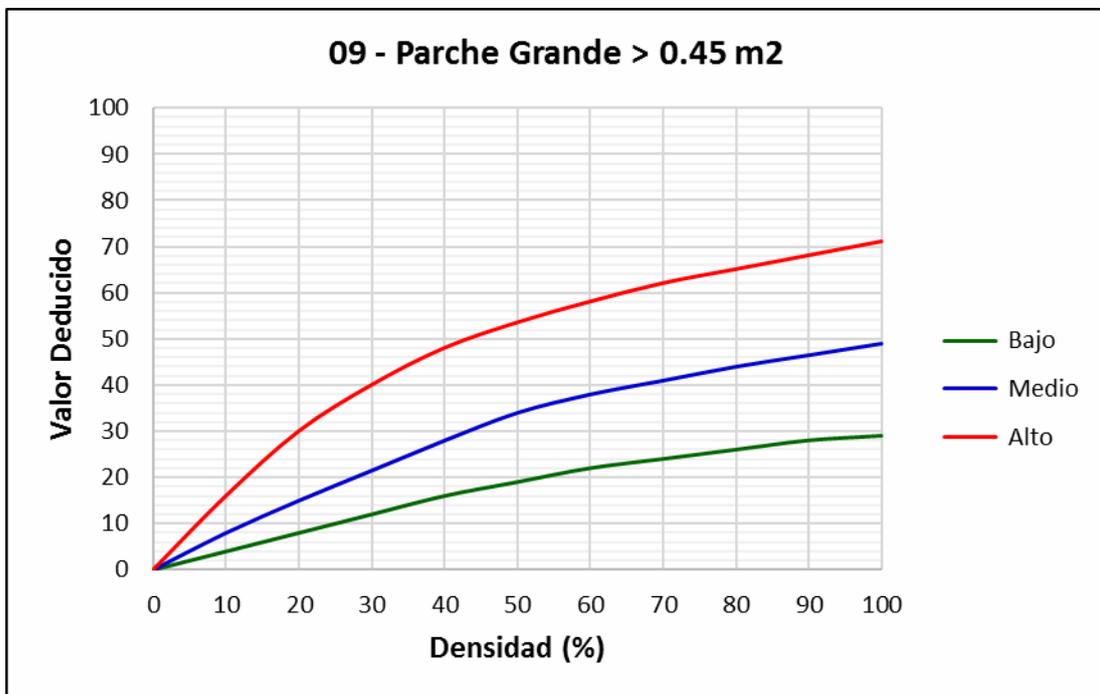
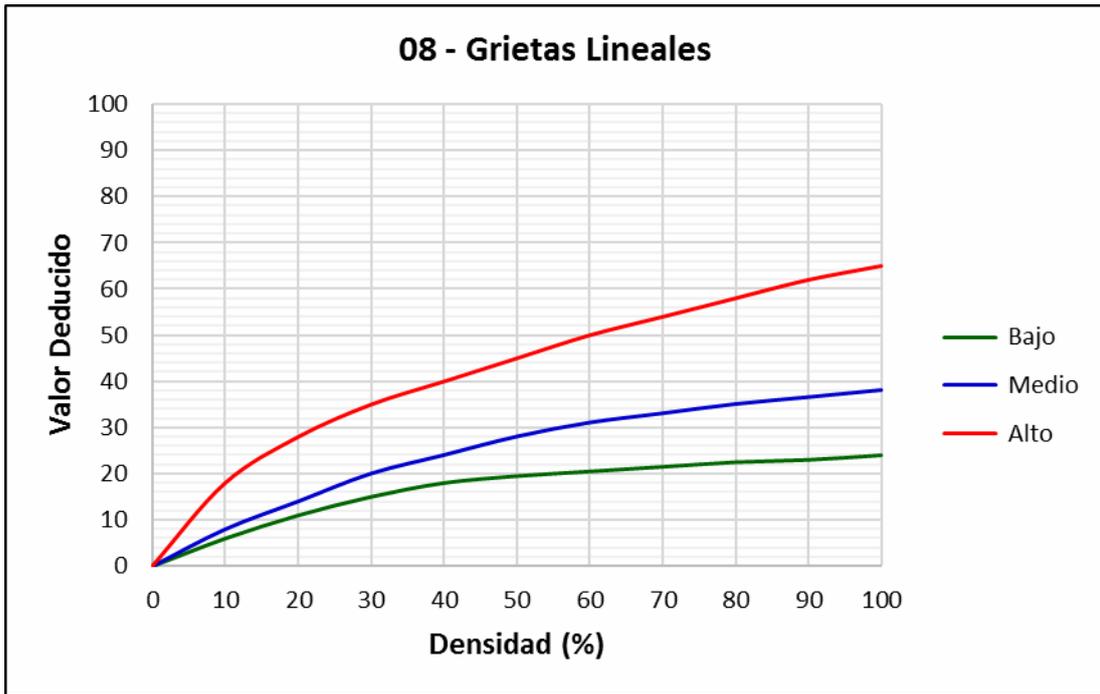
Bajo=2PUNTOS

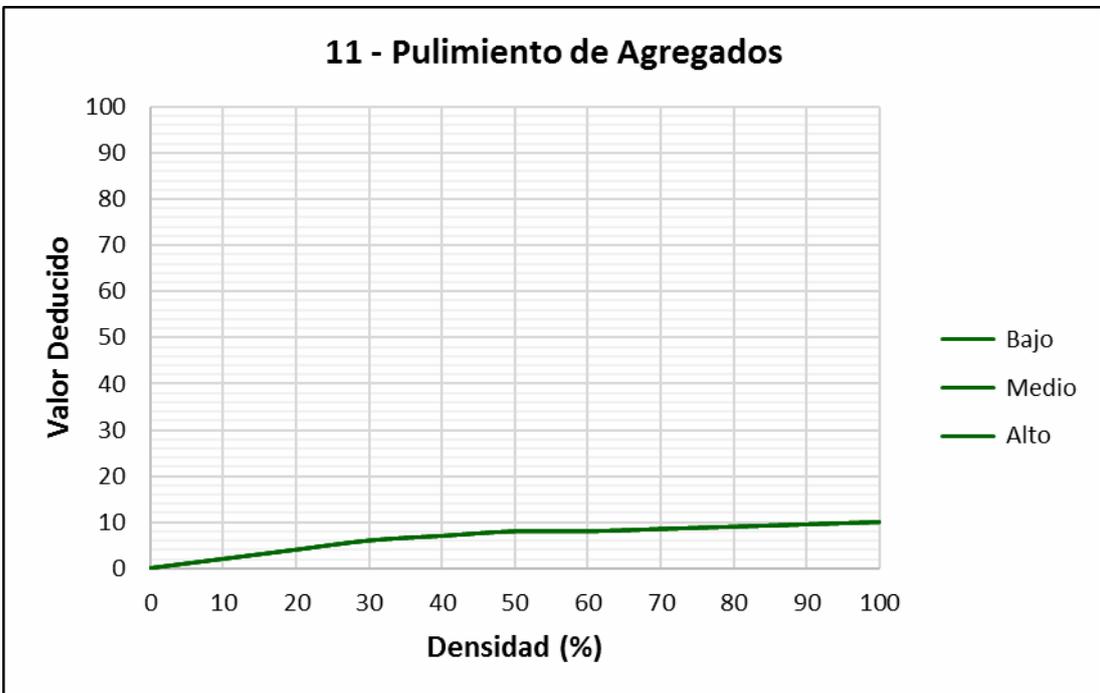
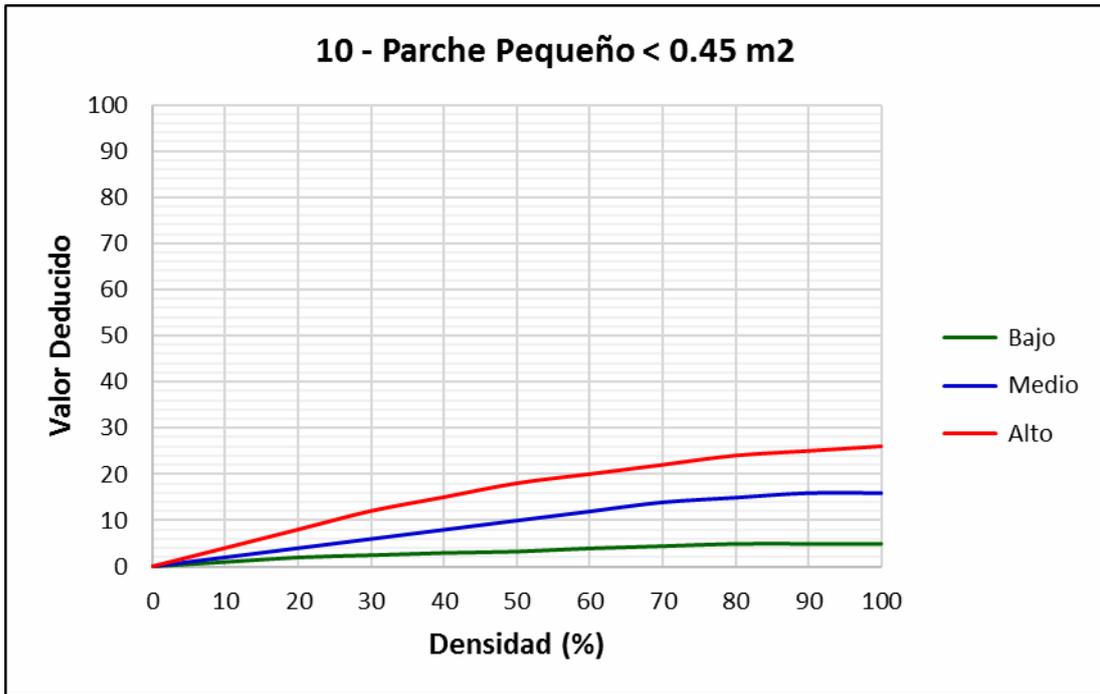
Medio=4PUNTOS

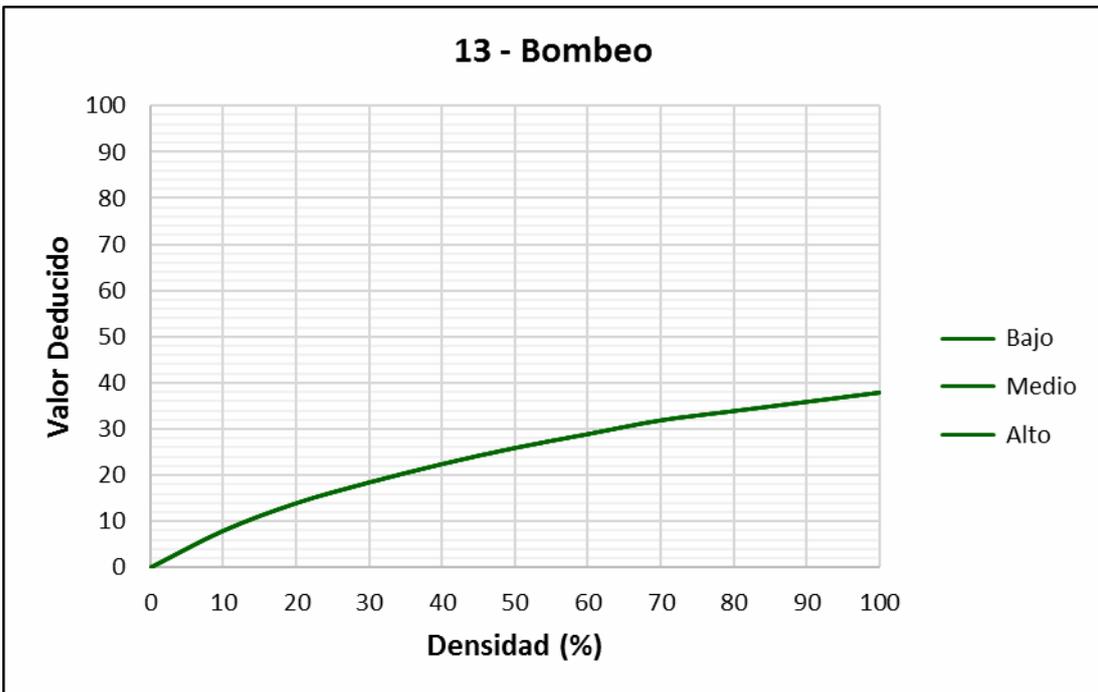
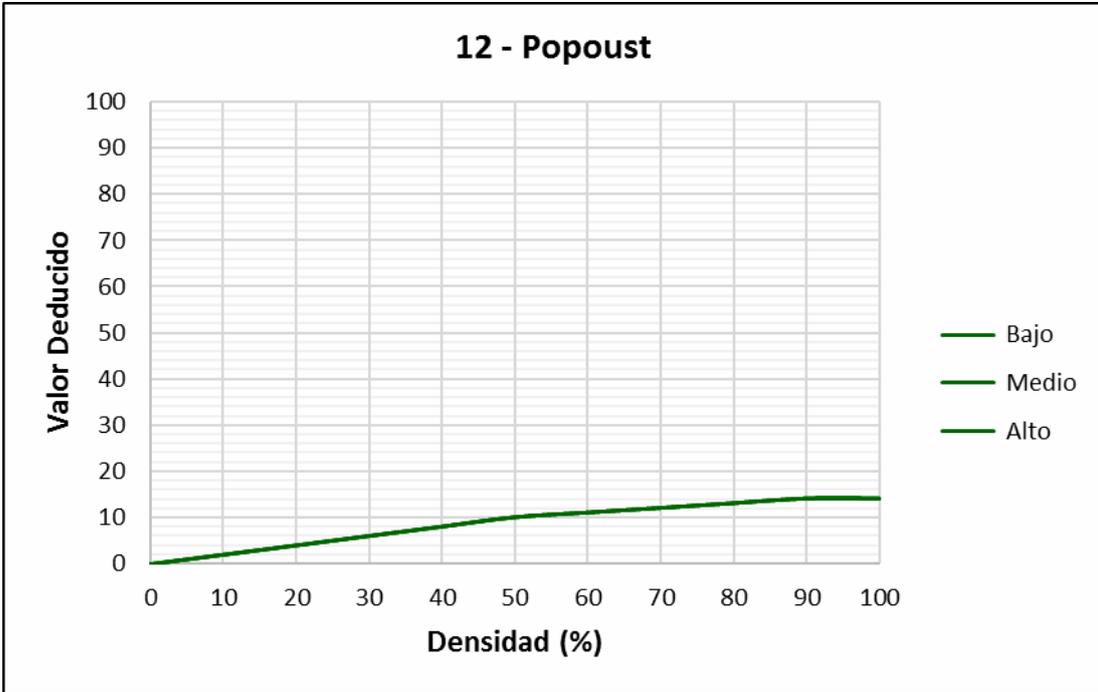
Alto=8PUNTOS

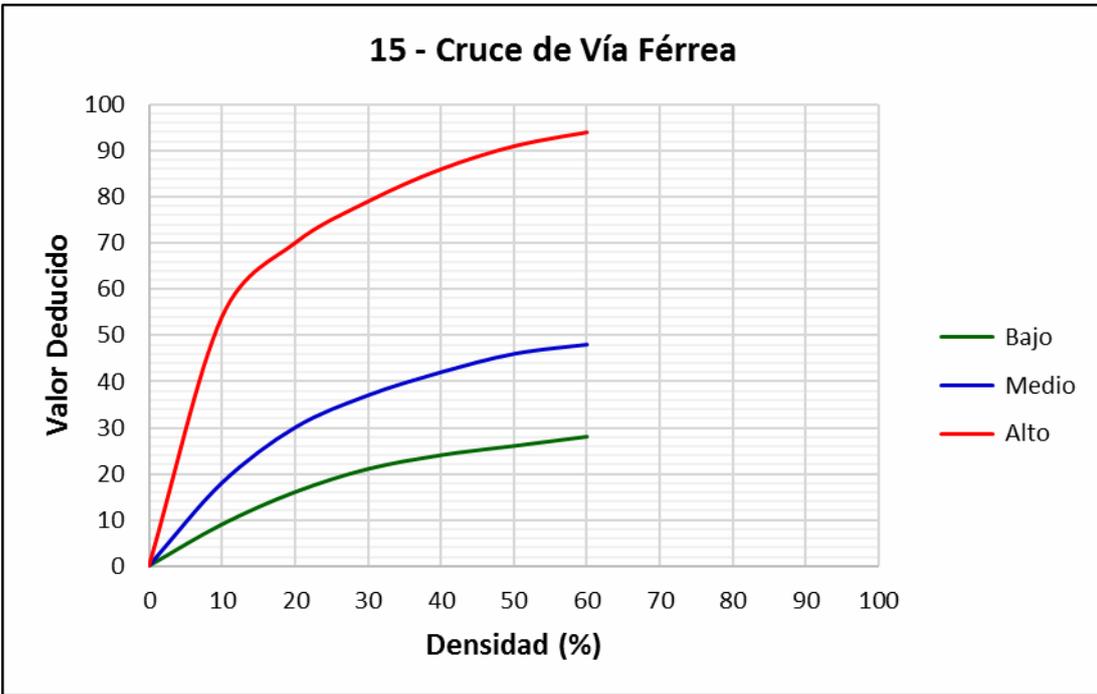
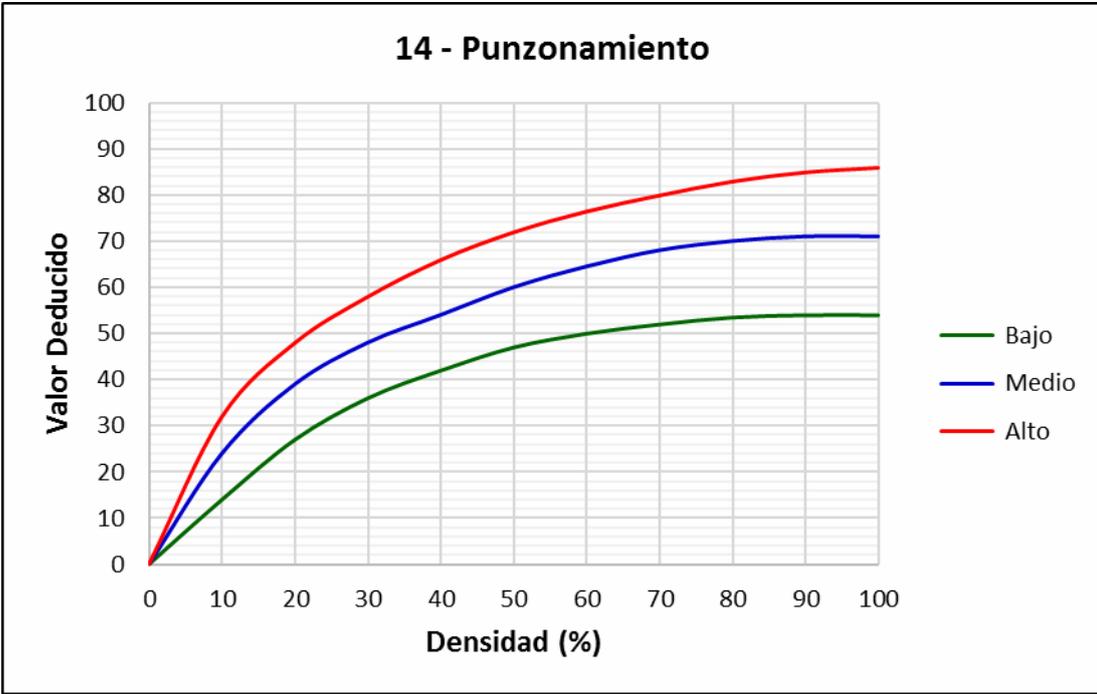
### 07 - Desnivel Carril/Berma

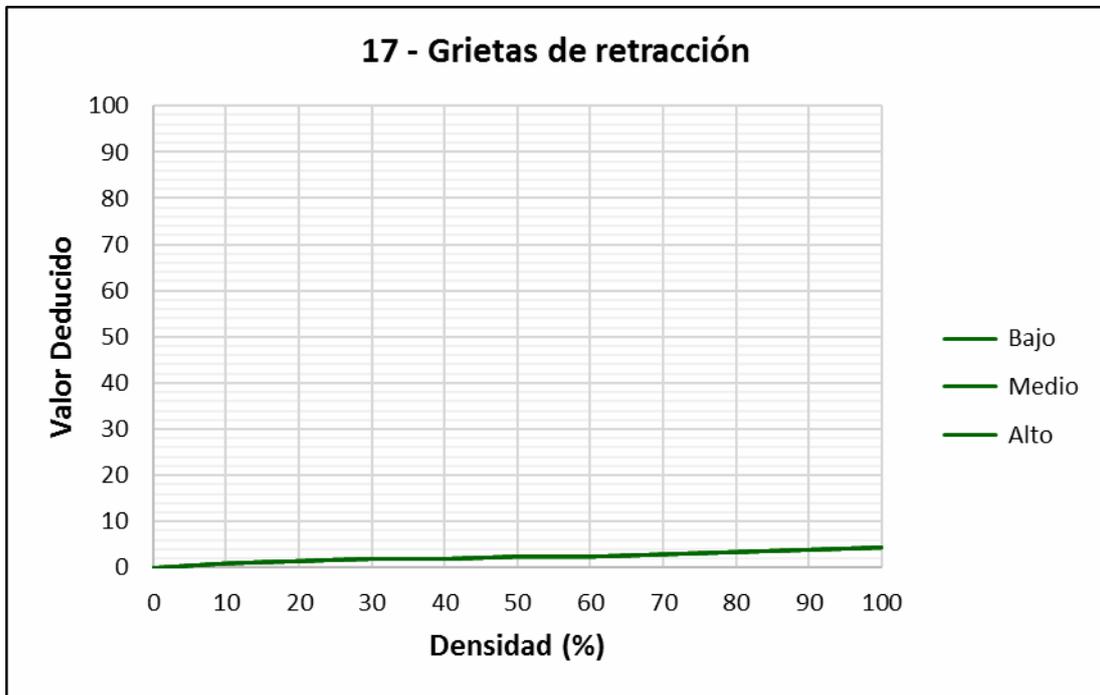
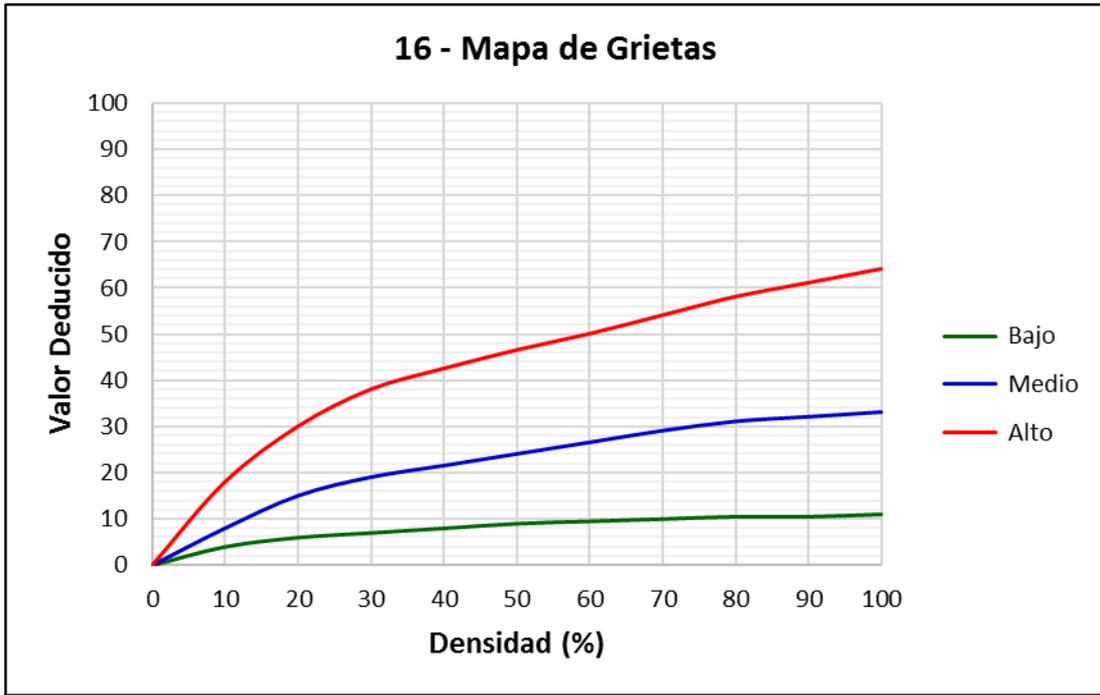


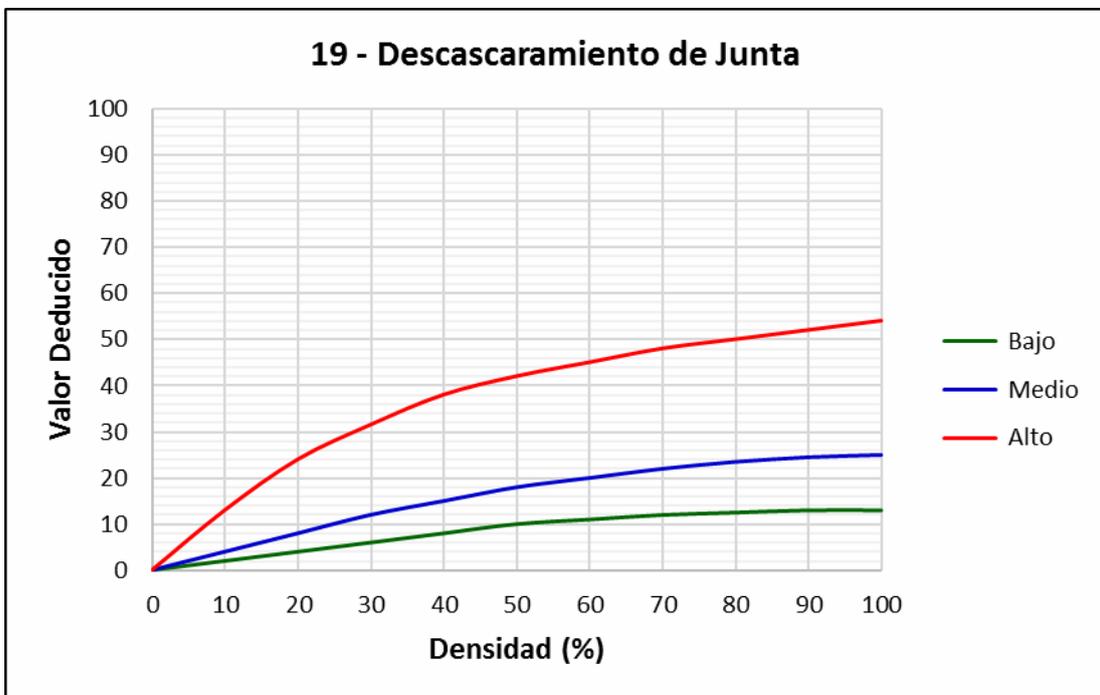
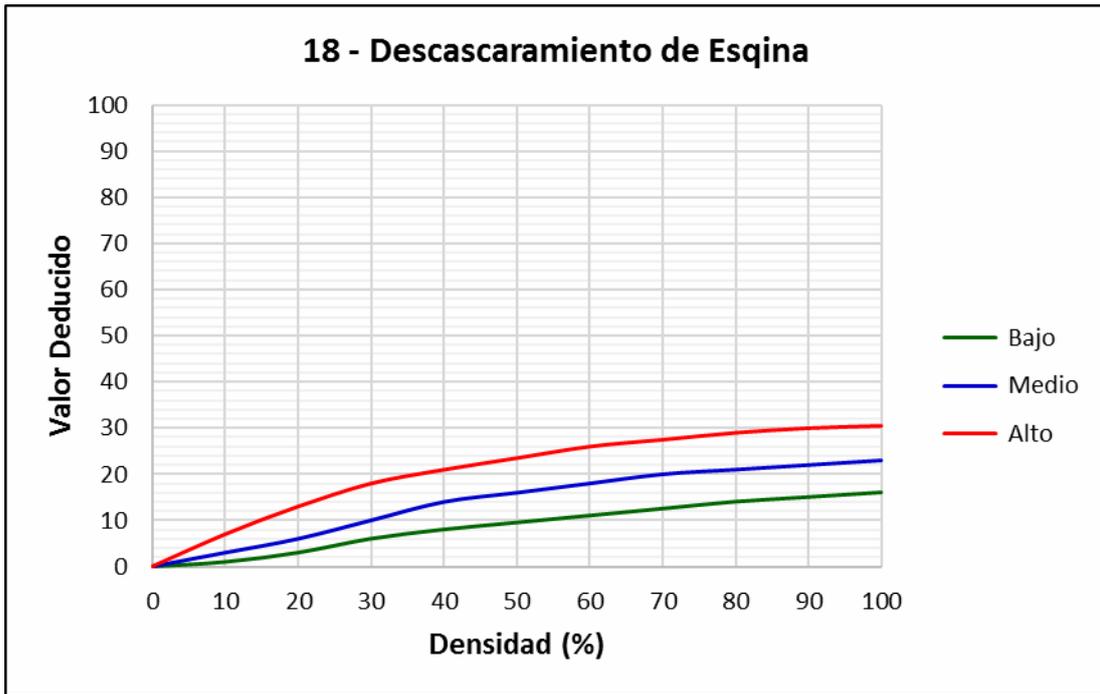












### G. Determinación del número máximo de fallas permitidas

- Los valores de deducción se ordenarán de manera decreciente.
- Se permitirán solo 10 deducciones como máximo, pero el número de deducciones real (m) se determina con la siguiente ecuación 3.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - \text{HDV}_i) \leq 10 \quad \text{Ecuación 3}$$

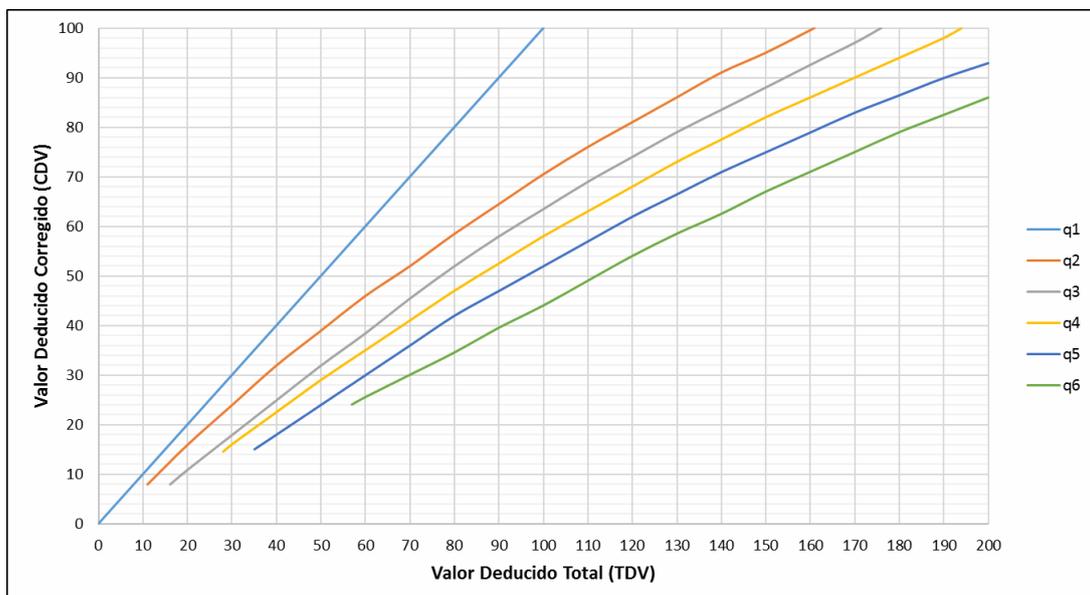
Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

$\text{HDV}_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

- ( $m$ ) se calculará como el valor entero de la ecuación; si existe menos valores de deducción que los indicados “m” se usan todos, sin embargo, si hay más valores de “m” deducciones, solo se usaran las primeras.
- Posteriormente se comienza a iterar para determinar la mayor cantidad de puntos a deducir. Para la primera deducción se sumará todos los valores de deducción, de aquí se computa según la figura que se demuestra a continuación de la cual se obtiene la Deducción Máxima Corregida (DMC). La DMC se calcula utilizando el valor de “q” = “m”

**Figura 20: Deducción Máxima Corregida**



- Luego de vuelve a iterar cambiando el valor más bajo por 2%, de suma y se ubica el valor en la figura de deducción máxima corregida y se vuelve a calcular la DMC; en este caso  $q = m - 1$
- Este procedimiento se repetirá hasta que solo quede  $q = 1$
- Para determinar el PCI se utilizará el mayor valor de DMC.

## H. Determinación del PCI

El PCI se determinará con la siguiente ecuación 4:

$$PCI = 100 - DMC \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

DMC = Deducción Máxima Corregido

## I. Rangos de Clasificación del PCI

Según la Norma ASTM D 5340 el PCI es un índice numérico el cual varía desde cero (0), para un pavimento rígido fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento rígido en perfecto estado. En el siguiente cuadro se expone los rangos de PCI con su respectiva descripción cualitativa de la condición del pavimento rígido.

**Cuadro 09**  
**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: Norma ASTM D 5340, p. 4**

## **2.6. Aspectos éticos**

La Tesista se compromete en poner en práctica la legalidad de resultados obtenidos de la investigación y a realizar el trabajo con empeño utilizando buenas costumbres a lo largo del desarrollo del proyecto, así mismo preservar el medio ambiente en la etapa de recolección de datos.

### III. RESULTADOS

El resultado obtenido después de la evaluación superficial está comprendido en lo siguiente:

- ✓ Cálculo del PCI para las cinco (5) calles del Barrio de Yanama, Provincia de Yungay, Región la Ancash.
- ✓ Resultados de los cálculos del Valor de reducción individual (VR), ordenados de manera descendente obtenida mediante el uso de las densidades por tipo de patología en sus respectivos ábacos para cada una de las calles que conformar el barrio de Yanama.
- ✓ Resultado total del cálculo del valor de reducción (VRT - TDV) cada uno con su respectivo ábaco y de la misma forma la determinación del PCI que corresponda a la calle, mediante el procedimiento de PCI.
- ✓ Cuadros estadísticos y gráficos detallados de todos los resultados obtenidos.
- ✓ Cálculo del PCI promedio para cada una de las calles que conformar el Barrio de Yanama.
- ✓ Cuadros estadísticos y gráficos detallados de todos los resultados obtenidos.
- ✓ Cálculo del PCI promedio para el barrio de Yanama
- ✓ PCI total para el barrio de Yanama, mostrado mediante gráficos y cuadros estadísticos
- ✓ Gráfico del índice de condición de pavimento (PCI) general obtenido para el barrio de Yanama, con un respectivo resumen del total de patologías encontradas en las cinco (5) calles evaluadas.



- Valor de Reducción Corregido (VCR) y PCI

**CALCULO DEL VRT - TDV**

DIRECCION	Jirón 28 de Julio		MUESTRA	Pavimento Rígido			
NIVEL DE USO	Vehicular		NUMERO DE PAÑOS	158	TOTAL DE AREA	2022	
ORIENTACION	Sur - Norte	LOCALIDAD	Yanama		FECHA	Lun 15 - oct - 2018	
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash		
ENCARGADO	-		TIEMPO DE CONSTRUCCION	14 años		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2 x 4	AREA	13

**DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**

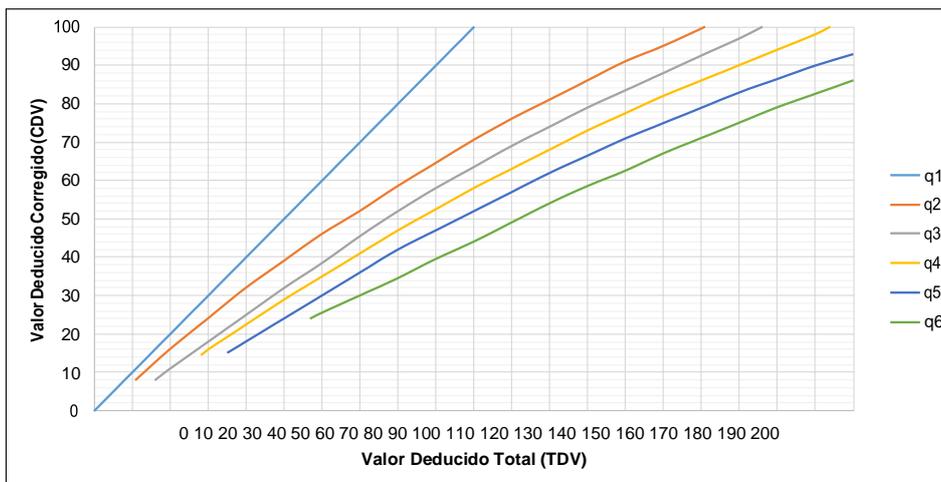
$$m = 1.00 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

$$m = 9.00$$

Donde:

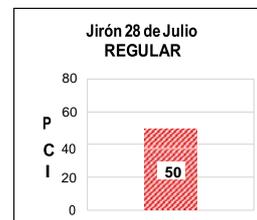
m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones ( Debe ser menor o igual a 10)  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

#	VALOR DE REDUCCION												TOTAL	q	VRC			
	12	10	10	8	8	8	8	6	4									
1	12	10	10	8	8	8	8	6	4							74	6	32
2	12	10	10	8	8	8	8	6	2							72	5	38
3	12	10	10	8	8	8	8	2	2							68	4	40
4	12	10	10	8	8	8	2	2	2							62	3	40
5	12	10	10	8	8	2	2	2	2							56	2	44
6	12	10	10	8	2	2	2	2	2							50	1	50



RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	
RANGO	CALIFICACION
100 - 85	EXCELENTE
85 - 70	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

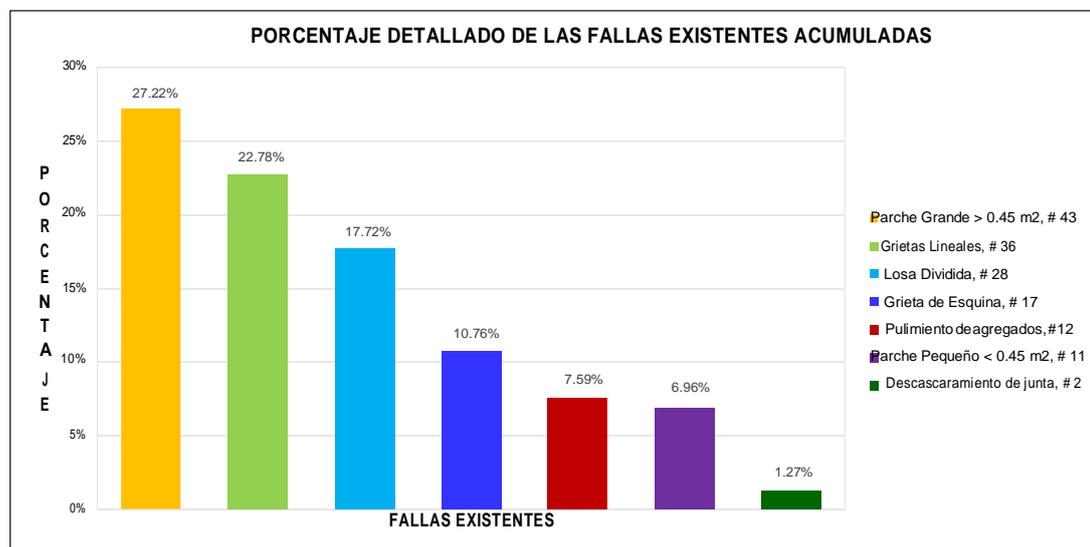
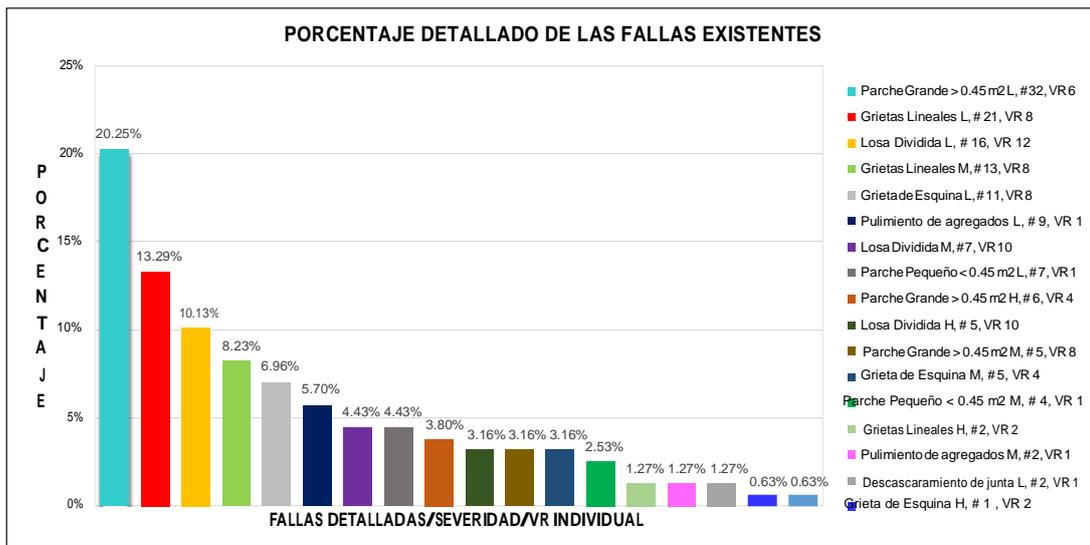
MÁXIMO VRC = 50  
 PCI = 100 - MÁXIMO VRC  
 PCI = 100 - 50 = 50  
 CLASIFICACIÓN = REGULAR



- Gráficos Estadísticos

**Gráficos Estadísticos**

DIRECCIÓN	Jirón 28 de Julio		MUESTRA	Pavimento Rígido			
NIVEL DE USO	Vehicular		NUMERO DE PAÑOS	158	TOTAL DE ÁREA	2022	
ORIENTACIÓN	Sur - Norte	LOCALIDAD	Yanama		FECHA	Lun 15 - oct - 2018	
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash		
ENCARGADO	-		TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2 x 4	ÁREA	13



# ❖ Jirón Yanama

## - Hoja de inspección

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA													
DIRECCIÓN		Jirón Yanama				MUESTRA		Pavimento Rígido					
NIVEL DE USO		Vehicular				NUMERO DE PAÑOS		166	TOTAL DE ÁREA	2125			
ORIENTACIÓN		Sur - Norte	LOCALIDAD		Yanama		FECHA		Mar 16 - oct -2018				
DISTRITO		Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash		EVALUADOR		Torres Portella, Lucy V.			
ENCARGADO		-				TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		DIMENSIONES DEL PAÑO		3.2 X 4	ÁREA	13

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI - Pavement Condition Index)	DIAGRAMA DE BLOQUES																																																																																																								
TIPO DE FALLA																																																																																																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>Blowup -Bucing</td> <td>11</td><td>Pulimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>Grieta de Esquina</td> <td>12</td><td>Popoust</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>Losa Dividida</td> <td>13</td><td>Bombeo</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>Grieta de Durabilidad "D"</td> <td>14</td><td>Punzonamiento</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>Escala</td> <td>15</td><td>Cruce de vía férrea</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>Daño del sello de la junta</td> <td>16</td><td>Mapa de grietas</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>Desnivel Carril/Berma</td> <td>17</td><td>Grietas de retracción</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>Grietas Lineales</td> <td>18</td><td>Descascaramiento de esquina</td> </tr> <tr> <td>9</td><td>Parche Grande &gt;0.45m2</td> <td>19</td><td>Descascaramiento de junta</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>Parche Pequeño &lt;0.45 m2</td> <td></td><td></td> </tr> </table>	1	Blowup -Bucing	11	Pulimiento de agregados	2	Grieta de Esquina	12	Popoust	3	Losa Dividida	13	Bombeo	4	Grieta de Durabilidad "D"	14	Punzonamiento	5	Escala	15	Cruce de vía férrea	6	Daño del sello de la junta	16	Mapa de grietas	7	Desnivel Carril/Berma	17	Grietas de retracción	8	Grietas Lineales	18	Descascaramiento de esquina	9	Parche Grande >0.45m2	19	Descascaramiento de junta	10	Parche Pequeño <0.45 m2																																																																			
1	Blowup -Bucing	11	Pulimiento de agregados																																																																																																						
2	Grieta de Esquina	12	Popoust																																																																																																						
3	Losa Dividida	13	Bombeo																																																																																																						
4	Grieta de Durabilidad "D"	14	Punzonamiento																																																																																																						
5	Escala	15	Cruce de vía férrea																																																																																																						
6	Daño del sello de la junta	16	Mapa de grietas																																																																																																						
7	Desnivel Carril/Berma	17	Grietas de retracción																																																																																																						
8	Grietas Lineales	18	Descascaramiento de esquina																																																																																																						
9	Parche Grande >0.45m2	19	Descascaramiento de junta																																																																																																						
10	Parche Pequeño <0.45 m2																																																																																																								
SEVERIDAD DE FALLA																																																																																																									
<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">L: BAJO</span> <span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">M: MEDIO</span> <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">H: ALTO</span>																																																																																																									
DENSIDAD DE FALLA																																																																																																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>SEVERIDAD</th> <th>Nº DE LOSAS</th> <th>DENSIDAD</th> <th>VALOR DE REDUCCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>L</td><td>14</td><td>8.43%</td><td>10</td></tr> <tr><td>3</td><td>M</td><td>7</td><td>4.22%</td><td>10</td></tr> <tr><td>2</td><td>L</td><td>15</td><td>9.04%</td><td>8</td></tr> <tr><td>3</td><td>H</td><td>5</td><td>3.01%</td><td>8</td></tr> <tr><td>8</td><td>L</td><td>23</td><td>13.86%</td><td>8</td></tr> <tr><td>8</td><td>M</td><td>17</td><td>10.24%</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>L</td><td>31</td><td>18.67%</td><td>8</td></tr> <tr><td>8</td><td>H</td><td>5</td><td>3.01%</td><td>6</td></tr> <tr><td>2</td><td>H</td><td>3</td><td>1.81%</td><td>4</td></tr> <tr><td>9</td><td>M</td><td>6</td><td>3.61%</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td>M</td><td>3</td><td>1.81%</td><td>2</td></tr> <tr><td>9</td><td>H</td><td>3</td><td>1.81%</td><td>2</td></tr> <tr><td>10</td><td>H</td><td>3</td><td>1.81%</td><td>1</td></tr> <tr><td>10</td><td>L</td><td>12</td><td>7.23%</td><td>1</td></tr> <tr><td>10</td><td>M</td><td>3</td><td>1.81%</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>H</td><td>2</td><td>1.20%</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>L</td><td>7</td><td>4.22%</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>M</td><td>2</td><td>1.20%</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	TIPO	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN	3	L	14	8.43%	10	3	M	7	4.22%	10	2	L	15	9.04%	8	3	H	5	3.01%	8	8	L	23	13.86%	8	8	M	17	10.24%	8	9	L	31	18.67%	8	8	H	5	3.01%	6	2	H	3	1.81%	4	9	M	6	3.61%	4	2	M	3	1.81%	2	9	H	3	1.81%	2	10	H	3	1.81%	1	10	L	12	7.23%	1	10	M	3	1.81%	1	11	H	2	1.20%	1	11	L	7	4.22%	1	11	M	2	1.20%	1										
TIPO	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN																																																																																																					
3	L	14	8.43%	10																																																																																																					
3	M	7	4.22%	10																																																																																																					
2	L	15	9.04%	8																																																																																																					
3	H	5	3.01%	8																																																																																																					
8	L	23	13.86%	8																																																																																																					
8	M	17	10.24%	8																																																																																																					
9	L	31	18.67%	8																																																																																																					
8	H	5	3.01%	6																																																																																																					
2	H	3	1.81%	4																																																																																																					
9	M	6	3.61%	4																																																																																																					
2	M	3	1.81%	2																																																																																																					
9	H	3	1.81%	2																																																																																																					
10	H	3	1.81%	1																																																																																																					
10	L	12	7.23%	1																																																																																																					
10	M	3	1.81%	1																																																																																																					
11	H	2	1.20%	1																																																																																																					
11	L	7	4.22%	1																																																																																																					
11	M	2	1.20%	1																																																																																																					
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A																																																																																															

- Valor de reducción corregido (VCR) y PCI

**CÁLCULO DEL VRT - TDV**

DIRECCIÓN	Jirón Yanama			MUESTRA	Pavimento Rígido				
NIVEL DE USO	Vehicular			NUMERO DE PAÑOS	166	TOTAL DE ÁREA	2125		
ORIENTACIÓN	Sur - Norte	LOCALIDAD	Yanama	FECHA	Mar 16 - oct - 2018				
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash				
ENCARGADO	-			TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.	
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2	x	4	ÁREA	13

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**

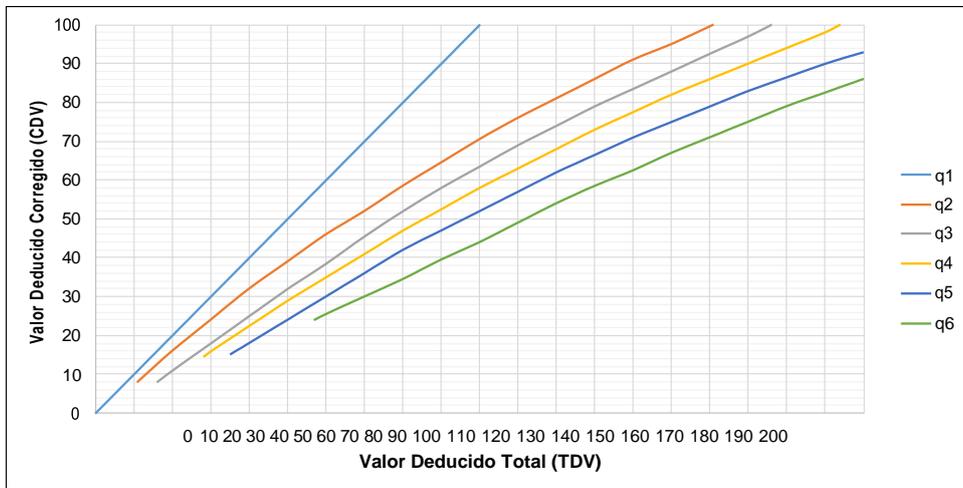
$$m = 1.00 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

$$m = 9.00$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones ( Debe ser menor o igual a 10)  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

#	VALOR DE REDUCCIÓN																TOTAL	q	VRC
	10	10	8	8	8	8	8	8	6	4									
1	10	10	8	8	8	8	8	8	6	4							70	6	30
2	10	10	8	8	8	8	8	8	6	2							68	5	35
3	10	10	8	8	8	8	8	8	2	2							64	4	37
4	10	10	8	8	8	8	8	2	2	2							58	3	37
5	10	10	8	8	8	8	2	2	2	2							52	2	40
6	10	10	8	8	2	2	2	2	2	2							46	1	46



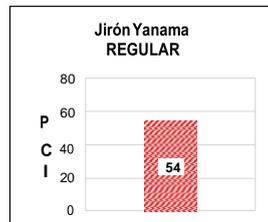
RANGODECALIFICACIONDELPCI	
RANGO	CALIFICACION
100 - 85	EXCELENTE
85 - 70	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

MAXIMO VRC = 46

PCI = 100 - MAXIMO VRC

PCI = 100 - 46 = 54

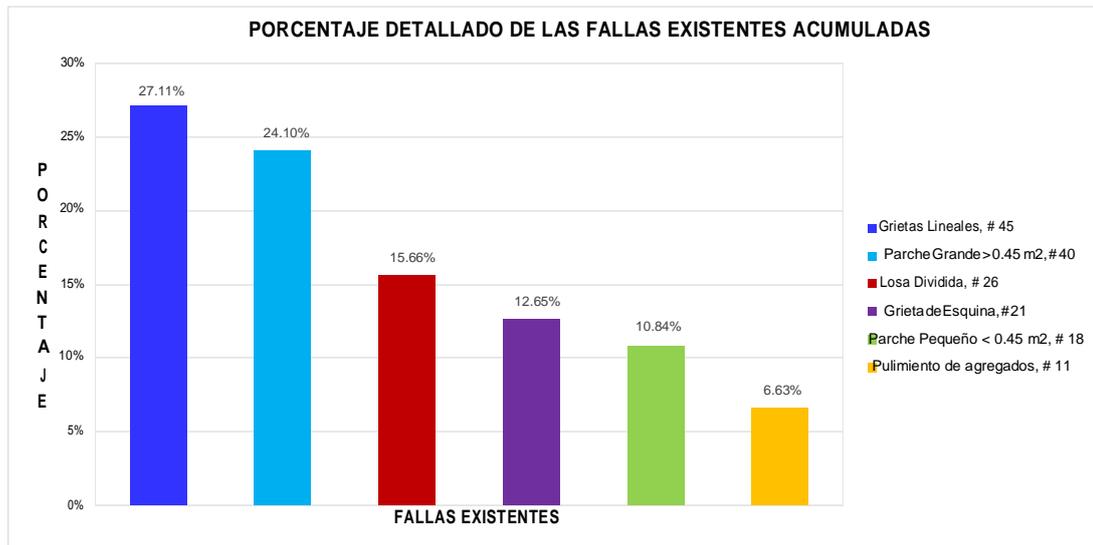
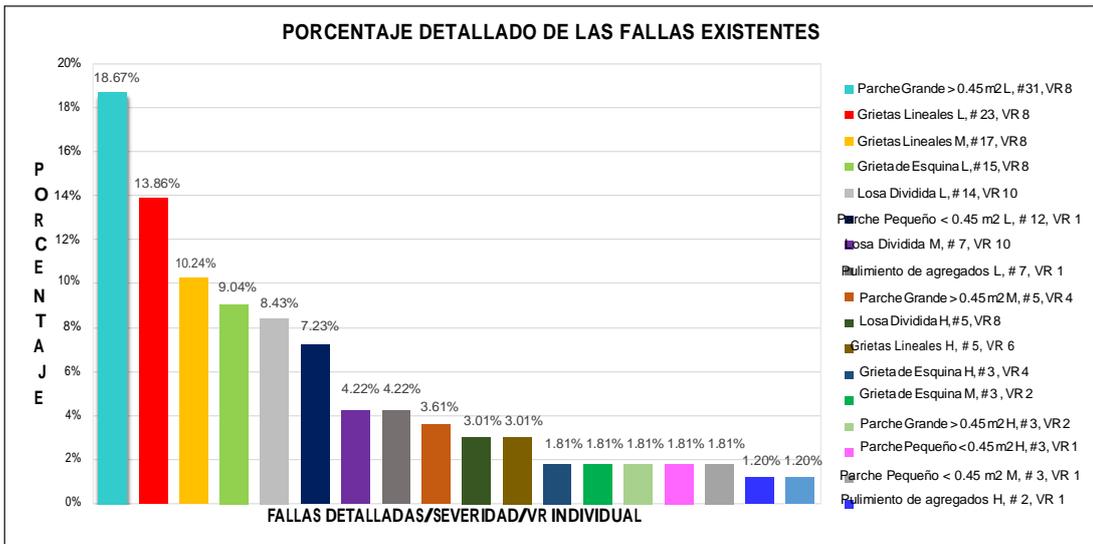
CLASIFICACION = REGULAR



- Gráficos Estadísticos

**Gráficos Estadísticos**

DIRECCIÓN	Jirón Yanama			MUESTRA	Pavimento Rígido		
NIVEL DE USO	Vehicular			NUMERO DE PAÑOS	166	TOTAL DE ÁREA	2125
ORIENTACIÓN	Sur - Norte	LOCALIDAD	Yanama	FECHA	Mar 16 - oct - 2018		
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash		
ENCARGADO	-			TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2 x 4	ÁREA	13



# ❖ Jirón Bellavista

## - Hoja de inspección

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA													
DIRECCIÓN		Jirón Bellavista				MUESTRA		Pavimento Rígido					
NIVEL DE USO		Vehicular				NUMERO DE PAÑOS		104	TOTAL DE ÁREA	1331			
ORIENTACIÓN		Oeste - Este	LOCALIDAD			Yanama		FECHA		Mie 17 - oct - 2018			
DISTRITO		Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash		EVALUADOR		Torres Portella, Lucy V.			
ENCARGADO		-				TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN		14 años		DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2 X 4	ÁREA	13

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI - Pavement Condition Index)																																					
TIPO DE FALLA																																					
1	Blowup -Bucing	11	Pulimiento de agregados	2	Grietade Esquina	12	Popoust	3	Losa Dividida	13	Bombeo	4	Grietade Durabilidad "D"	14	Punzonamiento	5	Escala	15	Cruce de vía férrea	6	Daño del sello de la junta	16	Mapa de grietas	7	Desnivel Carril/Berma	17	Grietas de retracción	8	Grietas Lineales	18	Descascaramiento de esquina	9	Parche Grande >0.45 m2	19	Descascaramiento de junta	10	Parche Pequeño <0.45 m2

SEVERIDAD DE FALLA		
L:	BAJO	M: MEDIO
		H: ALTO

DENSIDAD DE FALLA				
TIPO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCIÓN
3	L	13	12.50%	14
9	L	18	17.31%	8
2	L	10	9.62%	8
9	H	5	4.81%	8
2	M	6	5.77%	6
8	L	10	9.62%	6
8	M	7	6.73%	4
10	L	7	6.73%	3
2	H	1	0.96%	2
3	H	2	1.92%	2
9	M	3	2.88%	2
10	M	2	1.92%	1
11	H	1	0.96%	1
11	L	4	3.85%	1
19	L	2	1.92%	1
3	M	1	0.96%	1
8	H	1	0.96%	1

DIAGRAMA DE BLOQUES																
					150					100		9 L		2 L	50	
					149					99		2 L		9 M	49	
					148					98		2 L		8 L	48	
					147					97		9 H		3 L	47	
					146					96		3 H		3 M	46	
					145					95		3 L		9 L	45	
					144					94		-		9 M	44	
					143					93		8 L		-	43	
					142					92		19 L		9 H	42	
					141					91		9 L		3 L	41	
					140					90		2 L		2 L	40	
					139					89		2 M		8 L	39	
					138					88		8 M		9 L	38	
					137					87		-		3 L	37	
					136					86		2 M		9 L	36	
					135					85		8 L		3 L	35	
					134					84		9 L		-	34	
					133					83		8 L		2 M	33	
					132					82		8 M		11 L	32	
					131					81		10 L		10 L	31	
					130					80		8 L		-	30	
					129					79		8 M		2 M	29	
					128					78		8 M		2 L	28	
					127					77		9 L		9 L	27	
					126					76		-		9 L	26	
					125					75		9 L		9 M	25	
					124					74		-		3 L	24	
					123					73		3 L		9 L	23	
					122					72		9 H		3 L	22	
					121					71		19 L		2 M	21	
					120					70		9 L		9 L	20	
					119					69		9 L		10 M	19	
					118					68		10 M		10 L	18	
					117					67		9 L		-	17	
					116					66		2 L		2 L	16	
					115					65		10 L		11 L	15	
					114					64		-		11 H	14	
					113					63		-		9 L	13	
					112					62		8 M		-	12	
					111					61		8 L		11 L	11	
					110					60		9 L		8 M	10	
					109					59		10 L		8 H	9	
					108					58		8 L		9 H	8	
					107					57		2 M		3 L	7	
					106					56		3 L		3 L	6	
					105					55		3 L		8 L	5	
					104					54		10 L		9 H	4	
					103					53		8 L		9 L	3	
					102					52		3 L		8 M	2	
					101					51		2 H		2 L	1	

- **Valor de reducción corregido (VCR) y PCI**

**CALCULO DELVRT-TDV**

DIRECCIÓN	Jirón Bellavista			MUESTRA	Pavimento Rígido				
NIVEL DE USO	Vehicular			NUMERO DE PAÑOS	104	TOTAL DE ÁREA	1331		
ORIENTACIÓN	Oeste - Este	LOCALIDAD	Yanama	FECHA	Mie 17 - oct - 2018				
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash				
ENCARGADO	-			TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.	
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2	x	4	ÁREA	13

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**

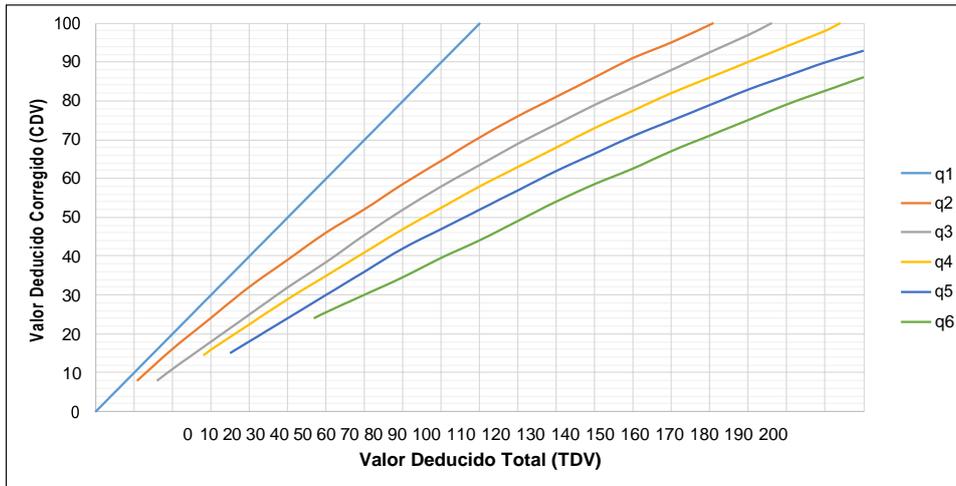
$$m = 1.00 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

$$m = 9.00$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones ( Debe ser menor o igual a 10)  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

#	VALOR DE REDUCCIÓN												TOTAL	q	VRC
	14	8	8	8	6	6	4	3	2						
1	14	8	8	8	6	6	4	3	2				59	6	25
2	14	8	8	8	6	6	4	3	2				59	5	29
3	14	8	8	8	6	6	4	2	2				58	4	32
4	14	8	8	8	6	6	2	2	2				56	3	36
5	14	8	8	8	6	2	2	2	2				52	2	42
6	14	8	8	8	2	2	2	2	2				48	1	48



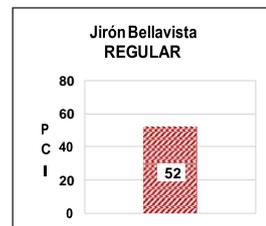
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	EXCELENTE
85 - 70	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

MAXIMO VRC = 48

PCI = 100 - MÁXIMO VRC

PCI = 100 - 48 = 52

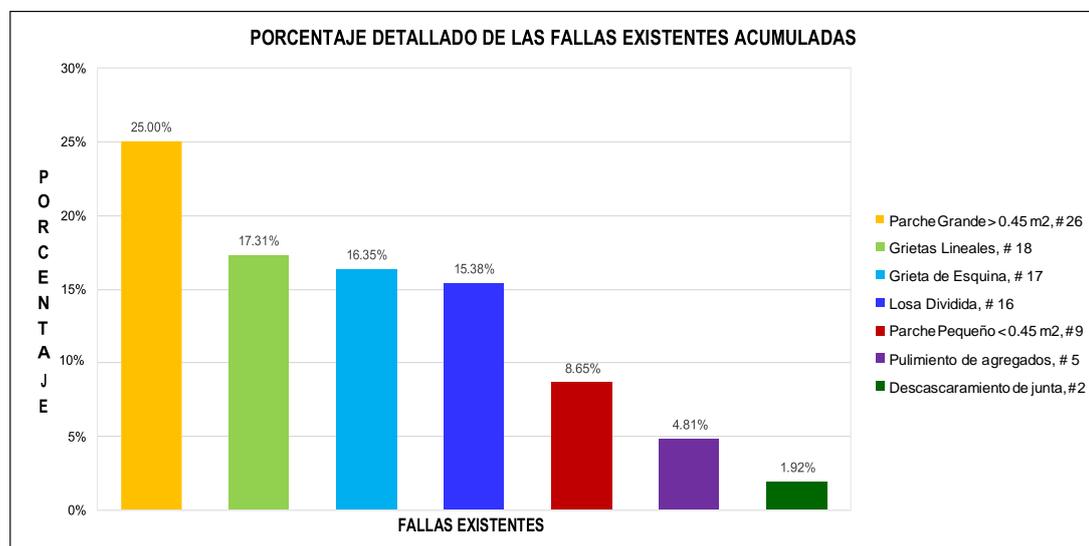
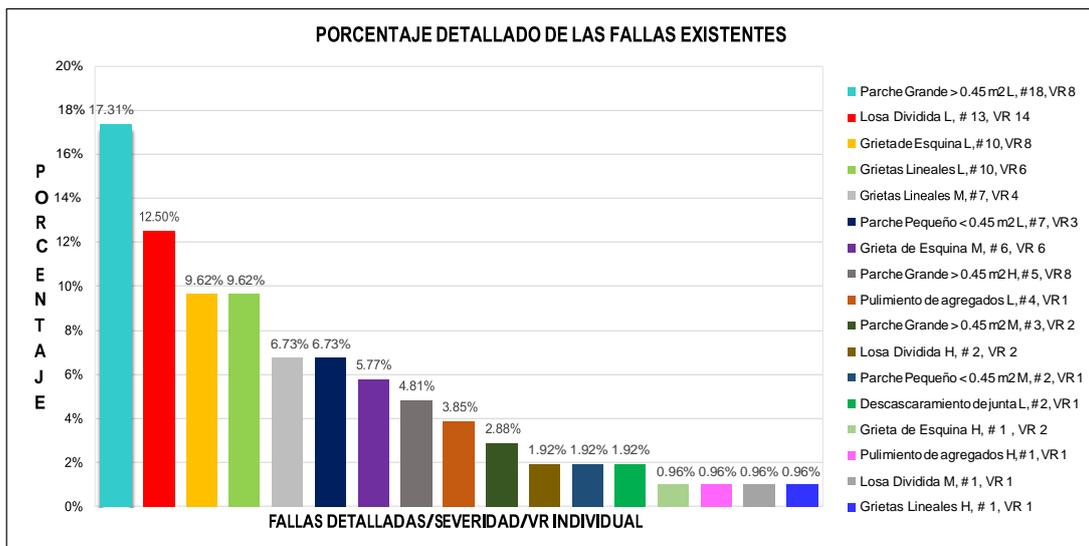
CLASIFICACIÓN = REGULAR



- Gráficos Estadísticos

**CALCULO DEL VRT-TDV**

DIRECCIÓN	Jirón Bellavista			MUESTRA	Pavimento Rígido		
NIVEL DE USO	Vehicular			NUMERO DE PAÑOS	104	TOTAL DE AREA	1331
ORIENTACIÓN	Oeste - Este	LOCALIDAD	Yanama	FECHA	Mie 17 - oct - 2018		
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash		
ENCARGADO	-			TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		
				EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.		
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2	x	4
				ÁREA	13		





- Valor de reducción corregido (VCR) y PCI

**CALCULO DEL VRT-TDV**

DIRECCIÓN	Avenida 2 de Julio			MUESTRA	Pavimento Rígido				
NIVEL DE USO	Vehicular			NUMERO DE PAÑOS	126	TOTAL DE ÁREA	1613		
ORIENTACIÓN	Oeste - Este	LOCALIDAD	Yanama	FECHA	Jue 18 - oct - 2018				
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash				
ENCARGADO	-			TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.	
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2	x	4	ÁREA	13

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**

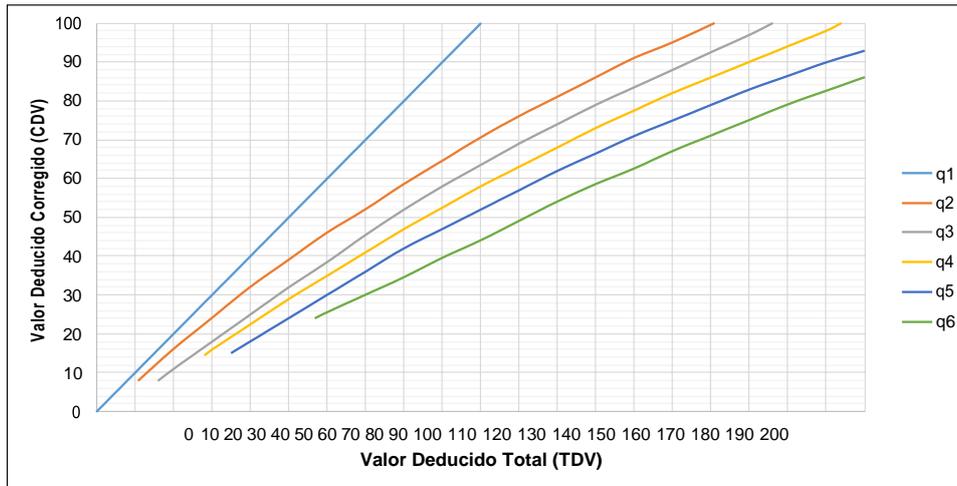
$$m = 1.00 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

**m = 9.00**

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones ( Debe ser menor o igual a 10)  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

#	VALOR DE REDUCCIÓN														TOTAL	q	VRC	
	14	9	8	8	6	4	4	2	2									
1	14	9	8	8	6	4	4	2	2							57	6	24
2	14	9	8	8	6	4	4	2	2							57	5	28
3	14	9	8	8	6	4	4	2	2							57	4	33
4	14	9	8	8	6	4	2	2	2							55	3	35
5	14	9	8	8	6	2	2	2	2							53	2	40
6	14	9	8	8	2	2	2	2	2							49	1	47



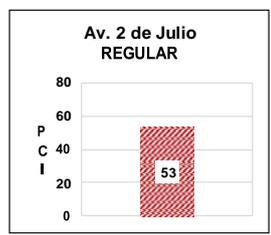
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	EXCELENTE
85 - 70	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

MAXIMO VRC = 47

PCI = 100 - MÁXIMO VRC

PCI = 100 - 47 = 53

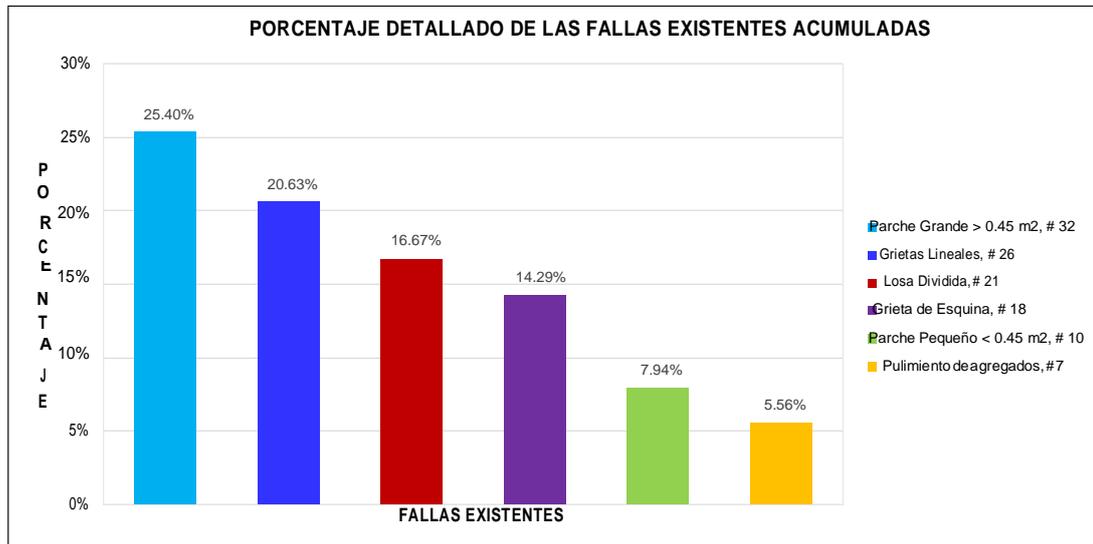
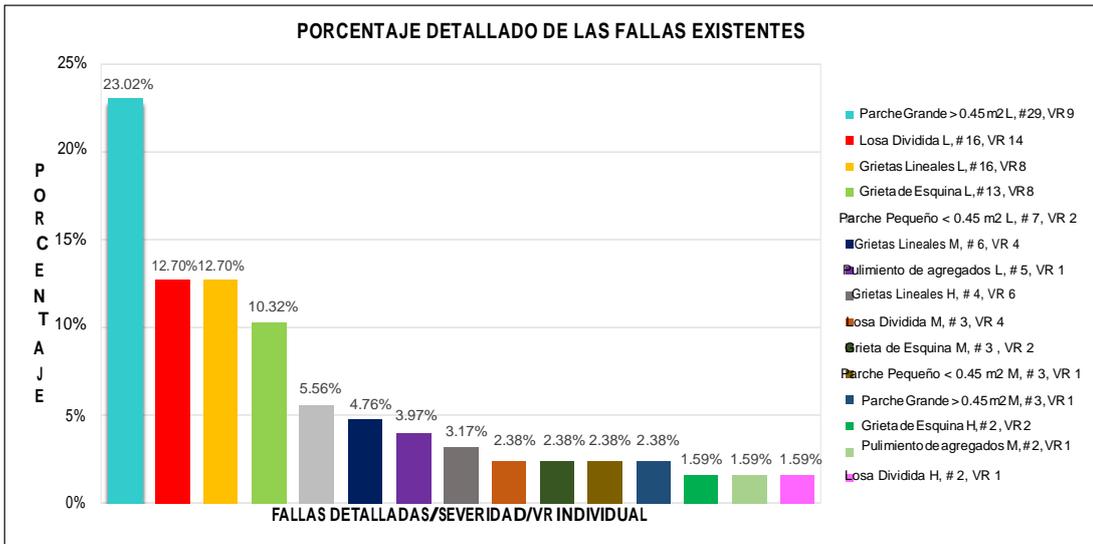
CLASIFICACIÓN = REGULAR



- Gráficos Estadísticos

**CÁLCULO DEL VRT - TDV**

DIRECCIÓN	Avenida 2 de Julio		MUESTRA	Pavimento Rígido					
NIVEL DE USO	Vehicular		NUMERO DE PAÑOS	126	TOTAL DE ÁREA	1613			
ORIENTACIÓN	Oeste - Este	LOCALIDAD	Yanama		FECHA	Jue 18 - oct - 2018			
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash	EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.		
ENCARGADO	-		TEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2 x 4	ÁREA	13





- **Valor de reducción corregido (VCR) y PCI**

**CÁLCULO DEL VRT-TDV**

DIRECCIÓN	Jirón Santa Rosa	MUESTRA	Pavimento Rígido
NIVEL DE USO	Vehicular	NUMERO DE PAÑOS	44
ORIENTACIÓN	Oeste - Este	LOCALIDAD	Yanama
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay
ENCARGADO	-	DEPARTAMENTO	Ancash
		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.
		TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años
		DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2 x 4
		ÁREA	13

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**

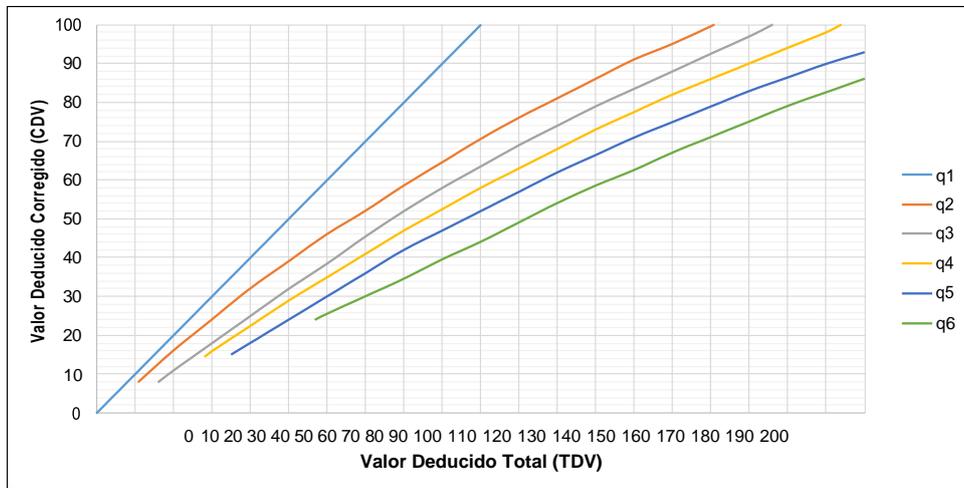
$$m = 1.00 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

$$m = 9.00$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones ( Debe ser menor o igual a 10)  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

#	VALOR DE REDUCCIÓN																TOTAL	q	VRC
	14	10	8	8	6	4	4	2	2										
1	14	10	8	8	6	4	4	2	2								58	6	25
2	14	10	8	8	6	4	4	2	2								58	5	29
3	14	10	8	8	6	4	4	2	2								58	4	34
4	14	10	8	8	6	4	2	2	2								56	3	36
5	14	10	8	8	6	2	2	2	2								54	2	43
6	14	10	8	8	2	2	2	2	2								50	1	50



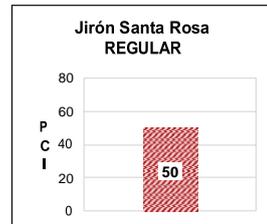
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	EXCELENTE
85 - 70	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

MAXIMO VRC = 50

PCI = 100 - MAXIMO VRC

PCI = 100 - 50 = 50

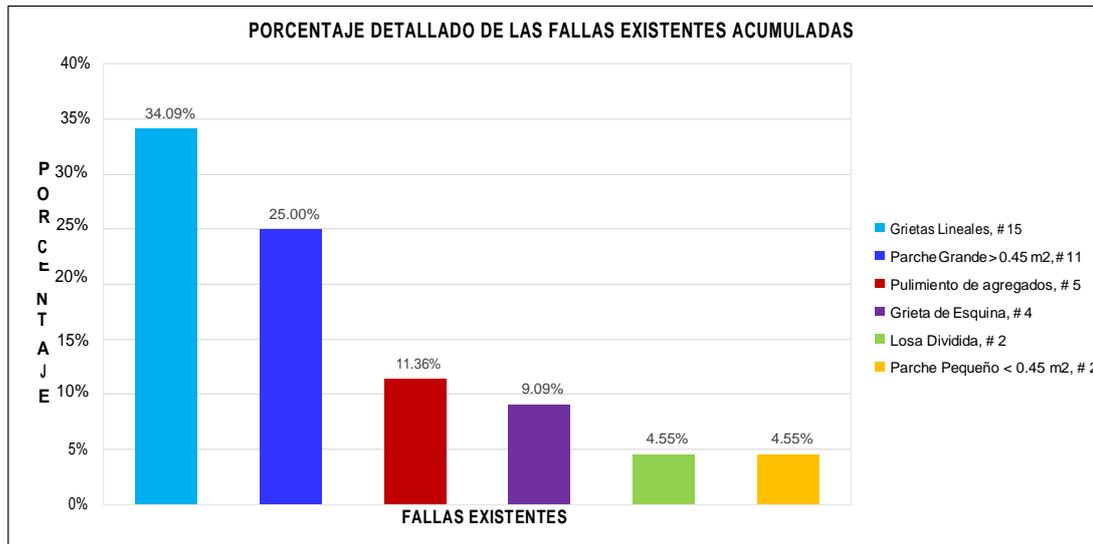
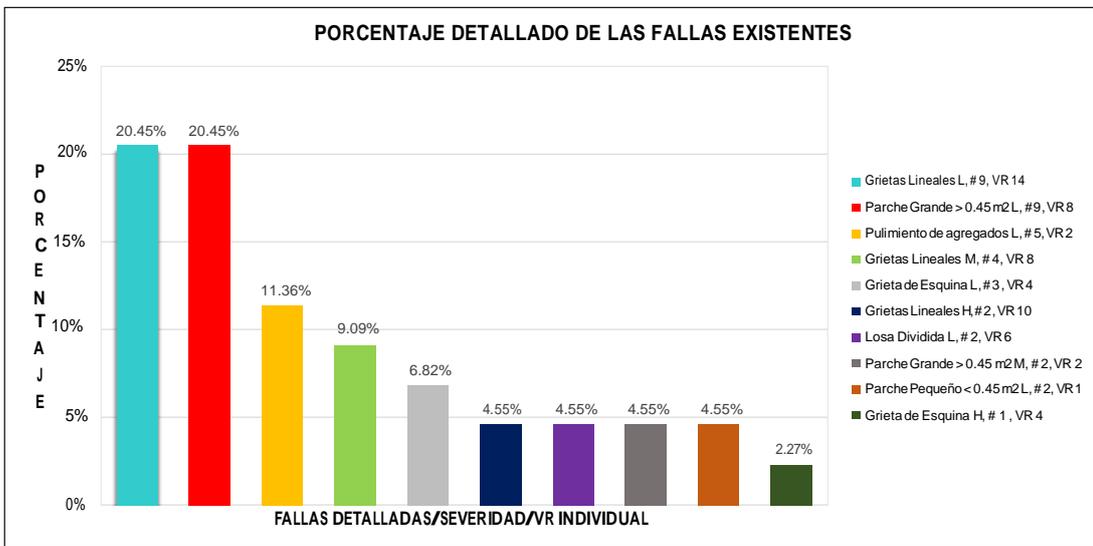
CLASIFICACIÓN = REGULAR



- Gráficos Estadísticos

**CÁLCULO DEL VRT - TDV**

DIRECCIÓN	Jirón Santa Rosa			MUESTRA	Pavimento Rígido				
NIVEL DE USO	Vehicular			NUMERO DE PAÑOS	44	TOTAL DE ÁREA	563		
ORIENTACIÓN	Oeste - Este	LOCALIDAD	Yanama	FECHA	Vie 19 - oct - 2018				
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash				
ENCARGADO	-			TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años				
				DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2	X	4	ÁREA	13

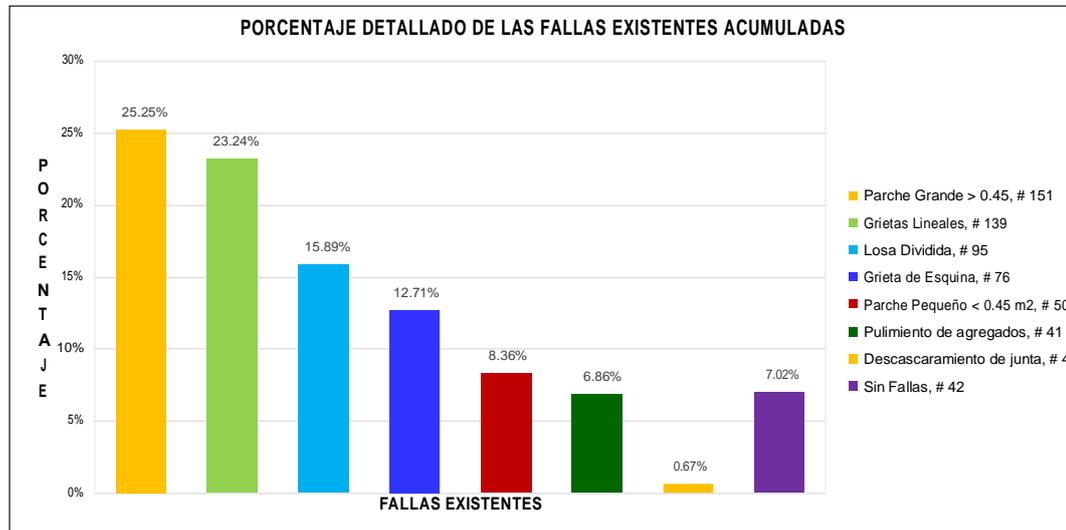
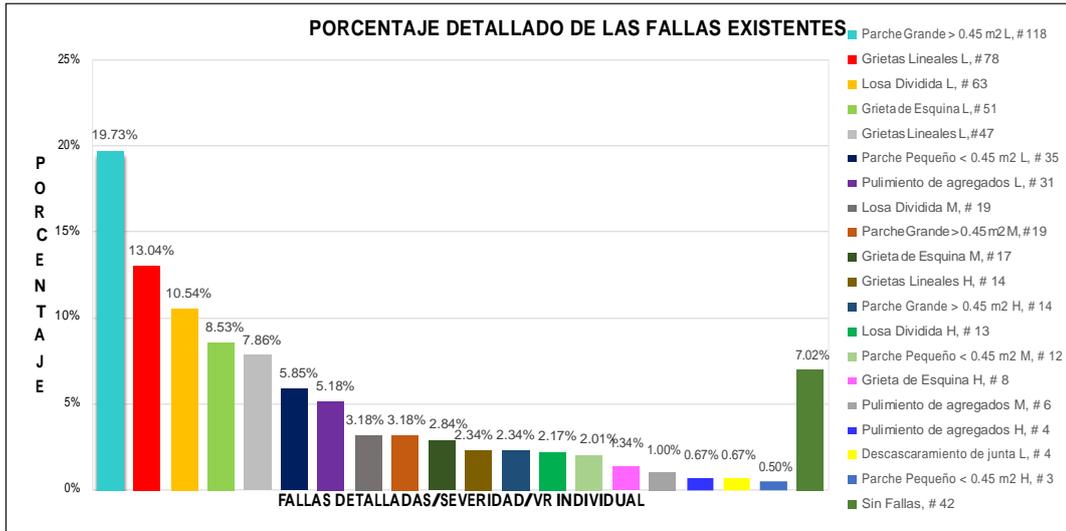


## ❖ Resultado final de la localidad de Yanama

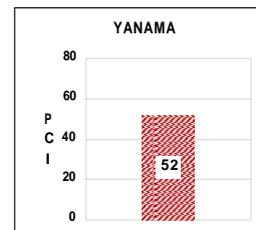
### - Hoja de Inspección

**Gráficos Estadísticos**

DIRECCIÓN	Yanama		MUESTRA	Pavimento Rígido				
NIVEL DE USO	Vehicular		NUMERO DE PAÑOS	598	TOTAL DE ÁREA	7654		
ORIENTACIÓN	Norte-Sur	LOCALIDAD	Yanama		FECHA	Noviembre 2018		
DISTRITO	Yanama	PROVINCIA	Yungay	DEPARTAMENTO	Ancash			
ENCARGADO	-		TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	14 años		EVALUADOR	Torres Portella, Lucy V.	
			DIMENSIONES DEL PAÑO	3.2	X	4	ÁREA	13



Calles	PCI	Estado
Jirón 28 de Julio	50	Regular
Jirón Yanama	54	Regular
Jirón Bellavista	52	Regular
Jirón 2 de Julio	53	Regular
Jirón Santa Rosa	50	Regular
<b>Localidad de Yanama</b>	<b>52</b>	<b>Regular</b>



## **Análisis de Resultados**

Una vez concluida la investigación y evaluación superficial en las cinco (05) pistas que conforman el barrio de Yanama del distrito de Yungay, Región Ancash, se logró determinar diferentes patologías, las cuales en su mayoría se encuentran entre una severidad de media a baja, las patologías que se presentan con más frecuencia son: Parche pequeño, grieta de esquina, grietas lineales, descascaramiento de junta.

De acuerdo al método utilizado (PCI), se logró determinar el actual índice de condición de pavimento PCI = 52.00 lo cual nos indica que el pavimento se encuentra en un estado REGULAR, de acuerdo a la escala del PCI, según un sentido genérico dado que es un promedio; la variabilidad de los PCI de cada calle que fue evaluada se encuentran en el nivel de REGULAR.

### **✓ Avenida 28 de Julio**

La pista cuenta con una antigüedad de 14 años, se analizó un total de 158 paños con una dimensión de 3.20 x 4.00 m, obteniendo un total de 2020 m<sup>2</sup>, de los cuales 9 paños no presentan patologías y 149 paños presentan en total 07 tipos de patologías que se describen a continuación:

- Parches Grandes, 43 paños y una densidad de 27.22%
- Grietas Lineales, 36 paños y una densidad de 22.78%
- Losas divididas, 28 paños y una densidad de 17,72%
- Grietas de esquinas, 17 paños y una densidad de 10.76%
- Pulimiento de agregados, 12 paños y una densidad de 7.59%
- Parche pequeños, 11 paños y una densidad de 6.96%
- Descascaramiento de junta, 2 paños y una densidad de 1.27%

### **✓ Jirón Yanama**

Esta pista cuenta con una antigüedad de 14 años, se analizaron un total de 166 paños con una dimensión de 3.20 x 4.00 m. obteniendo un total de 2125 m<sup>2</sup> de pista analizada de los cuales 4 paños no presentan patologías y 162 paños presentan en total 6 tipos de patologías las cuales se describen a continuación:

- Grietas Lineales, 45 paños y una densidad de 27.11%
- Parches Grandes, 40 paños y una densidad de 24.10%
- Losas divididas, 26 paños y una densidad de 15.66%
- Grietas de esquina, 21 paños y una densidad de 12.65%
- Parches pequeños, 18 paños y una densidad de 10.84%
- Pulimientos de agregado, 11 paños y una densidad de 6.63%

### ✓ **Jirón Bellavista**

La pista cuenta con una antigüedad de 14 años, se analizaron un total de 104 paños con una dimensión de 3.20 x 4.00 m. obteniendo un total de 1331 m<sup>2</sup>. De los cuales 10 paños no presentan patologías y 94 paños presentan en total 7 tipos de patologías las cuales de describen a continuación:

- Parche Grande, 26 paños y una densidad de 25.00%
- Grietas Lineales, 18 paños y una densidad de 17.31%
- Grietas de esquina, 17 paños y una densidad de 16.35%
- Losas divididas, 16 paños y una densidad de 15.38%
- Parches pequeños, 9 paños y una densidad de 8.65%
- Pulimiento de agregados, 5 paños y una densidad de 4.81%
- Descascaramiento de junta, 2 paños y una densidad de 1.92%

### ✓ **Avenida 2 de Julio**

La pista cuenta con una antigüedad de 14 años, se analizaron un total de 126 paños con una dimensión de 3.20 x 4.00 m. obteniendo un total de 1613 m<sup>2</sup>. De los cuales 12 paños no presentan patologías y 114 paños presentan en total 6 tipos de patologías las cuales de describen a continuación:

- Parches Grandes, 32 paños y una densidad de 25.40%
- Grietas Lineales, 26 paños y una densidad de 20.63%
- Losas divididas, 21 paños y una densidad de 16.67%
- Grietas de esquina, 18 paños y una densidad de 14.29%
- Parches pequeños, 10 paños y una densidad de 7.94%
- Pulimiento de agregados, 7 paños y una densidad de 5.56%

### ✓ **Jirón Santa Rosa**

La pista cuenta con una antigüedad de 14 años, se analizaron un total de 44 paños con una dimensión de 3.20 x 4.00 m. obteniendo un total de 563 m<sup>2</sup>. De los cuales 5 paños no presentan patologías y 39 paños presentan en total 6 tipos de patologías las cuales de describen a continuación:

- Grietas Lineales, 15 paños y una densidad de 34.09%
- Parches Grandes, 11 paños y una densidad de 25.00%
- Pulimiento de agregados, 5 paños y una densidad de 11.36%
- Grietas de esquina, 4 paños y una densidad de 9.09%
- Losas divididas, 2 paños y una densidad de 4.55%
- Parches pequeños, 2 paños y una densidad de 4.55%

#### **IV. DISCUSIÓN**

El presente proyecto de tesis después de haber culminado satisfactoriamente la fase de campo y gabinete demuestra que el pavimento rígido que conforma las calles de Yanama, en su gran mayoría presenta patologías tales como parches grandes en un 25.25%, grietas lineales con un 23.24%, losas divididas 15.89%, y en menor proporción descascaramiento de junta teniendo un total del 0.67%, tales resultados se pueden comparar con el estudio realizado por Vásquez (2016) en su tesis “Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash”; donde describe e identifica gran parte de las patologías en el pavimento rígido tales como Grieta de esquina 12.54%, Pulimiento de agregados 35.21% y Grietas lineales 61.20%.

Todas estas fallas como se describió en el marco metodológico de debe al comportamiento del suelo para lo cual que tiene que desarrollar un plan de mantenimiento correctivo para evitar que dichas patologías aumenten en severidad y dificulten el tránsito vehicular, así mismo como en tiempos de lluvia la acumulación de agua generando charco de lodo, ya que las grietas lineales tienen longitudes que en más de una ocasión atraviesan todo el tablero de la losa del pavimento rígido.

Según la clasificación del PCI promedio descrito en la pág.59 indica que “El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta un cien (100) para un pavimento en perfecto estado o excelente”, En este caso se tiene un PCI total de = 52, lo que indica un estado del pavimento regular, así mismo como en el trabajo de investigación realizado por Saenz (2016) en su tesis titulada “Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional en las principales pistas de la urbanización casuarinas primera etapa – distrito de nuevo Chimbote, provincia de santa, departamento de Ancash” donde realiza la metodología del PCI para determinar el actual estado del pavimento obtenido como resultado un PCI = 49.00 perteneciente a una clasificación “REGULAR”. Lo que implica que se deberá aplicar un mantenimiento correctivo en las zonas más afectadas y realizar mantenimientos preventivos en todas las calles de Yanama; lo cual permitirá mantener en buen estado operativo el pavimento por más tiempo y cumpla su vida útil para el que fue diseñado.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Se identificaron patologías tales como parches grandes 25.25%, grietas lineales 23.24%, losa dividida 15.89%, grietas de esquinas 12.71%, parches pequeños 8.36%, pulimiento de agregados 6.86% y descascamiento de juntas 0.67%; Así mismo el 7.02% no presentan patologías importantes.
- ✓ Las severidades de las fallas en el pavimento rígido son altas, medias y bajas.
- ✓ Se determinó un valor de reducción corregido de 68 para el pavimento rígido de las pistas del distrito de Yanama.
- ✓ El índice de condición del pavimento rígido (PCI) es de 52 el cual indica que el pavimento presenta un estado REGULAR.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la Municipalidad de Yanama implementar planes de reparaciones los cuales puedan garantizar la vida útil de toda la estructura del pavimento rígido.
- ✓ La Municipalidad de Yanama deberá de tener conocimiento de las diferentes técnicas constructivas que existen para garantizar un nivel de serviciabilidad constante de la vía.
- ✓ Realizar un sello adecuado de las juntas longitudinales y transversales con materiales apropiados que permitan ser comprensibles (Silicón) para poder evitar de esta forma que el agua se filtre por debajo de la estructura.
- Realizar un buen procedimiento de curado el cual consista en aplicar un aditivo de curado en el momento del acabado.
- ✓ Cuando se efectúen reparaciones cerca de las juntas longitudinales, transversales o intersección entre ellas, se tendrá que insertar una lámina incomprensible con el objetivo de evitar la adherencia de los concretos circundantes y de esta forma poder evitar futuras fallas.
- Para asegurar un buen comportamiento al momento de realizar las reparaciones se debe de tener en cuenta lo siguiente:
  - Dimensión de la reparación
  - Método de remoción
  - Condiciones de drenaje
  - Diseño de la transferencia de carga

- Tipos de tráfico que se presenta en la zona
  - ✓ La recomendación más importante sería que toda obra se debe realizar bien desde el comienzo, ya que una vez terminada se presentan patologías, los gastos y el tiempo necesario para ser reparada se incrementan sustancialmente.

## **VII. REFERENCIAS**

ALTAMIRANO Kauffmann, Luis. Deterioro de pavimentos rígidos metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Lima 2007.

CHAUCA Rupey, Jeanet. Análisis y evaluación del estado actual de los pavimentos de las pistas de concreto rígido del jirón Manuela Gonzales de Torrico del barrio de Pedregal bajo del distrito de Huaraz, provincia de Huaraz departamento de Ancash. Ancash 2013.

CONSEJO de directores de carreteras. Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos. Iberia 2000.

CORONADO, Jorge. Catálogo centroamericano de daños en pavimento viales. En manual centroamericano de mantenimiento de carreteras. Consejo sectorial de ministerios de transporte de Centroamérica (COMITRAN), Secretaría de integración económica centroamericana (SIECA), Guatemala 2000.

DÍAZ Gantú, Ronal. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI), en las calles del barrio de Palmira Alto, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash. Chimbote 2015.

ESPINOZA Ordinola, Tulio. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. Chimbote 2015

ESTUDIOS para la rehabilitación de puentes y carreteras del eje vial Piura - Guayaquil (22 puentes y 60 km de vías). Perú y Ecuador 2005.

FUENTES Ramos, Freddy. Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido en el AA.HH. Ciudad Blanca zona "c" distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa, región Arequipa. Arequipa 2015

GODOY Oddone Álvaro. Patología de pavimentos rígidos de la ciudad de Asunción. Paraguay 2006.

INSTITUTO de desarrollo urbano – Universidad nacional de Colombia. Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías. Colombia 2001

IPANAQUE Panta, Juan. Determinación y evaluación de las patologías del concreto de veredas del distrito de vice, Sechura. Piura 2010.

LÓPEZ Macedo, Lila. Determinación y evaluación del índice de las fallas y patologías de los pavimentos rígidos de las calles del Barrio los Olivos, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash. Chimbote 2016.

MARIANO Pappalardi, Violini. Patologías en pavimentos de hormigón a edad temprana. Buenos Aires 2013.

MINISTERIO de obras públicas dirección de aeropuertos. Programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos método P.C.I. Chile 2013.

MIRANDA Rebolledo, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Chile 2010

MONTIEL, Adolfo. Apuntes de clases de obras viales caminos.

NORMA técnica de edificación E.010. Pavimentos urbanos - habilitaciones urbanas. Lima 2014.

NORMA ASTM 5340. Método de evaluación normalizado para la obtención del índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI).

ORELLANO Castillo, Alicia. Determinación y evaluación de las patologías del concreto hidráulico de veredas en las urbanizaciones de san miguel y los eucaliptos. Chimbote 2014.

PRUNELL Sabrina, Brunella. Estudio de patologías en pavimentos de hormigón. La plata – Argentina. Argentina 2011.

RIVA López, Enrique. Materials for concrete. San Francisco - USA 1992.

SAENZ Orbegozo, Bryan. Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional en las principales pistas de la urbanización casuarinas primera etapa – distrito de nuevo Chimbote, provincia de santa, departamento de Ancash. Chimbote 2016.

SHAHIN, Mohamed Y. Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots. Chapman & Hall. New York. USA. 1994.

SMITH, Roger, DARTER, Michael y HERRIN, Stanley. Highway pavement distress identification manual for highway condition and quality of highway construction survey Washington: Federal highway administration, U.S. Department of transportation, 1979.

DEPARTMENT of transportation. Distress identification manual for the long – term pavement performance program. U.S. 2003

VÁSQUEZ Moreno, Yovanny. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash. Chimbote 2016.

VÁSQUEZ Torres, Luis. Notas del curso de pavimentos avanzados de la especialización en vías y transporte de la universidad nacional de Colombia. Colombia 2000.

VÁSQUEZ Varela, Ricardo. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, Colombia 2002.

VÁSQUEZ Varela, Ricardo. Automatización del cálculo del índice de condición del pavimento – PCI. Colombia 2014.

WILLIAM Arteaga, Robertson. Condición de las calles evaluación de la infraestructura vial ciudad de los ángeles. Los Ángeles 2008.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Daños personales y materiales por emergencias ocurridas.

DPTO	EMER	DANOS PERSONALES					DANOS MATERIALES			
		DAMNIF	AFECT	DESAP	LESION	FALLEC	VIVIENDAS		HAS CULTIVO	
							DESTR	AFECT	PERD	AFECT
<b>TOTAL</b>	<b>5,507</b>	<b>288,784</b>	<b>1,691,471</b>	<b>22</b>	<b>543</b>	<b>173</b>	<b>38,382</b>	<b>359,613</b>	<b>43,718</b>	<b>101,726</b>
AMAZONAS	68	328	65	4	10	0	17	16	0	50
ANCASH	792	34,400	117,052	1	128	27	3,079	26,637	2,111	7,182
APURIMAC	380	504	3,791	0	1	1	55	341	1,332	8,206
AREQUIPA	204	3,412	66,895	5	40	17	254	12,574	1,161	8,208
AYACUCHO	179	1,355	6,616	0	11	9	131	1,702	1,579	2,990
CAJAMARCA	443	1,693	24,672	2	8	8	190	2,496	1,294	2,949
CALLAO	28	118	47	0	0	0	8	1	0	0
CUSCO	137	275	44,334	0	3	8	34	684	158	40
HUANCAVELICA	458	6,461	44,223	0	3	7	583	5,864	610	8,576
HUANUCO	56	926	3,205	0	2	1	15	597	23	231
ICA	133	4,888	106,861	0	62	0	445	23,831	3,661	2,942
JUNIN	64	1,010	8,522	0	25	3	148	305	35	88
LA LIBERTAD	359	77,991	382,272	4	68	23	13,286	106,487	11,560	18,153
LAMBAYEQUE	81	44,656	139,033	1	5	9	5,064	30,330	2,453	3,998
LIMA	980	18,296	40,428	1	89	19	2,480	9,953	2,363	9,486
LORETO	61	397	112,358	0	1	1	49	27,447	1,065	2,301

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

### ANEXO 2

Daños a la vida y salud a causa del niño costero

Tabla: Daños a la vida y salud, por efectos del Niño Costero 2017, Procesamiento al 95.5%					
DPTO	DAÑOS A LA VIDA Y SALUD (PERSONAS)				
	DAMNIFICADAS	AFECTADAS	FALLECIDAS	HERIDAS	DESAPARECIDAS
<b>TOTAL NIÑO COSTERO PERU</b>	<b>285.453</b>	<b>1.454.051</b>	<b>138</b>	<b>459</b>	<b>18</b>
ANCASH	34.313	116.848	27	126	1
AREQUIPA	2.110	48.914	17	40	5
AYACUCHO	1.264	6.890	9	6	
CAJAMARCA	1.655	11.468	8	6	2
HUANCAVELICA	6.227	30.770	6	4	
ICA	4.611	106.703		60	
JUNIN	1.153	897	3	25	
LA LIBERTAD	79.623	386.521	24	70	4
LAMBAYEQUE	44.619	138.336	9	5	2
LIMA	18.775	40.176	16	76	1
LORETO	67	117.506	1	1	
PIURA	89.709	375.265	18	40	3
TUMBES	1.327	73.757			

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

### ANEXO 3

#### Daños en Transportes y comunicaciones

DPTO	CAMINOS RURALES DESTRUIDOS (Km)	CAMINOS RURALES AFECTADOS (Km)	CARRETERAS DESTRUIDAS (Km)	CARRETERAS AFECTADAS (Km)	PUENTES DESTRUIDOS
<b>TOTAL PERU</b>	<b>12,832</b>	<b>221,219</b>	<b>4,778</b>	<b>13,311</b>	<b>449</b>
ANCASH	235	1,311	462	1,321	116
AREQUIPA	185	532	738	514	18
AYACUCHO	534	3,931	210	869	14
CAJAMARCA	102	198	103	517	23
HUANCAVELICA	33	8,461	160	916	21
ICA	132	89	112	529	5
JUNIN	7	18	5	210	
LA LIBERTAD	369	22,338	1,038	701	38
LAMBAYEQUE	346	705	98	122	63
LIMA	3,742	707	1,498	6,47	124
LORETO		68	0	13	
PIURA	7,099	182,691	345	1,032	27
TUMBES	49	169	10	96	

**Fuente:** Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

### ANEXO 4

#### Pistas del distrito de Yanama con pavimento rígido.



**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 5

Grietas longitudinales en el pavimento rígido en las calles de Yanama



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 6

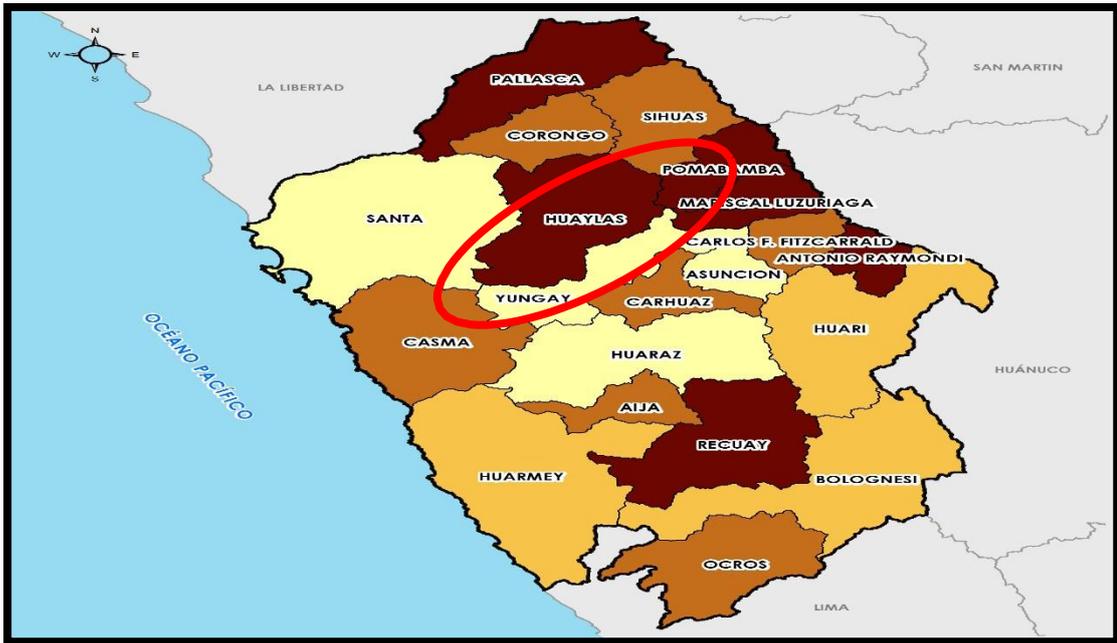
Descascaramiento en el pavimento rígido de las calles de Yanama



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 7

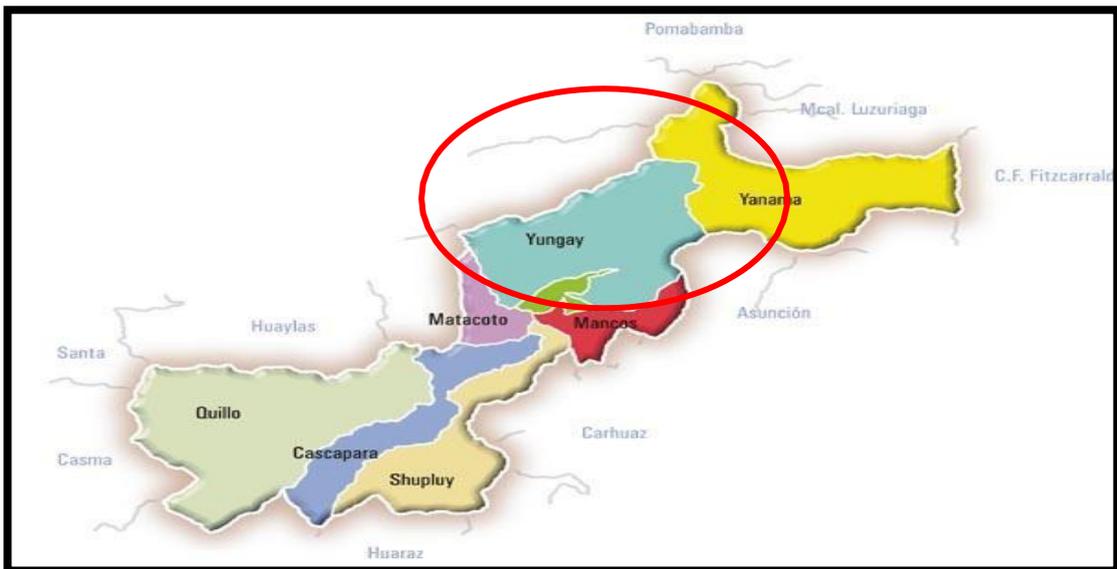
Caquis de ubicación de la provincia de Yungay



Fuente: Google Imágenes.

## ANEXO 8

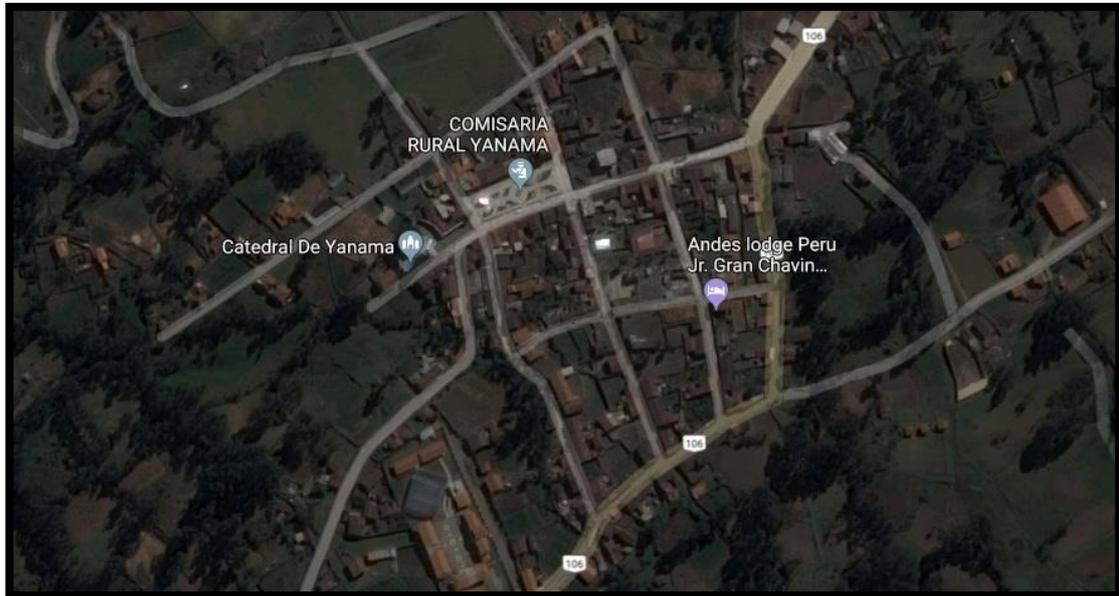
Caquis de ubicación del distrito de Yungay



Fuente: Google Imágenes.

## ANEXO 9

Distrito de Yanama y sus principales vías.



Fuente: Google Maps.

## ANEXO 10

Plaza de Armas de Yanama.



Fuente: Google Maps.

## ANEXO 11

Patologías en el pavimento rígido en las calles de Yanama.



**Fuente:** Elaboración Propia

## ANEXO 12

Calles conformadas de pavimento rígido en las calles de Yanama.



**Fuente:** Elaboración Propia.

### ANEXO 13

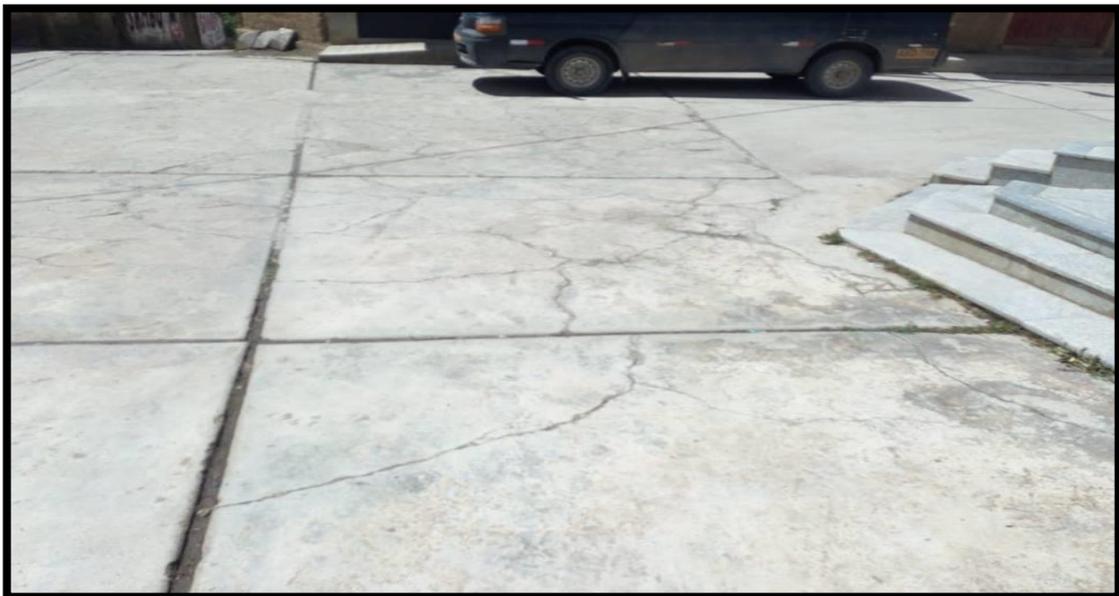
Grietas de esquina en diferentes paños del pavimento rígido



**Fuente:** Elaboración Propia.

### ANEXO 14

Grietas de esquina y daños en las juntas



**Fuente:** Elaboración Propia.

## ANEXO 15

Identificación y medición de patologías en el pavimento rígido



Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 16

Identificación de Grietas Lineales



Fuente: Elaboración Propia.



PLANO DE UBICACION



TOTAL (1 SECTOR) TOTAL (25) 175 93.172.40

