

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



## **Evaluación del estado actual del Pavimento Rígido en la calle San José –Sullana**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

**Autor:**

Dioses Reyes Emanuel José

**Asesor**

Castañeda Gamboa, Rogelio

**Piura - Perú**

**2018**

**PALABRAS CLAVES:**

<b>Tema</b>	PAVIMENTO RIGIDO
<b>Especialidad</b>	TRANSPORTES

**KEY WORDS:**

<b>Topic</b>	RIGID PAVEMENT
<b>Specialization</b>	TRANSPORTATION

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Línea</b>	<b>Transporte</b>
<b>Sub línea</b>	<b>Pavimentos</b>
<b>Disciplina</b>	<b>Ingeniería de transporte</b>

# **TÍTULO**

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE SAN JOSÉ –SULLANA**

## RESUMEN

Se realizó un estudio de la Condición actual del pavimento rígido en la Calle San José, ya que las vías de una Ciudad influyen en muchos aspectos del entorno urbano y en todos aquellos que la habitan. Es así que contar con una buena infraestructura vial permite a las poblaciones movilizarse de un lugar a otro de forma más rápida y eficiente.

Las vías de una ciudad sufren distintos daños ocasionados por diversos factores como el mal proceso constructivo, condiciones climatológicas, la antigüedad de la infraestructura, entre otros. Los cuales se hacen visibles a través de los daños superficiales. En la Calle San José se observó grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales), grietas en esquinas, pulimiento de agregados, parches pequeños, daño del sello de la junta, entre otras fallas.

Para la evaluación de estos defectos presentes en la calle San José, se usó el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) con lo cual se logró determinar la cantidad, tipo y nivel de severidad de las fallas presentes en el pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde 0 para un pavimento fallado o en mal estado, hasta 100 para un pavimento en perfecto estado.

Los tipos de daños o patologías más frecuentes fueron: Grieta Lineal, Desconchamiento, Grietas, Pulimiento de Agregados, Popouts, Losa Dividida.

Las testigos diamantinas realizadas para la determinación de la resistencia del concreto, dieron los siguientes resultados a la prueba de compresión simple: se obtuvo una resistencia de 272.98kg/cm<sup>2</sup> en la primera muestra, 356.42kg/cm<sup>2</sup> para la segunda muestra, 252.53kg/cm<sup>2</sup> para la quinta muestra, 212.40kg/cm<sup>2</sup> para la sexta muestra, las cuales cumplen con la resistencia requerida que es de 210kg/m<sup>2</sup>.

## **ABSTRAC**

A study was made of the current condition of the rigid pavement in San José Street, since the roads of a city influence many aspects of the urban environment and all those who inhabit it. Thus, having a good road infrastructure allows people to move from one place to another more quickly and efficiently.

The roads of a city suffer different damages caused by various factors such as the bad construction process, weather conditions, the antiquity of the infrastructure, among others. Which are made visible through surface damage. In San José Street, linear cracks (longitudinal, transverse and diagonal cracks), cracks in corners, polishing of aggregates, small patches, seal seal damage, among other faults were observed.

For the evaluation of these defects present in San Jose Street, the Pavement Condition Index (PCI) method was used, which was used to determine the amount, type and level of severity of the pavement faults. The PCI is a numerical index that varies from 0 for a pavement failed or in poor condition, to 100 for a pavement in perfect condition.

The types of damages or more frequent pathologies were: Linear Crack, Desconchamiento, Cracks, Polishing of Aggregates, Popouts, Slab Divided.

The diamond tests performed to determine the strength of the concrete gave the following results to the simple compression test: a resistance of 272.98kg / cm<sup>2</sup> was obtained in the first sample, 356.42kg / cm<sup>2</sup> for the second sample, 252.53 kg / cm<sup>2</sup> for the fifth sample, 212.40kg / cm<sup>2</sup> for the sixth sample, which meet the required resistance which is 210kg / m<sup>2</sup>.

## **Índice General**

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	46
Resultados	50
Análisis Y Discusión	59
Conclusiones	63
Recomendaciones	65
Referencias Bibliográficas	66
Anexos	67

## Índice Figuras

Figura 1. Distribución de esfuerzos desde la superficie hacia el suelo de cimentación en pavimento asfáltico y pavimento de concreto. Fuente: Elaboración propia.	6
Figura 2. Elementos del pavimento de concreto. Fuente: Duravía, 2012.	8
Figura 3. Hoja de Inspección del PCI de condiciones para unidad de muestra.	41
Figura 4. Índice de condición del pavimento	55
Figura 5. Estándares de evaluaciones psi	56
Figura 6. Resistencia a la compresión	56
Figura 7: Contenido de humedad de las calicatas.	60
Figura 8: CBR 100% MDS del patrón y experimental.	62
Figura 9: Visualizando las fallas del pavimento rígido	68
Figura 10: Midiendo las fallas con el vernier	68
Figura 11: Midiendo las fallas del martillo del pavimento.	69
Figura 12: Midiendo las grietas dela esquina del pavimento	69
Figura 13: Midiendo la junta con el vernier.	70
Figura 14: Tomando la dimensión de un vacío en el pavimento.	70
Figura 15: Ficha de control de PCI	71
Figura 16: Otra vista de otra grieta del pavimento.	71
Figura 17: Visualizando que la junta de la parte superior no cumple con las medidas.	72
Figura 18: Anotando los datos de las dimensiones de las fallas.	72
Figura 19: Midiendo la separación de las vías.	73
Figura 20: Vista de la separación de la vía.	73
Figura 21: Midiendo y verificando con los antecedentes.	74
Figura 22: Planilla de verificación del pavimento.	74
Figura 23: Midiendo la dimensión de la junta de una de las vías.	75

Figura 24: Tomando medidas, al llenado de las juntas falladas.	75
Figura 25: Midiendo las dimensiones del agregado grueso del concreto.	76
Figura 26: Midiendo la junta de separación de las vías.	76
Figura 27: Vista panorámica de las dos vías.	77
Figura 28: Iniciando la excavación de la primera calicata.	77
Figura 29: Tratando de llegar a la sección transversal del pavimento.	78
Figura 30: Muestreando a nivel de base del pavimento	78
Figura 31: Muestreando a nivel de sub base del pavimento.	79
Figura 32: Realizando los ensayos en el laboratorio.	79
Figura 33: Preparando las muestras para el ensayo de proctor.	80
Figura 34: Agregando los diferentes porcentajes de agua a la muestra.	80
Figura 35: Compactando la muerta en los moldes de CBR.	81
Figura 36: Terminado el CBR. del material de base y sub base del pavimento.	81
Figura 37: Iniciando la perforación del pavimento.	82
Figura 38: Vista panorámica del ensayo de la diamantina.	82
Figura 39: Extracción de la primera diamantina.	83
Figura 40: Retirando la diamantina	83
Figura 41: Visualizando la composición de la diamantina.	84
Figura 42: Realizando la segunda muestra.	84
Figura 43: Terminando la extracción de diamantina.	85
Figura 44: Retirando la segunda muestra.	85
Figura 45: Iniciado la tercera perforación.	86
Figura 46: Llegando la perforación hasta el afirmado.	86
Figura 47: Tratando de retirar la siguiente muestra.	87
Figura 48: Se logra el retiro de la muestra.	87
Figura 49: Plano de la distribución de las pruebas de PCI, diamantinas y calicatas.	97



## Índice de Tablas

Tabla 1: Impurezas- Agua para hormigones	13
Tabla 2: Limitaciones- agua para hormigones	14
Tabla 3: Especificaciones - Materiales - granulometría de la Grava	15
Tabla 4: Límite máximo de sustancias perjudiciales en la grava	15
Tabla 5: Especificaciones- Materiales- Granulometría de la Arena	16
Tabla 6: Niveles de severidad para losas divididas	20
Tabla 7: Niveles de severidad para escalas	22
Tabla 8: Niveles de severidad para punzonamiento.	30
Tabla 9: Niveles de severidad para descascaramiento de esquinas.	34
Tabla 10: Niveles de severidad para descascaramiento de juntas	35
Tabla 11: Niveles de Rangos de Calificación del PCI	40
Tabla 12: Operacionalizacion de variable:	44
Tabla 13: Resultados del PCI de la primera cuadra:	51
Tabla 14: Resultados del PCI de la segunda cuadra:	51
Tabla 15: Resultados del PCI de la tercera cuadra:	52
Tabla 16: Resultados del PCI de la cuarta cuadra:	52
Tabla 17: Resultados del PCI de la quinta cuadra:	53
Tabla 18: Resultados del PCI de la sexta cuadra:	53
Tabla 19: Resultados del PCI de la séptima cuadra:	54
Tabla 20: Resultados del PCI de la octava cuadra:	54
Tabla 21: Resultados del PCI de la novena cuadra:	55
Tabla 22: Clasificación de suelos.	61
Tabla 23: Límites de atterberg del suelo	61

## INTRODUCCION

De los antecedentes encontramos Sánchez, L y Machuca, J. (2015) desarrollaron la investigación, la cual tuvo como objetivo: Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación. Siendo dicha investigación de tipo aplicada de diseño experimental de nivel (internacional) la cual llego a las siguientes conclusiones:

Mediante la evaluación de los diferentes pavimentos en estudio del municipio de Tamalameque se pudo obtener información del estado físico de estos, la inspección visual fue fundamental para determinar el grado de deterioro de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados; lo que arrojaron información que fue empleada para definir tipos de fallas, áreas a tratar, causas y alternativas de solución.

Las mediciones de las fallas catalogan un criterio general de reparación para exponer una alternativa económica de acuerdo a la magnitud y tratamiento de áreas.

Bernaola, R. (2014) desarrolló la investigación, la cual tuvo como objetivo Evaluar y Determinar el índice de Condición del Pavimento Rígido de la Av. Huancavelica, Distrito de Chilca, Huancayo siendo dicha investigación de tipo aplicada no destructivo de nivel (nacional) la cual llega a las siguientes conclusiones:

Dentro del grupo de unidades analizadas se pudo apreciar que la unidad "C-3" tiene el índice PCI más elevado llegando a 66.29 dentro de una clasificación "Bueno" y que el índice PCI más bajo corresponde a la unidad "C-2" con 39.81 estando clasificado dentro del intervalo de "Malo", lo que nos da una idea de la variación de estados de la Sección de Pavimento analizada en cada uno de los tramos.

Al PCI determinado (53.89) se le asigna una Zona de Mantenimiento y Rehabilitación de "Acción Mayor" según la Clasificación del PCI recomendado; esta zona de clasificación de mantenimiento nos sugiere las siguientes medidas a tomar como posibles soluciones para la infraestructura vial: Resellado de juntas y sellado de grietas, reparación de losas en espesor total, colocación de barras de transferencia de

carga, microfresado de losas en calzada y bermas, reemplazo de losas, reemplazo de losas por pavimento flexible.

Solano, B. (2014) desarrolló la investigación titulada, la cual tuvo como objetivo: evaluar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín, cuadras 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Jaén y determinar el índice de condición del pavimento e identificar el grado de severidad; detectando deterioros como son: asentamientos, baches, grietas, daños del sello de la junta; con la finalidad de elaborar una propuesta de mejora de la calle en estudio. Siendo dicha investigación de tipo aplicada de diseño: experimental de nivel (nacional) la cual llegó a las siguientes conclusiones:

El estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín de la ciudad de Jaén se clasificó como un pavimento bueno, sin embargo, existen losas que presentan fallas de severidad grave; esta falla no influyó por presentar áreas no representativas comparada con el área total inspeccionada.

El grado de severidad que presentaron las fallas son ligeras, moderadas y grave. Las fallas más frecuentes son grietas longitudinales de severidad grave, grietas transversales de severidad moderada, grietas de bloque de severidad moderada, daño del sello de la junta de severidad moderada y grave, y parche grande de severidad moderada.

Sánchez, J. (2017) desarrolló la investigación titulada, la cual tuvo como objetivo: determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, mediante el cálculo de su índice de condición, para así elaborar unas propuestas de mejora para el mismo. Siendo dicha investigación de tipo aplicada de diseño: experimental de nivel (local), la cual llegó a las siguientes conclusiones:

De la evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, se obtuvo que el 28% del pavimento seleccionado se encuentra en excelente condición, el 24% en condición muy buena, el 17% en condición buena y el 6% en condición regular. Esto se debe a que esta parte de la avenida fue construida poco tiempo atrás, teniendo pocos años de servicio y experimentando un bajo nivel de tránsito. Dado que esta porción del pavimento presenta buenas condiciones de servicio para el usuario, no es necesario

realizar grandes reparaciones, sino solo obras de mantenimiento que ayuden a extender la vida útil del mismo.

Para elaborar un plan de conservación de pavimentos no pueden aplicarse tratamientos al azar, sino que es fundamental conocer los procedimientos correctos a seguir de acuerdo a las fallas identificadas. Además, cada determinado periodo de tiempo es recomendable recopilar datos acerca del desempeño de las vías para ir monitoreando su estado e intentar predecir su condición. Para ello el Método PCI puede ser aplicado. Además de conocer el estado del pavimento, se pueden identificar las fallas más comunes e influyentes en el deterioro del mismo. Basándose en las condiciones existentes de una vía y en los planes de expansión de la misma, se pueden aplicar estratégicamente los tratamientos adecuados para mantenerla en un estado aceptable.

La justificación científica de la presente investigación se ha elegido la calle San José, anexa a la Avenida principal José de Lama porque presenta alta demanda por los usuarios dado que permite ahorrar tiempo durante el tránsito por este tramo, ya que en determinadas horas el tráfico se vuelve muy pesado en la vía principal. Es la vía de acceso a los colegios Santa Ursula, Éxitos, INIF 48, Santa Rosa y Clínica Santa Rosa; además sirve de unión a las urbanizaciones Jardín y Santa Rosa.

En tal sentido es importante brindar a la población aledaña y usuarios, vías en buen estado por lo cual es necesario realizar el mantenimiento de las mismas, con la finalidad de seguir proyectando un ordenamiento territorial que genere progreso y comodidad a las comunidades. Por ello a través de esta investigación se busca evaluar el pavimento rígido a fin de brindar un diagnóstico de su estado actual haciendo un estudio de sus patologías, para facilitar el posterior mantenimiento de las vías y alargar su vida útil en beneficio de la localidad.

Es oportuno realizar esta evaluación en la calle San José, para que sirva de modelo aplicable a otras calles; también es pertinente hacerlo en las fechas indicadas ya que las condiciones climatológicas lo permiten y en horario de poco tránsito. A través de este método no destructivo, se contribuirá a brindar a la población aledaña mejor

calidad de sus vías, en especial las de gran afluencia por estar cerca de instituciones educativas y de salud.

Actualmente la problemática de nuestra localidad es El mal estado de algunas vías tanto principales como anexas, lleva a desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, en especial con aquellas vías que son de gran transitabilidad y de suma importancia por ser un acceso rápido y de mucha demanda para llegar a instituciones educativas y Centros de salud. Con el único objetivo de brindar a la población calles en buen estado.

La calle San José, es una vía de gran tránsito. Se encuentra paralela a la Avenida principal y permite el acceso a cinco colegios y un centro de salud, por esta razón es importante mantenerla en buen estado y prevenir que las fallas actuales del pavimento constituyan un peligro para la población en el futuro, si no se toman las acciones correctivas pertinentes.

Actualmente a nivel local se está trabajando más en la rehabilitación y mejoramiento de las vías en Sullana, porque muchas de estas se encuentran deterioradas y representan un factor de riesgo para la población. De esta forma como parte de estos trabajos es importante obtener un diagnóstico de las calles para realizar su mantenimiento en forma oportuna y brindar a la población mejor calidad de sus calles.

A nivel nacional, las calles principales se evalúan y rehabilitan con mayor frecuencia que las demás. Esto puede tener un porcentaje de influencia en los accidentes de tránsito.

A nivel internacional, el enfoque es mayor, se realizan trabajos más organizados e integrales, que permiten brindar a la población calles en buen estado, calles con espacios para ciclistas y deportista, entre otros.

Según la investigación el problema se formula de la siguiente manera:

**¿Cuál es el estado actual del Pavimento Rígido en la calle San José –Sullana?**

Las definiciones que a continuación se muestran han sido tomadas de la siguiente tesis “evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín de la ciudad de Jaén- Cajamarca” Solano B. (2014)

## PAVIMENTO

### Definición de pavimento

De acuerdo a la ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado sub rasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de diferentes espesores, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad, seguridad y un servicio de calidad cuando se transite sobre ella, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

**Clasificación de pavimentos:** Existen dos clases de pavimentos: Pavimento rígido y pavimento flexible.

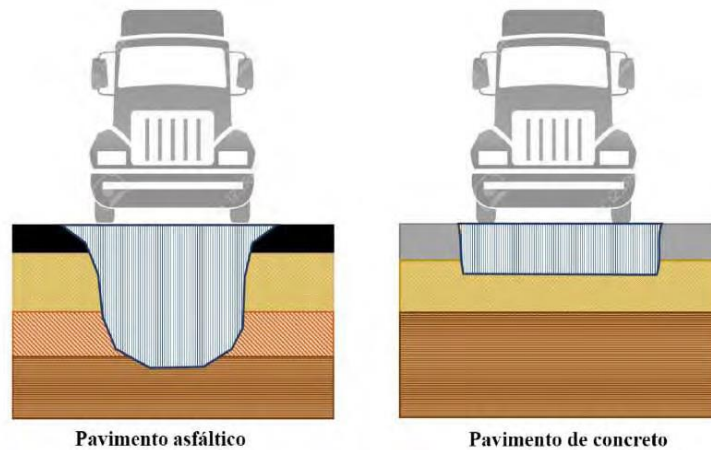


Figura 1. Distribución de esfuerzos desde la superficie hacia el suelo de cimentación en pavimento asfáltico y pavimento de concreto.

Fuente: Manual de carreteras EG-2013.

El pavimento rígido, llamado también pavimento hidráulico, se compone de losas de concreto hidráulico que algunas veces presentan acero de refuerzo. Tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

El pavimento flexible, también llamado pavimento asfáltico, está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento. Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, la desventaja es que requiere mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

### **Pavimento rígido**

Fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyado sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub rasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación de la norma AASHTO. (AASHTO, 1993).

### **Clasificación de los pavimentos de concreto**

estas definiciones se tomaron de la siguiente tesis “evaluación del estado del pavimento de la av. Ramón castilla, Chulucanas, mediante el método PCI” Sánchez, J. (2017)

Pavimento de concreto simple con juntas

Este tipo de pavimento no posee armadura en las losas, y las juntas de contracción transversal, varían entre 3.5 y 6 m, aunque se recomienda no exceder los 4.5 m. La transferencia de cargas entre losas adyacentes puede darse simplemente por unión mecánica de agregados o por uso de dispositivos de acero (pasadores). El objetivo de las juntas es inducir el agrietamiento del concreto debido a las variaciones de humedad y temperatura.

#### Pavimento de concreto reforzado con juntas

Estos pavimentos tienen como finalidad controlar las fisuras de contracción del concreto, por lo cual se refuerzan con mallas de acero. El espaciamiento entre juntas varía entre 7.5 y 9 m. La transferencia de carga entre paños adyacentes se efectúa mediante trabazón de agregados o uso de pasadores. Las juntas deben permanecer selladas para evitar el ingreso de agua u otro tipo de material incompresible.

#### Pavimento de concreto con refuerzo continuo

Posee armadura continua longitudinal que controla las tensiones, y no cuenta con juntas transversales, a excepción de las juntas de construcción. La armadura transversal es opcional. El objetivo de este refuerzo es controlar la aparición de fisuras, manteniendo un espaciamiento entre ellas de entre 0.6 y 2 m.

Este tipo de pavimento por lo general se diseña para periodos mayores a 30 años, por lo que no es común su uso en nuestro país, sino en Europa y Estados Unidos.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación de la norma AASHTO. (AASHTO, 1993).

### **Elementos del pavimento rígido**

En este apartado, se describirán los elementos que conforman un pavimento de concreto, los cuales a su vez pueden observarse en la figura 2.

#### **Sub rasante**



La sub rasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la sub rasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la sub rasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante.

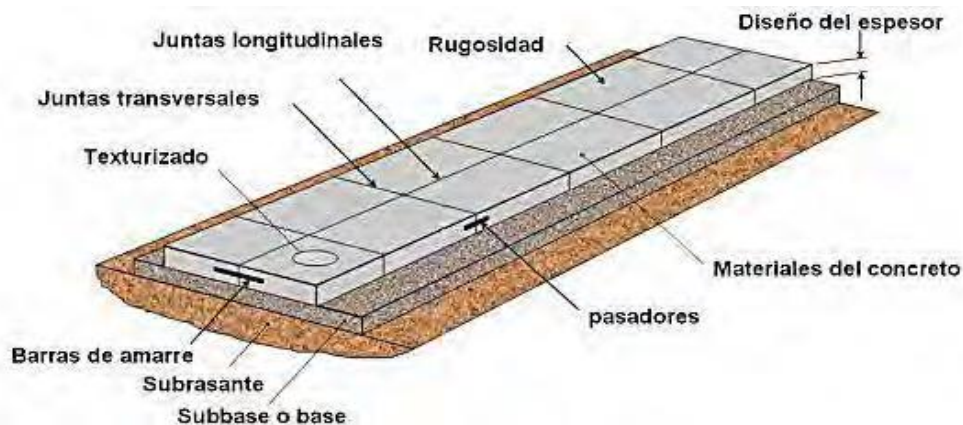


Figura 2. Elementos del pavimento de concreto.

Fuente: Manual de carreteras EG-2013.

### **Sub base**

La capa de sub base es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la sub rasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la sub base es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La sub base es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

La sub base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad y estabilidad.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

### **Losa**

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

### **Juntas**

Son elementos que permiten controlar la figuración de la losa y permitir la expansión o el movimiento relativo entre losas. Pueden ser longitudinales o transversales. La importancia de las juntas en el pavimento de concreto se ve reflejada en la durabilidad del mismo, pues su deterioro puede evidenciar problemas estructurales en la vía.

### **Texturizado**

Es una técnica que brinda al pavimento un contacto adecuado entre el pavimento y el neumático, de forma que permite el tránsito de vehículos en condiciones seguras. Existen dos tipos de texturizado: microtexturizado, que se logra recorriendo la superficie del pavimento con una tela de yute, y macrottexturizado, que se logra utilizando herramientas mecánicas.

### **Confinamiento lateral**

Es el conjunto de elementos que permite controlar las tensiones por flexión y deflexiones en las losas. Una forma de confinamiento lateral son las bermas, que pueden ser de concreto, asfalto o material granular. otra, las barras de amarre de acero corrugado, que controlan el movimiento lateral de los carriles y se colocan perpendiculares a la junta, espaciadas entre 50 y 100 cm.

### **Pasadores**

Los pasadores son barras de acero lisas y con los bordes redondeados que se colocan en el plano perpendicular al corte de la junta transversal. Deben estar centrados con respecto al espesor de la losa y permitir el movimiento entre paños adyacentes, sin restringir su movimiento.

### **Materiales necesarios para la elaboración de una estructura de pavimento rígido**

los pavimentos que se utilizan para la construcción de una losa de concreto son las siguientes.

#### **Cemento**

El cemento a utilizar para la elaboración del concreto será de preferente Portland de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NMX- C- 414- 1999- ONNCCE. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se emplearán los denominados CPO (cemento portland puzolanico) dependiendo del caso y con sub-clasificaciones 30R, 40 y 40R. Estos cementos corresponden principalmente a los anteriores se denominaban como tipo 1 y tipo IP. Es importante que se cumpla respectivamente con los requisitos físicos y químicos que podrá ser tipo 1 o 11 y se señalan en las normas de calidad de los materiales de la secretaria de comunicaciones y transportes.

El cemento en los sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del Suelo, en acopios de no más de siete metros de altura. Si el cemento se suministra a granel se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad.

La capacidad se debe de almacenar en los sitios aislados de la humedad, la capacidad mínima de almacenamiento deberá ser la suficiente para el consumo de un día o una jornada de producción normal todo cemento que tenga más de dos meses de almacenamiento en sacos o tres en silos, deberá ser examinado por el supervisor del proyecto, para verificar si aún es susceptible de utilización la cual deberá cumplir con los requisitos correspondientes establecidos en la sección 802 de las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del MTOP.

#### **a.1. Cemento portland**

Las normas establecidas por el MTOP bajo los lineamientos del INEN regirán para todos los 5 Procesos constructivos. Correspondientes a la norma NTE INEN 152

#### **a.2. Definiciones específicas**

Cemento Portland es el producto que se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual está constituido esencialmente por silicatos. de calcio hidratado, adicionado con agua o sulfato de calcio o los dos materiales, en proporciones tales que cumplan los requisitos químicos relativos a las cantidades máximas de anhídrido sulfúrico y pérdidas por calcinación.

#### **a.3 Tipos de cemento**

El cemento Portland se clasifica en 5 tipos que, de acuerdo con la norma IN EN 152, son los siguientes:

TIPO I.-Cemento de uso general, al que no se exigen propiedades especiales y es utilizado en Piura.

TIPO II. Para uso en construcciones de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos o cuando se requiere de moderado calor de hidratación.

TIPO III. Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia inicial.

TIPO IV. Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V. Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia a la acción de los sulfatos.

Los cementos de los Tipo IV y V no se hallan comúnmente en el mercado, por lo que su fabricación será sobre pedido, con la debida anticipación.

Los cementos Tipo I, II y III pueden utilizarse con incorporadores de aire, de acuerdo a lo previsto en la Sección 805 de las especificaciones generales del 6 MTOP.

## **Agua**

El agua que se emplee en la fabricación del concreto deberá cumplir con la norma NMX-C-122, deberá de ser potable, y, por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En general se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano, así, no deberá contener cantidades mayores de las sustancias químicas que las indican en la siguiente tabla, en partes por millón

Especificaciones- materiales -sustancias perjudiciales en el agua sustancias perjudiciales Ppm Máximo.

### **b.1. Alcance y limitaciones**

esta especificación se aplica para el agua que se va a emplear en cualquier tipo de construcción y que se mezclará con cemento portland en el proceso.

requisitos.

el agua que se emplea en hormigones y morteros deberá ser aprobada por el fiscalizador; será limpia, libre de impurezas, y carecerá de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y materia orgánica. el agua potable será considerada satisfactoria para emplearla en la fabricación de morteros y hormigones.

## **b.2. Ensayo y tolerancias**

El agua para la fabricación de morteros y hormigones podrá contener como máximo las siguientes. impurezas en porcentajes, que se presentan.

Tabla 1: impurezas- Agua para hormigones

IMPUREZAS	%
Acidez y alcalinidad calculada en términos de carbonato de calcio	0.05
Solido orgánico total	0.05
Solido inorgánico total	0.05

Fuente: especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del MTOP.

El agua para mezcla de hormigones y morteros, no debe tener sustancias nocivas tales como:

Tabla 2: limitaciones- agua para hormigones

DETERMINACION	LIMITACION
PH	Mayor o igual a 5

Sustancias disueltas	Menor o igual 15gr/litro
Sulfatos	Menor o igual 1gr/litro
Sustancias orgánicas solubles de éter	Menor o igual 15gr/litro
Ion cloro	Menor o igual 6 gr/litro
Hidratos de carbono	No debe contener

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de Caminos y puentes de MTOP

### **Materiales pétreos**

Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el contratista prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de la humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

#### **c.1. Grava**

Es el agregado grueso será grava triturada totalmente con tamaño máximo de treinta y ocho (38) milímetros, resistencia superior a la resistencia del concreto señalado en el proyecto, y con la secuencia granulométrica que se indica a continuación;

Tabla 3: Especificaciones - Materiales - granulometría de la Grava

MALLA	%
2" 50mm	100

1 ½"	37.50mm	95-100
¾"	19.00mm	35-70
3/8"	9.50mm	10-30
Número	44.75mm	0-5

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de Caminos y puentes de MTOP

El contenido de sustancias perjudiciales en el agregado grueso no deberá exceder los porcentajes máximos que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 4: Límite máximo de sustancias perjudiciales en la grava

Sustancias perjudiciales	%
Partículas deleznales	0.25
Partículas suaves	5.00
Pedernal como impurezas	1.00
Carbón mineral y/o lignito	1.00

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de Caminos y puentes de MTOP

El agregado grueso, además, deber cumplir con los siguientes requisitos de calidad. Desgaste "Los Ángeles" 40% máximo Intemperismo acelerado 12% máximo (utilizando sulfato de sodio) cuando la muestra este constituida por material heterogéneo y se tengan dudas de su calidad, el Especificador podrá ordenar se efectúen pruebas de desgaste de los ángeles, separando el material alterado o de diferente origen, así como pruebas en la muestra constituida por ambos materiales, en la que estén representados en la misma proporción en que se encuentren.

En los almacenamientos de agregados ya tratados o en donde vayan a ser utilizados. En ninguno de los casos mencionados se deberán obtener desgastes mayores que



cuarenta por ciento (40%) en los casos de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado grueso, a juicio del supervisor se llevará a cabo la determinación de la pérdida por imtemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de doce por ciento (12%), en el entendido que el cumplimiento de esta característica no excluye las mencionadas anteriormente.

## c.2. Arena

El agregado fino o arena deberá tener un tamaño máximo de nueve punto cincuenta y un milímetro (9.51 mm) con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

Tabla 5: Especificaciones- Materiales- Granulometría de la Arena

MALLA		% QUE PASA
3/8"	9.50mm	100
	Número 44.75mm	95-100
	Número 82.36mm	80-100
	Número 161.18mm	50-85
	Numero 30 600 μm	25-60
	Número 50 300 μm	10-30
	Número 100 150μm	2-10
	Número 20075μm	4 máximo

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de Caminos y puentes de MTOP

La arena deberá estar dentro de la zona que establece esta tabla excepto en los siguientes casos:

Cuando se tengan antecedentes de comportamientos aceptables, en el concreto elaborado con ellos, o bien, que los resultados de las pruebas realizados a estos concretos sean satisfactorios en este caso, los agregados se puedan usar siempre que

se haga el ajuste apropiado al proporciónamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría

El porcentaje del material que pasa la malla # 200 está modificado según los límites de consistencia.

### **Aditivos**

Deberán emplearse aditivos del tipo "d" reductores de agua y retardantes con la dosificación requerida para que la manejabilidad de la mezcla permanezca durante dos horas a partir de la finalización del mezclado a la temperatura estándar de veintitrés grados centígrados (23°C) y no se produzca el fraguado después de (4) horas a partir de la finalización del mezclado.

Los aditivos deberán ser certificados por la casa productora.

Para asegurar la trabajabilidad de la mezcla, también se utilizará un agente inclusor de aire, con los requisitos que señala la norma ASTM C260.

Estos aditivos se transportarán desde la fábrica hasta la planta de concreto de camiones cisternas y se depositarán en tanques especiales diseñados para su almacenamiento y dosificación.

### **Concreto**

El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya tratados, será responsabilidad del productor del concreto quien tiene la obligación de obtener la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como las características adecuadas para lograr los acabados del pavimento. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará bajo la responsabilidad exclusiva del proveedor, es conveniente que el suministro se realice por proveedores profesionales de concreto.

#### **e.1. Resistencia**

La resistencia de diseño especificada a la tensión por flexión o módulo de ruptura (MR) a los 28 días, se verificará en especímenes moldeados durante el colocado del concreto correspondiente a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15x15x50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión y una vez curados adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días aplicando las cargas claro. (ASTM C.78).

Las pruebas adicionales podrán ser necesarias para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad limite la apertura del pavimento de tránsito vehicular no podrá realizarse antes de que el concreto haya alcanzado una resistencia a la tensión por flexión o módulo de ruptura del concreto.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de: determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido en el jirón Abraham Baldelomar y Ciro alegría, distrito de Jesús nazareno, provincia huamanga, departamento de Ayacucho Palomino, S. (2015).

### **Descripción de los daños**

#### **Blowup / Buckling (Hinchamiento / Pandeo)**

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.

#### **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. Parcheo profundo o parcial.

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

### **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.

### **Niveles de Severidad**

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna. M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M) H: Se define por una grieta de severidad alta o 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.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

### 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.

Tabla 6: Niveles de severidad para losas divididas

Severidad de la mayoría de las grietas	Numero de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a mas
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fuente: Manual del PCI

### 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. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

### **Grieta de durabilidad “d”.**

Niveles de severidad

#### **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.

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. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

## 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.

Tabla 7: Niveles de severidad para escalas

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

Fuente: Manual del PCI

### 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. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.

#### **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 descascaramientos 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. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. 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: Recelado de juntas.

### **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.

### **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.

#### **Niveles de severidad**

Losas sin refuerzo

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.
3. Grieta sellada de cualquier ancho 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. Losas con refuerzo

L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 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 un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y 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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm. M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

### **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.

#### **Niveles de severidad**

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

M: El parche esta 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. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

### **Parche pequeño (menor 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. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

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. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

### **Pulimento 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.

#### **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento 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. Sobre carpeta.

#### **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.

### **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.

### **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.

### 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.

#### Niveles de Severidad

Tabla 8: Niveles de severidad para punzonamiento.

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

Fuente: Manual del PCI

### Medida

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

### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

### **Cruce de 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. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

### **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.

**Niveles de Severidad**

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.

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

H: La losa está 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: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobre carpeta.

**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.

### **Descascaramiento de esquina.**

#### **Descripción:**

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

#### **Niveles de severidad**

En el Cuadro 2.5 se listan los niveles de severidad para el descascaramientos de esquina. El descascaramientos de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Tabla 9: Niveles de severidad para descascaramiento de esquinas.

Profundidad del Descascaramientos	Dimensiones de los lados del descascaramientos	
	127.0 x 127.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0
	a 305.0 x 305.0	
Menor de 25.0 mm	L	L
>25.0 mm a 51.0mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Fuente: Manual del PCI

### **Medida**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramientos con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramientos 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

### **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 o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

## Niveles de Severidad

Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Tabla 10: Niveles de severidad para descascaramiento de juntas

Fragmentos del descascaramientos	del Ancho del descascaramientos	Longitud del descascaramiento	
		<0.6 mm	> 0.6 mm
Duros no removerse fácilmente (pueden faltar algunos fragmentos).	<102 mm	L	L
	>102 mm	L	L
Suelos, pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltas. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramientos es superficial, menos de 25 m	<102 mm	L	M
	Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	<102 mm	L
	>102 mm	M	H

Fuente: Manual del PCI

## Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El

descascamiento 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 descascamientos de junta.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

### Evaluación de pavimentos

La evaluación de pavimentos consiste en identificar y registrar las fallas visuales que presenta el pavimento, de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación o mantenimiento del pavimento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es importante elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación: cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco - Lima Robles, R. (2015)

### Tipos de evaluación de pavimentos

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

#### **VIZIR**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación. Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - France o por sus siglas en inglés LCPC. El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

b) FHWA 1 OH99/ 004

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación pondera, dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas, pero no en áreas tropicales.

ASTM O 6433-99

También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y rígidos.

Esta es la metodología que se utilizará en el presente estudio.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación, "evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la av. Huancavelica, distrito chilca, Huancayo" Bernaola ch. (2014)

Índice de condición del pavimento (PCI)

El índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

El PCI se puede definir como un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento.

Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades

de rehabilitación mayor. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

Según la metodología propuesta el PCI el grado de deterioro de un pavimento es en función de:

El Tipo de Falla

La Severidad de Falla (ancho de las grietas, etc.)

La Densidad de la Falla (% del área afectada)

Así tenemos a la ecuación principal que gobierna la metodología:

$$PCI=100-\left[\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^{m_i} VD(T_i, S_j, D_{ij})\right] * F$$

Donde

PCI= índice de Condición del Pavimento.

VD=Valor de Deducción en función del tipo de falla (Ti),

severidad (Sj) y densidad de las fallas (Dij) observables del pavimento.

i=Tipos de Falla.

j=Grado e severidad.

P= Numero de fallas en el pavimento analizado.

mi=Grados de severidad por la falla "i".

F=Factor de ajuste, en función de la sumatoria total y el número de valores de deducción mayores que 2.

Rango de Medición

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese

en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los "valores deducidos", como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 2.15 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 11: Niveles de Rangos de Calificación del PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	regular
40 – 25	malo
25 – 10	muy malo
10 - 0	fallado

Fuente: Manual del PCI

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

Metodología



La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Los siguientes formatos ilustran los formatos para la inspección de pavimentos de concreto por unidad inspeccionada. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.



### Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o "unidades de muestreo", cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura, en vías con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm S$  losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

### Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la "Evaluación De Una Red" vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la "Evaluación de un Proyecto" se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la siguiente, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

a: Desviación estándar del PCI entre las unidades. Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y

de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) mediante la utilización de la siguiente formula:

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero.

Tabla 12: Operacionalización de variable:

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Características de la estructura del pavimento rígido en la calle san José-Sullana	<p>Es la determinación o establecimiento de las fallas o patologías que tienen los pavimentos de rígidos de la calle san José</p> <p>Fuente: Robles, R. (2015)</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos de concreto rígido en mención Como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>grietas de esquina:</b> 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.</li> <li>• <b>grietas lineales:</b> 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.</li> <li>• <b>pulimiento de agregados:</b> 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.</li> <li>• <b>mapas de grietas:</b> El mapa de grietas o craquelado (crazing) se</li> </ul>	<p>Los estudios que se realizaron son: visitas a campo para medir los tipos de fallas y determinar que fallas son más predominantes</p> <p>Grado de Afectación</p>	<p>Índice de condición de pavimentos Permitirá indicar recomendaciones para la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción.</p> <p>Tipo de presencia de las patologías en forma: Vertical, Horizontal, Oblicuo</p> <p>Clase de falla</p> <p>Nivel de severidad</p> <p>Bajo</p> <p>Medio</p> <p>Alto</p>

---

refiere a una red de grietas superficiales finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto

- **descascaramiento de esquina.**

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.

---

**En la presente tesis nuestra hipótesis es:** Esta dada de manera implícita ya que el trabajo es descriptivo.

**El objetivo general del presente estudio es:** Determinar la evaluación del estado actual del Pavimento Rígido en la calle San José –Sullana.

**Y como objetivos específicos:**

Identificar los tipos de falla y su predominancia en el Pavimento Rígido en la calle San José –Sullana, según el método PCI.

Realizar los ensayos para verificación de la falla. (calicata y diamantina)

Determinar los niveles de patologías existentes.

Determinar e interpretar los resultados, con valides estadística

## **METODOLOGIA**

Descriptivo apoyado de la observación, porque evalúa el estado actual del pavimento rígido en la Calle San José y en base a estos resultados se trabaja la propuesta técnica para mejorar la vía y brindar una calle en buenas condiciones a la población.

### **TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:**

#### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Sustantiva, porque a través del proceso de investigación se describirá mediante la evaluación del estado actual del pavimento rígido en la calle san José – Sullana, y en base a estos resultados se formulará una propuesta técnica que busca aportar a la solución de la situación problemática.

#### **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

A esta investigación le corresponderá un Diseño no Experimental de nivel Descriptivo, porque se hará uso de una metodología basada en la observación y análisis de las fallas presentes a lo largo del pavimento rígido.

En este sentido el método PCI (índice de condición del pavimento), es una técnica no invasiva, ni destructiva del terreno a evaluar.

### **POBLACIÓN Y MUESTRA:**

#### **Población**

Es toda la Calle san José, que comprende 11 cuadras de 02 carriles

#### **Muestra**

Se evaluará un cuadrante de 3x3 metros en cada cuadra

#### **Técnica de evaluación**

##### **a) Determinación de las unidades de muestreo para evaluación**

Se divide la vía en unidades de muestreo, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía: para losas de concreto con longitud inferior a 7.60 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20+/- 8 losas

El número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección e =5%

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

Durante la inspección inicial se asumirá una desviación estándar de 15 para pavimento rígido (rango PCI de 35).

#### **b) selección de las unidades de muestreo para inspección**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar.

i. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la ecuación 2:

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero.

ii. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

#### **c) Evaluación de la condición del pavimento**

Ésta etapa corresponde al trabajo de campo donde se inspecciona una a una las unidades de muestreo, identificando el tipo, cantidad y severidad de las fallas,



asumiendo como guía el manual de daños para pavimentos rígidos, esta información se registra en formatos adecuados para tal fin.

#### **d) Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

La siguiente etapa corresponde al trabajo en gabinete que se ejecuta al completar la inspección de campo, la información sobre las fallas se utiliza para calcular el P-CI.

##### **d.1) Cálculo de los valores deducidos**

- i. Totalizar las cantidades de daños en las cuales se presenta el tipo de falla y nivel de severidad.
- ii. Divida la sumatoria de la cantidad total entre el área de la unidad de muestra, expresando el resultado como porcentaje (%). Esta es la densidad por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- iii. Determine los valores deducidos para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la tabla de valores deducidos para daños.

##### **d.2) Cálculo del número admisible máximo de deducidos (m)**

- i. Si ninguno o tan sólo uno de los Valores Deducidos es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido, obtenido en la etapa (d.3) de lo contrario, deben seguirse los pasos (ii) y (iii).
- ii. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- iii. Determine el número máximo admisible de valores deducidos ( $m_i$ ), utilizando la ecuación 3.

$$m_i = \frac{9}{98} (100 - HDVi)$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción para la unidad de muestra.

HDVI: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

##### **d.3) Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).**

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- i. Determine el número de valores deducidos  $q$ , mayores que 2.

- ii. Determine el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales.
- iii. Determine el CDV con q y el valor deducido total en la curva de corrección.
- iv. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

#### **d.4) Cálculo del PCI de una unidad muestra**

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la etapa (d.3).

$$PCI_i = 100 - \text{Max. CDV}$$

Donde:

PCI<sub>i</sub>: Índice de condición de pavimento de la muestra i.

Max. CDV: Máximo valor deducido corregido.

#### **e) Cálculo del PCI de la sección de pavimento**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inspeccionadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

#### **f) Técnica de Investigación**

Se hará uso del Manual Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos asfálticos y de concreto en Carreteras – 2002

#### **g) Evaluación de los instrumentos**

El método PCI trabaja con un nivel de confiabilidad del 95%.

#### **Procesamiento y análisis de la información**

Para el análisis de datos se utilizará la hoja Excel para elaborar tablas y gráficas, necesarias para presentar los resultados obtenidos, tales como diagramas de barras, curvas y cuadros.

## RESULTADOS

La Calle del Pavimento rígido, se encuentra ubicada en la calle San José, Urb. Santa Rosa, de la ciudad de Sullana.

### a) Descripción de la sección

- **Pavimento rígido, está** compuesta de 9 cuadras cada cuadra de 22 paños, los paños son de 5.0m x 3.5m., junta de dilatación de 5.0 cm.

### b) Geometría

- **Pavimento rígido,** tiene una longitud de 627.00 metros por 3.50 metros de ancho, compuesto por 198 paños.

### c) Estructura del Pavimento

El Pavimento es de concreto de 0.20 metros de espesor, asentada sobre una capa granular con un espesor de 0.20 metros.

### d) Medio Ambiente y drenaje

El pavimento está ocupada x el libre tránsito vehicular y peatonal y de toda la población.

### e) Obras adicionales

La calle pavimentada cuenta con la señalización de entrada y salida y también cuenta con iluminación nocturna.

### Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

#### CALLE SAN JOSE - SULLANA

**Tramo: U1**

**Numero de losas: 22**

Tabla 13: Resultados del PCI de la primera cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.87	1.50	-	78.97	6	40.93
2	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.00	1.50	-	78.10	5	43.30
3	50.8	9.77	6.40	4.00	2.00	2.00	1.50	-	76.47	4	44.88
4	50.8	9.77	6.40	2.00	2.00	2.00	1.50	-	74.47	3	47.86
5	50.8	9.77	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-	70.07	2	52.50
6	50.8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-	62.30	1	62.30
										Máx CDV:	62.30
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 37.70 <u>MALO</u>											

#### CALLE SAN JOSE - SULLANA

**Tramo: U2**

**Numero de losas: 22**

Tabla 14: Resultados del PCI de la segunda cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34			70.56	5	39.10
2	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34			70.56	4	41.70
3	50.80	6.90	6.00	2.00	2.00	1.34			69.04	3	44.40
4	50.80	6.90	2.00	2.00	2.00	1.34			65.04	2	49.30
5	50.80	2.00	2.00	2.00	2.00	1.34			60.14	1	60.14
										Máx CDV:	60.14
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 40 <u>MALO</u>											

**CALLE SAN JOSE - SULLANA**

**Tramo: U3**

**Numero de losas: 22**

Tabla 15: Resultados del PCI de la tercera cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	6	41.30
2	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	5	51.20
3	43.00	21.00	15.00	8.00	2.00	2.00	-	91.00	4	53.05
4	43.00	21.00	15.00	2.00	2.00	2.00	-	85.00	3	54.40
5	43.00	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	72.00	2	53.70
6	43.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	53.00	1	53.00
									Máx CDV:	54.40
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 45.60 <u>REGULAR</u>										

**CALLE SAN JOSE - SULLANA**

**Tramo: U4**

**Numero de losas: 22**

Tabla 16: Resultados del PCI de la cuarta cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00		68.04	6	34.80
2	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00		68.04	5	36.60
3	44.00	7.00	6.00	5.52	2.00	2.00		66.52	4	38.98
4	44.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00		63.00	3	40.45
5	44.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00		59.00	2	45.33
6	44.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		54.00	1	54.00
									Máx CDV:	54.00
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 46.00 <u>REGULAR</u>										

**CALLE SAN JOSE - SULLANA**

**Tramo: U5**

**Numero de losas: 20**

Tabla 17: Resultados del PCI de la quinta cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	34.50	23.30	9.30	8.70	4.0	3.3	2.00	-	85.10	6	44.30
2	34.50	23.30	9.30	8.70	4.0	2.0	2.00	-	83.80	5	46.20
3	34.50	23.30	9.30	8.70	2.0	2.0	2.00	-	81.80	4	48.00
4	34.50	23.30	9.30	2.00	2.0	2.0	2.00	-	75.10	3	48.30
5	34.50	23.30	2.00	2.00	2.0	2.0	2.00	-	67.80	2	51.00
6	34.50	2.00	2.00	2.00	2.0	2.0	2.00	-	46.50	1	46.50
										Máx CDV:	51.00
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 49.00 <u>REGULAR</u>											

**CALLE SAN JOSE - SULLANA**

**Tramo: U6**

**Numero de losas: 20**

Tabla 18: Resultados del PCI de la sexta cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	20.90	7.50	4.00	2.00	-	-	-	-	34.40	4	18.80
2	20.90	7.50	4.00	2.00	-	-	-	-	34.40	3	21.33
3	20.90	7.50	2.00	2.00	-	-	-	-	32.40	2	26.42
4	20.90	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	26.90	1	26.90
										Máx CDV:	26.90
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 73.10 <u>MUY BUENO</u>											

### CALLE SAN JOSE - SULLANA

**Tramo: U7**

**Numero de losas: 20**

Tabla 19: Resultados del PCI de la séptima cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>									
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV
1	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-	89.90	5	48.30
2	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-	89.90	4	52.00
3	41.70	23.30	14.30	2.00	2.00	-	83.30	3	53.40
4	41.70	23.30	2.00	2.00	2.00	-	71.00	2	53.00
5	41.70	2.00	2.00	2.00	2.00	-	49.70	1	49.70
								Máx CDV:	53.40
PCI = 100 - max CDV									
PCI = 46.60 <u>REGULAR</u>									

### CALLE SAN JOSE - SULLANA

**Tramo: U8**

**Numero de losas: 18**

Tabla 20: Resultados del PCI de la octava cuadra:

<b>CALCULO DEL PCI</b>									
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV
1	22.70	14.20	12.20	7.20	-	-	56.30	4	32.90
2	22.70	14.20	12.20	2.00	-	-	51.10	3	32.80
3	22.70	14.20	2.00	2.00	-	-	40.90	2	33.00
4	22.70	2.00	2.00	2.00	-	-	28.70	1	28.70
								Máx CDV:	33.00
PCI = 100 - max CDV									
PCI = 67.00 <u>BUENO</u>									

## CALLE SAN JOSE - SULLANA

**Tramo: U9**

**Numero de losas: 18**

Tabla 21: Resultados del PCI de la novena cuadra:

CALCULO DEL PCI							
#	Valores deducidos				TOTAL	q	CDV
1	22.70	13.70	8.50	-	44.90	3	28.6
2	22.70	13.70	2.00	-	38.40	2	30.9
3	22.70	2.00	2.00	-	26.70	1	26.7
						Máx CDV:	30.9
PCI = 100 - max CDV PCI = 69.1 <span style="margin-left: 20px;"><u>BUEN</u></span> <span style="margin-left: 20px;"><u>O</u></span>							

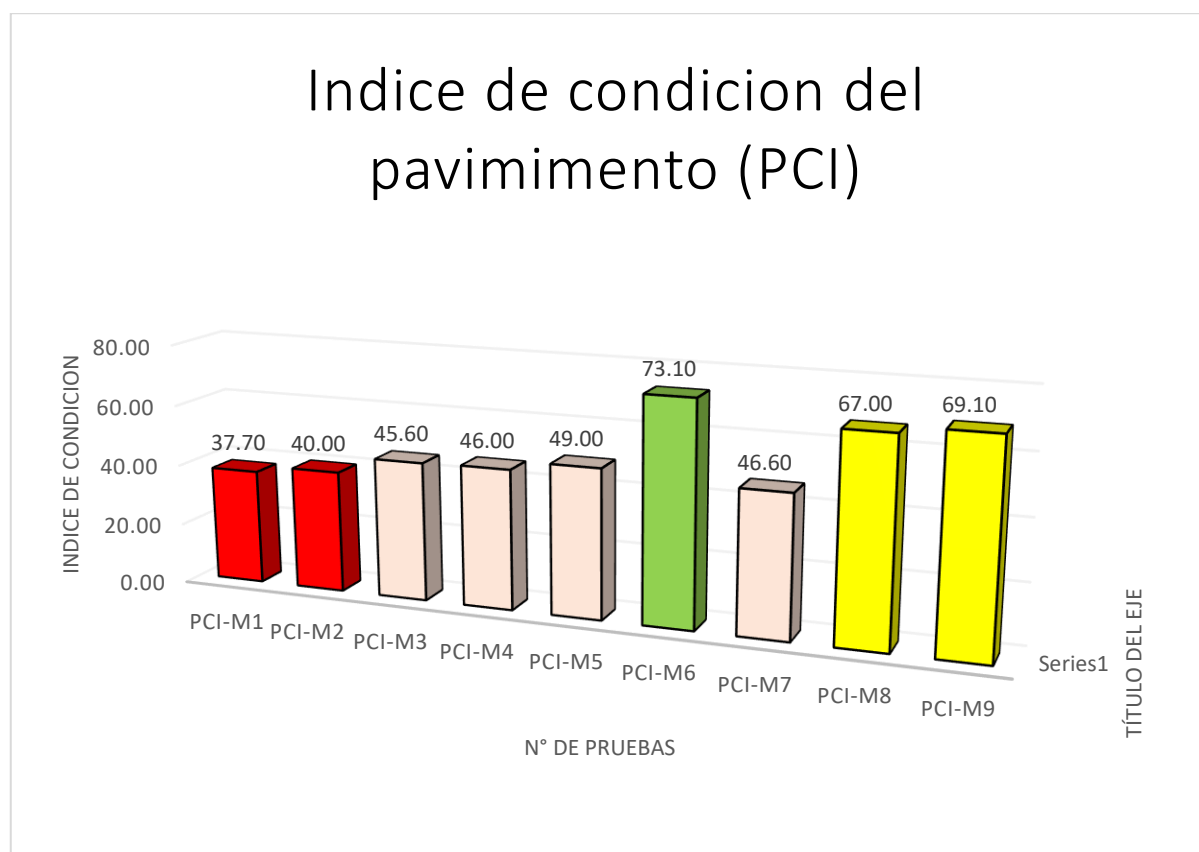


Figura 4. índice de condición del pavimento



Rango PCI %	Color	Estado
0-10	Gray	Falla
11-25	Brown	Muy Malo
26-40	Red	Malo
41-55	Pink	Regular
56-70	Yellow	Bueno
71-85	Green	Muy Bueno
86-100	Dark Green	Excelente

Figura 5. estándares de evaluaciones PCI

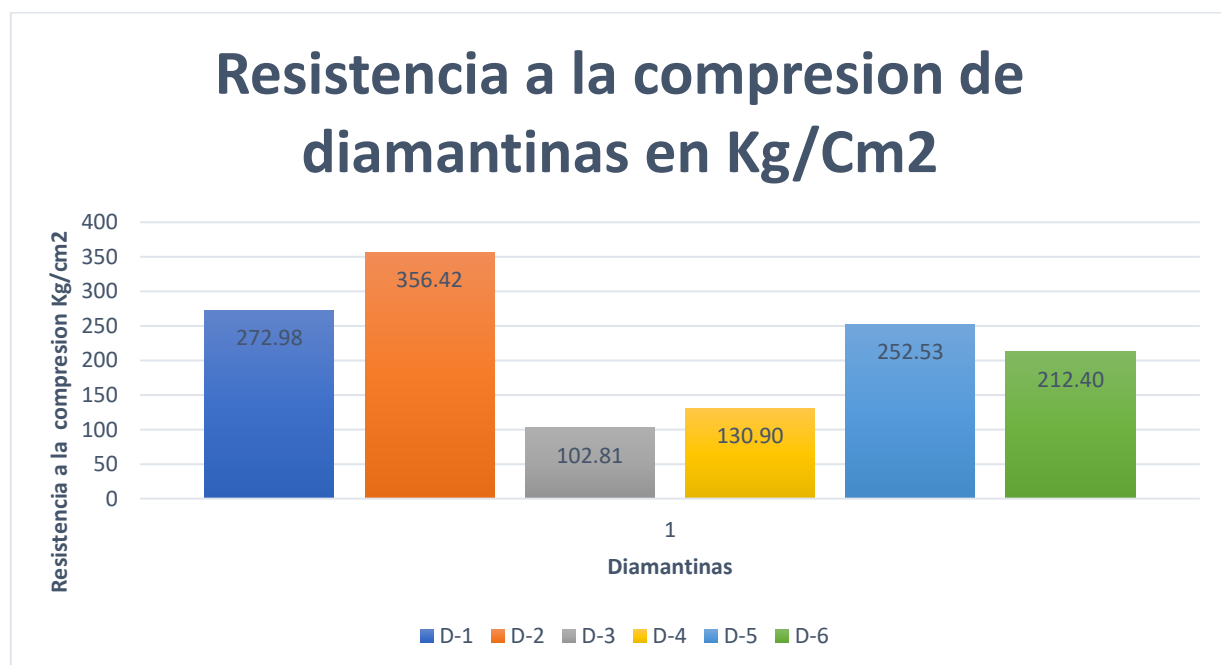


Figura 6. resistencia a la compresión

## **Análisis granulométrico por tamizado**

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen.

### **Calicata -1 - muestra – 1 - afirmado**

SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes. El suelo se clasifica:

- A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena.

SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S." El suelo se clasifica:

- Arena mal graduada con limo y grava SP SM.

### **Calicata - 1 - muestra – 2 – terreno natural**

SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes. El suelo se clasifica:

- A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa.

SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S." El suelo se clasifica:

- Arena limosa SM.

### **límites de consistencia**

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco, va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y, finalmente, líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg. Lo cual se realizó a las siguientes canteras.

### **Calicatas: 1**

El resultado realizado en el laboratorio es:

- Limite liquido % 0.00

- Limite plástico % 0.00
- Índice de plasticidad % 0.00

### **Proctor modificado**

El ensayo consiste en compactar una porción de suelo en un cilindro con volumen conocido, haciéndose variar la humedad para obtener la curva que relaciona la humedad y la densidad seca máxima a determinada energía de compactación.

Resultados de ensayo:

#### **Calicata-1 - m-1 Afirmado**

Contenido Optimo Humedad                      **6.70 %**      Máxima Densidad Seca ,      **2.098 g/cm<sup>3</sup>**

#### **Calicata-1 – m-2 Terreno Natural**

Contenido Optimo Humedad                      **10.9 %**      Máxima Densidad Seca ,      **1 g/cm<sup>3</sup>**

### **Resultados de CBR**

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

#### **Calicata-1- Afirmado**

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%)      52.90

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%)      27.80

#### **Calicata-1-terreno natural**

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%)      16.20

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%)      10.80

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La evaluación del pavimento rígido que existente en la calle San José indica que el 37.70 % está afectada por fallas de fisuras longitudinales que afecta a 22 losas de la primera cuadra. A continuación, le sigue 22 losas con grietas de esquina y lineales que representa el 40% En la segunda cuadra.

También puede ser uno de los factores principales el calor de hidratación, cuando el calor de hidratación no llega a escapar es ahí donde presenta fisuras y trae consecuencia en la resistencia a la compresión.

La mayor incidencia de fisuras longitudinales se debe a la suma de varios factores como son Excesivas repeticiones de carga pesadas (fatiga), Deficiente apoyo del pavimento y Asentamiento de la fundación.

También, se ha identificado las diversas patologías que tienen cada losa de concreto, y su porcentaje de reducción para luego calcular las patologías de mayor incidencia en cada tramo del pasaje. La mayor incidencia de patologías que se observa de acuerdo a los cálculos realizados son grietas lineales, desconchamiento, grietas, pulimiento de agregados.

En base a los datos recogidos in situ y el resultado determinado de los PCI, de cada uno de las progresivas, nos demuestra la condición en que se encuentran el pavimento e inclusive nos permite proponer que trabajos se pueden realizar de acuerdo a la patología y su severidad pudiendo ser los trabajos de mantenimiento, Rehabilitación, reconstrucción o cambio total de las losas.

Los factores importantes de que no cumple la resistencia del pavimento rígido de la diamantina 3 y diamantina 4, es lo siguiente:

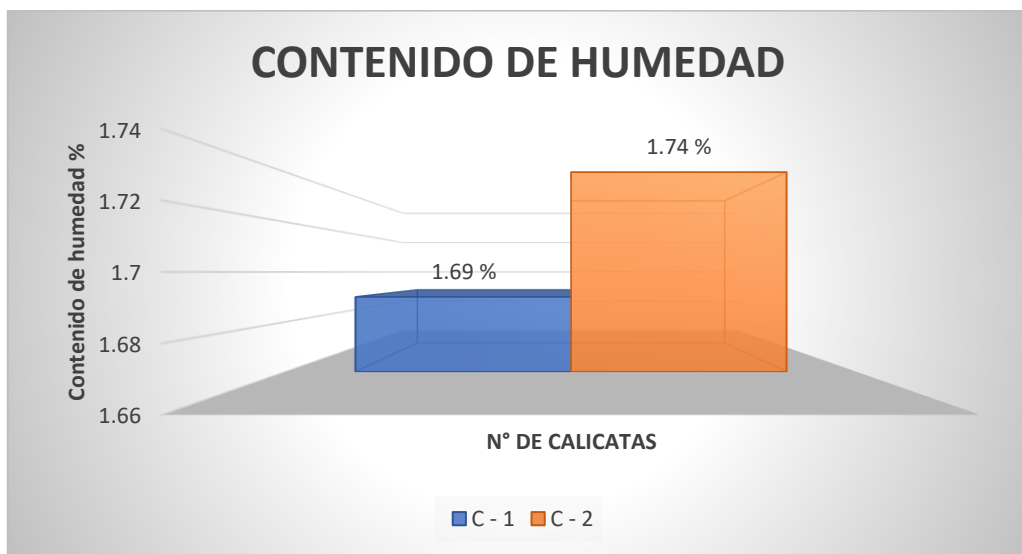
- Un mal control de calidad de la elaboración del concreto.
- Una mala dosificación en ese tramo.
- No cumplió con todas las especificaciones técnicas del expediente.

Al comparar los resultados del PCI y las diamantinas nos damos cuenta que hay una variación enorme entre las dos, porque la diamantina es una de las pruebas más

reales con margen de error de 1% hasta 2%, mientras que el PCI es una prueba visual por lo tanto el margen de error es superior al 5%.

### CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad es la cantidad de agua que presenta el suelo en este caso la calicata – 2 presenta más humedad como se muestra en el gráfico.



**Figura 07:** Contenido de humedad de las calicatas.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Según los resultados en el laboratorio obtenemos que para las 02 calicatas es el mismo suelo según (AASHTO) A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa y según "S.U.C.S." Arena limosa SP-SM como se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 22:** Clasificación de suelos.

<b>GRANULOMETRÍA</b>		
<b>CANLICATAS</b>	<b>AAHSTO</b>	<b>(S.U.C.S.)</b>
CALICATA - 1	A-1-B. Grava y arena arcillosa o limosa.	Arena limo y grava SP-SM.
CALICATA - 2	A-2-4. Grava y arena arcillosa o limosa.	Arena limosa SM.

### **LIMITES DE ATTERBERG O CONSISTENCIA**

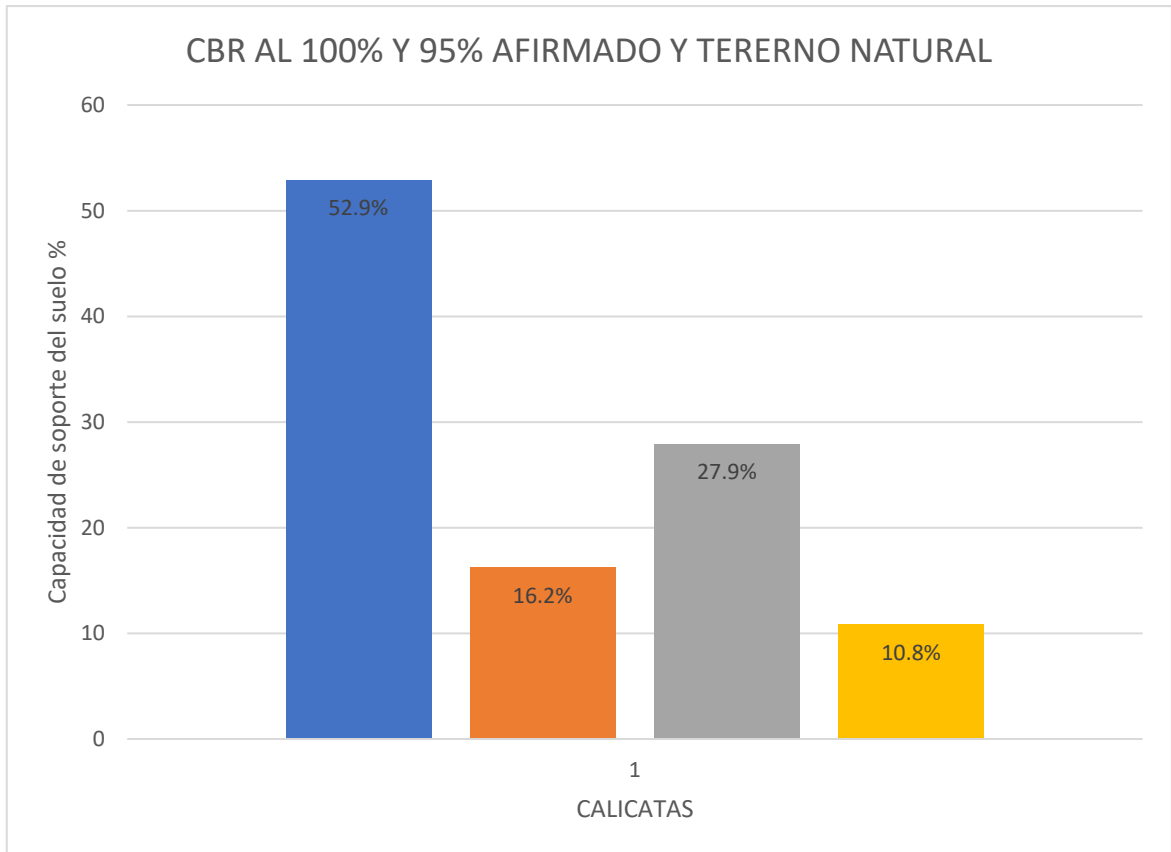
Se realizó el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos, con la copa de casa grande y obtuvimos como resultado 0.00 para las 02 calicatas como se muestra en la tabla.

**Tabla 23:** Límites de atterberg del suelo

<b>LIMITES ATTERBERG -RESUMEN</b>			
<b>CALICATAS</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>
CALICATA - 1	-	-	-
CALICATA -2	-	-	-
CALICATA - 3	-	-	-

## RESUMEN CBR 100% AFIRMADO Y TERRENO NATURAL

CBR al 100% de la Máxima densidad seca se muestra en el siguiente gráfico



**Figura 08:** CBR 100% MDS del patrón y experimental.

## CONCLUSIONES

El pavimento de la calle San José, Urb. Santa Rosa, de la ciudad de Sullana. Obtuvo un valor de PCI= 45.60% en la muestra 3, dentro de la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado “Regular”. De las losas estudiadas el 44.4% presentó un estado “Regular”, un 22.2% “Malo”, un 22.2% “Bueno” y 11.2% un estado muy bueno. Las unidades de muestreo con un estado más desfavorable (“Malo”) son 1 y 2 con valores de PCI iguales a 37.70% y 40% respectivamente, y las unidades en mejores condiciones (“Bueno” muy bueno) son 6,8 y 9, con un PCI de 73%, 67% y 69.10%, respectivamente.

Los tipos de daños o patologías más frecuentes son: Grieta Lineal, Desconchamiento, Grietas, Pulimiento de Agregados, Popouts, Losa Dividida.

La grieta lineal y desconchamiento con nivel de severidad y cuantificación baja es el tipo de daño más común y de mayor incidencia en todo el pasaje; al igual que la grieta lineal con nivel de severidad y cuantificación media.

Las testigos diamantinas para la determinar la resistencia de los mismos con ensayos de compresión. - En los resultados de compresión simple se obtuvo una resistencia de 272.98kg/cm<sup>2</sup> en la primera muestra, 356.42kg/cm<sup>2</sup> para la segunda muestra, 252.53kg/cm<sup>2</sup> para la quinta muestra, 212.40kg/cm<sup>2</sup> para la sexta muestra, lo cual cumple con la resistencia requerida que es de 210kg/m<sup>2</sup>.

La mayor parte de problemas que tiene los pavimentos rígidos, en cuanto a rajaduras fisuras en el concreto es porque el calor de hidratación no logra escapar, se sabe que el concreto alcanza una temperatura de 50 grados, en este pavimento se utilizó el cemento tipo I Y II, lo cual para este tipo de pavimentos no es recomendable, para eso se utiliza el cemento tipo v.

Los resultados de estudio de suelos en lo que respecta a pavimento. Hablando de la sección transversal la subrasante tiene un material que está en el límite del CBR al 100% que es de 16.20% mientras que en la base del pavimento tiene un material



regular que es de 52.90%, lo cual para base del pavimento, se necesita un buen material que alcance un CBR de 80% hasta 100%.

En los resultados de compresión de dos muestras, no cumplen con la normativa nos dio como resultado. 102.81kg/cm<sup>2</sup> en la tercera muestra y 130.90kg/cm<sup>2</sup> para las cuatro muestras, lo cual no cumple con la resistencia requerida que es de 210kg/m<sup>2</sup>.

La capacidad de soporte de la base del pavimento al 100% alcanza un 52.90 % lo cual se encuentra de un material regular para pavimentos. Lo recomendable esta entre 80 y 100% un material de buena calidad.

La capacidad de soporte en el terreno natural del pavimento al 100% alcanza un 16.20 % lo cual se encuentra de un material media calidad para pavimentos. Lo recomendable esta entre 20 y 40% un material recomendable.

Al comparar los resultados del PCI y las diamantinas nos damos cuenta que hay una variación enorme entre las dos, porque la diamantina es una de las pruebas más reales con margen de error de 1% hasta 2%, mientras que el PCI es una prueba visual por lo tanto el margen de error es superior al 5%.

## **RECOMENDACIONES**

Es indispensable la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en esta importante vía, para minimizar los gastos en reparaciones, debido a que en términos económicos es más viable conservar que reparar.

Se deben monitorear las fallas en periodos cortos de tiempo para determinar el grado de evolución de los daños e incremento de otros tipos de patógenos.

Debe llevarse a cabo un control estricto a las intervenciones realizadas por empresas públicas y privadas en las vías de la ciudad, para regular la calidad de los trabajos y así evitar futuras patologías a causa de dichas intervenciones.

Se sugiere para las entidades encargadas de la creación de planes de conservación y de mantenimiento vial San José, la aplicación de las dos alternativas de solución planteadas en el proyecto, de acuerdo a las necesidades de cada losa del pavimento, para así reparar una mayor cantidad de daño y mejorar el estado de la vía completamente.

Se recomienda un control estricto para proyectos futuros, en lo que es concreto por las 2 muestras que no cumplen su resistencia y en los materiales que se va a utilizar en la sección transversal del pavimento, ya sea terreno natural sub rasante base y sub base, para que así cumpla con los estándares del manual de carreteras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernaola, R. (2014). Evaluación y Determinación del índice de Condición de Pavimento Rígido en la Av. Huancavelica, Distrito Chilca, Huancayo (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

Recuperado de: [repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/391/TCIV\\_02.pdf?sequence](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/391/TCIV_02.pdf?sequence)

López, C. y López, R. (2014). Determinación y Evaluación de las Patologías en el concreto de pavimentos rígidos, Distrito San Juan Bautista Provincia de Huamanga – Ayacucho (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.

Recuperado de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/247>

Robles, R. (2015). Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima.

Recuperado de: [cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1040/1/ROBLES\\_R.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1040/1/ROBLES_R.pdf)

Sánchez, J. (2017). Evaluación del estado del pavimento de la av. ramón castilla, Chulucanas, mediante el método pci, Distrito de Piura, Provincia de Piura- Piura (Tesis de pregrado). Universidad de Piura.

Recuperado de: <https://pirhua.udep.edu.pe>

Sánchez, L y Machuca, J. (2015). Estudio de las fallas en los Pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del Municipio de Tamalameque Cesar (Tesis de Pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.

Recuperado de: [repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/](http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/)

Solano, B. (2014). Evaluación del estado actual del Pavimento rígido en el Jirón Junín de la Ciudad de Jaén – Cajamarca (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/503>

Zecenarro, W. (17 de Julio del 2013). Actualización del Manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG 2013”. El peruano.

Recuperado de: <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Febrero/16/RD-03-2013-MTC-14.pdf>.

ASTM C260. Especificación normalizada de aditivos incorporadores de aire para concreto.

Recuperado de: <https://www.astm.org>

ASTM C78-02. Historical Standard: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto (Utilizando viga simple con carga en los tercios del claro).

Recuperado de: <https://www.astm.org>

MTOP. Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Ecuador).

Recuperado de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Ministerio\\_de\\_Transporte\\_y\\_Obras\\_Públicas\\_\(Ecuador\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ministerio_de_Transporte_y_Obras_Públicas_(Ecuador))

AASHTO. capítulo I método aashto 93 para el diseño de pavimentos.

Recuperado de:

[www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_102\\_181\\_62\\_936.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_102_181_62_936.pdf)

MANUAL DE CARRETERAS. Especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013.

Recuperado de: [transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)

**ANEXO 1**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



Figura 9: Visualizando las fallas del pavimento rígido



Figura 10: Midiendo las fallas con el vernier

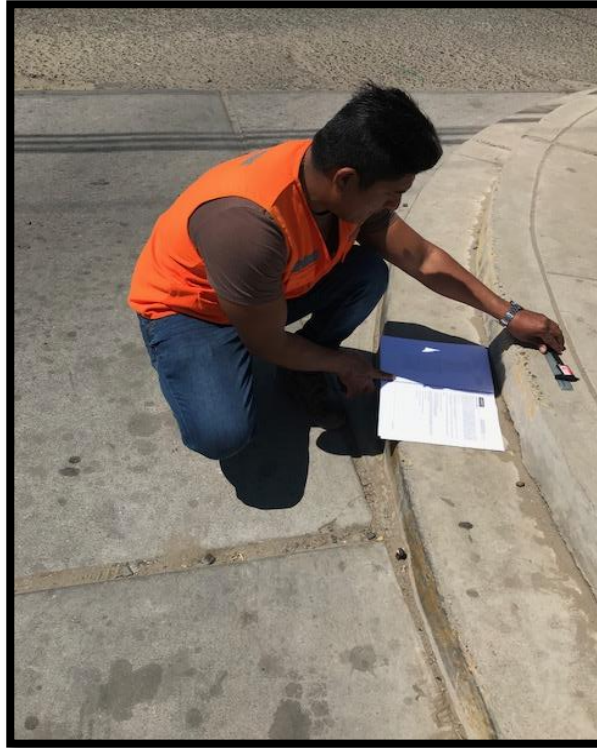


Figura 11: Midiendo las fallas del martillo del pavimento.



Figura 12: Midiendo las grietas dela esquina del pavimento.



Figura 13: Midiendo la junta con el vernier.



Figura 14: Tomando la dimensión de un vacío en el pavimento.



EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

Nombre de la vía <i>San José</i>		Sección <i>casada 1</i>	Unidad de muestra <i>11.1</i>
Inspeccionado por <i>Emanuel Reyes</i>		Fecha <i>18/07/2018</i>	Área <i>3x5 m</i>

No. Daño	No. Daño	No. Daño
1.- Asentamientos	5.- Grietas transversales	9.- Desplazamiento
2.- Baches	6.- Grietas diagonales	10.- Daño del sello de la junta
3.- Superficie pulimentada	7.- Grietas en esquina	11.- Parche pequeño
4.- Grietas longitudinales	8.- Grietas de bloque	12.- Parche grande

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	Esquema
13	M	40			23
14	B	01			23
7	M	01			
10	M	23			
3	<del>M</del> B	16			
15	M	16			
8	M	40			

*13. base dividida*  
*14. Baches Esquina*  
*15. Baches*

*8. Demarcación, Hoyo de ayuda, resqueado*

Figura 15: Ficha de control de PCI



Figura 16: Otra vista de otra grieta del pavimento.



Figura 17: Visualizando que la junta de la parte superior no cumple con las medidas.



Figura 18: Anotando los datos de las dimensiones de las fallas.



Figura 19: Midiendo la separación de las vías.



Figura 20: Vista de la separación de las vías.

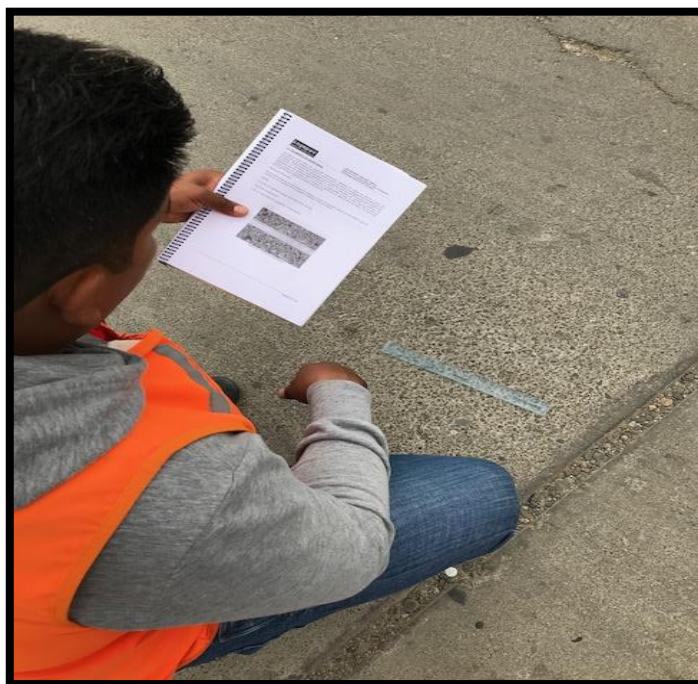


Figura 21: Midiendo y verificando con los antecedentes.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
Nombre de la vía		Seccion		Unidad de muestra	
2011 JESU		Cada 3		U-2	
Inspeccionado por		Fecha		Area	
Emanuel Dioses		15-07-2018		3x5 m	
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
1.-	Asentamientos	5.-	Grietas transversales	9.-	Desplazamiento
2.-	Baches	6.-	Grietas diagonales	10.-	Daño del sello de la junta
3.-	Superficie pulimentada	7.-	Grietas en esquina	11.-	Parche pequeño
4.-	Grietas longitudinales	8.-	Grietas de bloque	12.-	Parche grande
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	Esquema
13	A	22			
7	A	04			
14	B	20			
10	B	44			
12	M	20			
15	B	17			
8	B	20			
16	M	16			

13. Cosa directa  
14. Escala  
15. Papales  
8.  
16. Desplazamiento de superficie

22 = 44

Figura 22: Planilla de verificación del pavimento.



Figura 23: Midiendo la dimensión de la junta de una de las vías.



Figura 24: Tomando medidas, al llenado de las juntas falladas.

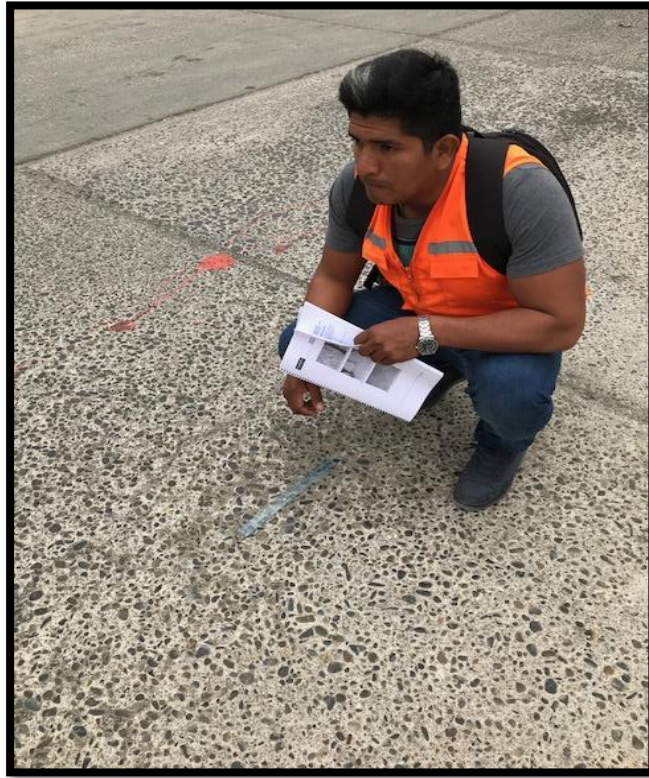


Figura 25: Midiendo las dimensiones del agregado grueso del concreto.



Figura 26: Midiendo la junta de separación de las vías.



Figura 27: Vista panorámica de las dos vías.



Figura 28: Iniciando la excavación de la primera calicata.



Figura 29: Tratando de llegar a la sección transversal del pavimento.



Figura 30: Muestreando a nivel de base del pavimento





Figura 31: Muestreando a nivel de sub base del pavimento.



Figura 32: Realizando los ensayos en el laboratorio.



Figura 33: Preparando las muestras para el ensayo de proctor.



Figura 34: Agregando los diferentes porcentajes de agua a la muestra.



Figura 35: Compactando la muerta en los moldes de CBR.

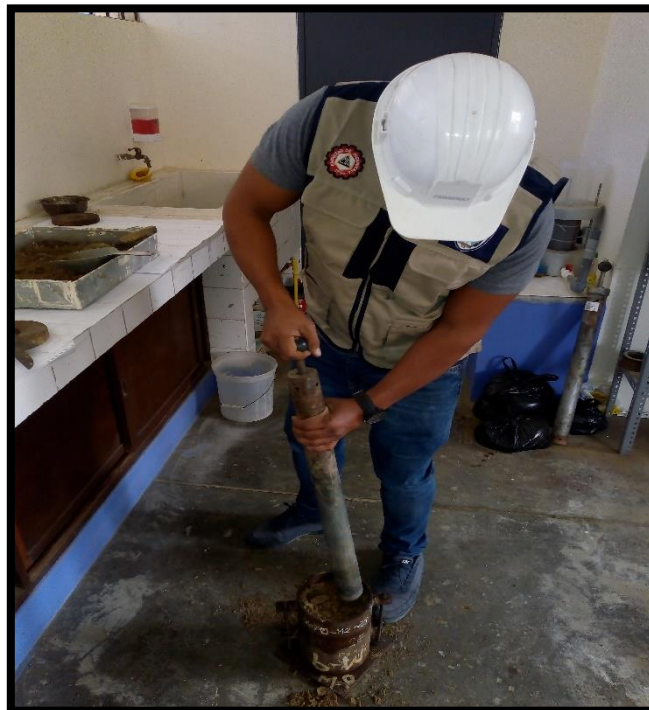


Figura 36: Terminado el CBR. del material de base y sub base del pavimento.



Figura 37: Iniciando la perforación del pavimento.



Figura 38: Vista panorámica del ensayo de la diamantina.



Figura 39: Extracción de la primera diamantina.



Figura 40: Retirando la diamantina



Figura 41: Visualizando la composición de la diamantina.



Figura 42: Realizando la segunda muestra.



Figura 43: Terminando la extracción de diamantina.

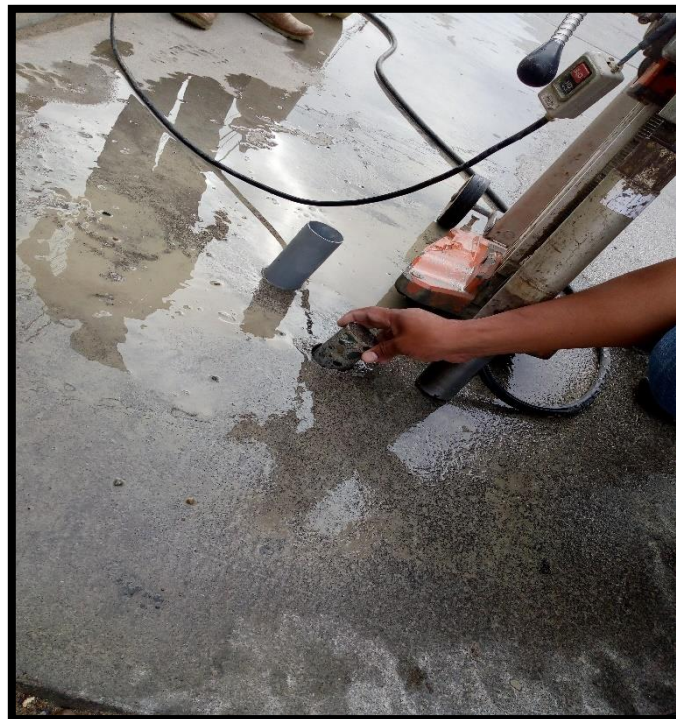


Figura 44: Retirando la segunda muestra.



Figura 45: Iniciando la tercera perforación.



Figura 46: Llegando la perforación hasta el afirmado.





Figura 47: Tratando de retirar la siguiente muestra.

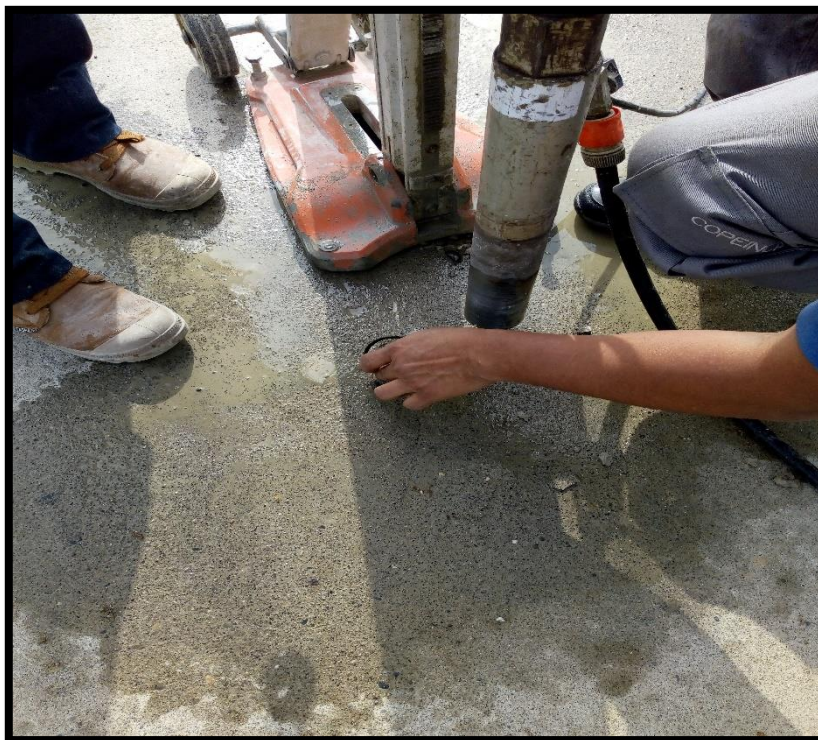



Figura 48: Se logra el retiro de la muestra.





		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL SULLANA										
		EVALUACION DE INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERA CON SUPERFICIE DE CONCRETO										
<b>Nombre de la vía:</b>		CALLE SAN JOSE - SULLANA						<b>Esquema:</b>				
<b>Evaluado por:</b>		Bach. Emanuel J. Dioses Reyes										
<b>Fecha:</b>		15/07/2018	<b>Tramo:</b>			U3			26B,29M	23B,29M	1	
			<b>Numero de losas:</b>			22						
<b>Tipos de Fallas</b>												
21. Blowup/Bucling.				31. Pulimiento de agregados.								
22. Grieta de esquina.				32. Popouts .								
23. Losa dividida.				33. Bombeo.								
24. Grieta de Ductilidad "D".				34. Punzonamiento.								
25. Escala.				35. Cruce vía férrea.								
26. Sello de junta.				36. Desconchamiento.								
27. Desnivel Carril/Berma.				37. Retracción.								
28. Grieta longitudinales y transversales				38. Descascaramiento de esquina.								
29. Parcheo (grande).				39. Descascaramiento de junta.								
30. Parcheo (pequeño).												
<b>Nº Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Nº de Losa</b>	<b>Densidad (%)</b>		<b>valor Deducido</b>			23B,26B,28B,31 B	26B,28B,31B	7		
22	B	4.00	18.18		15.00			23B,26B,28B	26B,28B	8		
23	B	14.00	63.63		43.00			23B,28B,31B	26B,28B,31B	9		
26	B	10.00	45.45		2.00			22B,28B,31B	23B,28B,31B	10		
28	B	15.00	68.20		21.00			23B,25B,26B,31 B	22B,26B31B	11		
29	M	2.00	9.10		5.30							
31	B	14.00	63.63		8.00							
<b>Numero de deducidos (q):</b>										<b>6</b>		
<b>Valor deducido mas alto (HDVi):</b>										<b>43</b>		
<b>Numero admisible de deducidos(mi):</b>										<b>6.23</b>		
		TOTAL VD=		94.30								
<b>CALCULO DEL PCI</b>												
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV	
1	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	6	41.30		
2	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	5	51.20		
3	43.00	21.00	15.00	8.00	2.00	2.00	-	91.00	4	53.05		
4	43.00	21.00	15.00	2.00	2.00	2.00	-	85.00	3	54.40		
5	43.00	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	72.00	2	53.70		
6	43.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	53.00	1	53.00		
<b>Máx CDV:</b>										<b>54.40</b>		
PCI = 100 - max CDV												
PCI = 45.60 <u>REGULAR</u>												





UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL SULLANA

**EVALUACION DE INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)  
CARRETERA CON SUPERFICIE DE CONCRETO**

<b>Nombre de la vía:</b>		<b>CALLE SAN JOSE - SULLANA</b>			<b>Esquema:</b>						
<b>Evaluado por:</b>		<b>Bach. Emanuel J. Dioses Reyes</b>									
<b>Fecha:</b>		<b>29/07/2018</b>	<b>Tramo:</b>		<b>U5</b>						
			<b>Numero de losas:</b>		<b>20</b>						
<b>Tipos de Fallas</b>											
21. Blowup/Bucling.			31. Pulimiento de agregados.								
22. Grieta de esquina.			32. Popouts .								
23. Losa dividida.			33. Bombeo.								
24. Grieta de Ductilidad "D ".			34. Punzonamiento.								
25. Escala.			35. Cruce vía férrea.								
26. Sello de junta.			36. Desconchamiento.								
27. Desnivel Carril/Berma.			37. Retracción.								
28. Grieta longitudinales y transversales			38. Descascaramiento de esquina.								
29. Parcheo (grande).			39. Descascaramiento de junta.								
30. Parcheo (pequeño).											
<b>N° Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>N° de Losa</b>	<b>Densidad (%)</b>		<b>valor Deducido</b>						
22	B	2.00	10.00		8.70						
23	B	8.00	40.00		34.50						
25	B	2.00	10.00		3.30						
26	B	6.00	30.00		2.00						
28	B	18.00	90.00		23.30						
31	B	18.00	90.00		9.30						
32	B	5	25.00		4.00						
<b>TOTAL VD=</b>						<b>85.1</b>	<b>Numero de deducidos (q):</b>		<b>6</b>		
							<b>Valor deducido mas alto (HDVi):</b>		<b>34.5</b>		
							<b>Numero admisible de deducidos(mi):</b>		<b>7.00</b>		
<b>CALCULO DEL PCI</b>											
<b>#</b>	<b>Valores deducidos</b>								<b>TOTAL</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	3.30	2.00	-	85.10	6	44.30
2	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	2.00	2.00	-	83.80	5	46.20
3	34.50	23.30	9.30	8.70	2.00	2.00	2.00	-	81.80	4	48.00
4	34.50	23.30	9.30	2.00	2.00	2.00	2.00	-	75.10	3	48.30
5	34.50	23.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	67.80	2	51.00
6	34.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	46.50	1	46.50
<b>Máx CDV:</b>										<b>51.00</b>	
PCI = 100 - max CDV PCI = 49.00 <u>REGULAR</u>											











