

**UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI, de la  
Av. Anchoveta – Nuevo Chimbote Ancash 2023.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniera civil

**Autor:**

Sernaque Moran, Cinthya Lucila

**Asesor:**

Minaya Vega Leoncio Humberto (código ORCID 0000-0003-3989-6513)

**Chimbote – Perú**

**2024**

## Índice General

Índice General.....	i
Índice de Tablas.....	ii
Índice de Figuras.....	iii
Palabras Clave y Líneas de Investigación.....	iv
Constancia de Originalidad.....	v
Título.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. METODOLOGÍA.....	34
III. RESULTADOS.....	38
IV. ANALISIS Y DISCUSION.....	66
V. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN.....	67
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	69
VII. ANEXOS.....	71
REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	103
REPORTE DE SIMILITUD.....	104

## Índice de Tablas

Tabla 01. Escala de Clasificación PCI.....	29
Tabla 02. Coordenadas de la Avenida Anchoqueta y el tramo a evaluar.....	38
Tabla 03. Características geométricas del tramo a evaluar de la Avenida Anchoqueta.	38
Tabla 04. Resultados de la unidad de muestra 1.....	40
Tabla 05. Resultados de la unidad de muestra 2.....	42
Tabla 06. Resultados de la unidad de muestra 2.....	44
Tabla 07. Resultados de la unidad de muestra 5.....	46
Tabla 08. Resultados de la unidad de muestra 7.....	48
Tabla 09. Resultados de la unidad de muestra 8.....	50
Tabla 10. Resultados de la unidad de muestra 9.....	52
Tabla 11. Resultados de la unidad de muestra 11.....	54
Tabla 12. Resultados de la unidad de muestra 13.....	56
Tabla 13. Resultados de la unidad de muestra 14.....	58
Tabla 14. Evaluación del Pavimento Flexible de los tramos seleccionados de la Avenida Anchoqueta según el método del PCI.....	60
Tabla 15. Clasificación de suelos.....	64
Tabla 16. Comparación de resultados de laboratorio con la Norma (N.T.P.).....	65

## Índice de Figuras

Figura 01. Paquete estructural.....	05
Figura 02. Pavimento Flexible.....	07
Figura 03. Pavimento Rígido.....	08
Figura 04. Pavimento Hibrido .....	08
Figura 05. Grafico de Determinación del Pavimento.....	12
Figura 06. Diagrama de flujo del ciclo de vida de un pavimento.....	13
Figura 07. Estructura del Pavimento flexible.....	15
Figura 08. Piel de cocodrilo.....	19
Figura 09. Exudación .....	20
Figura 10. Abultamientos y hundimientos.....	21
Figura 11. Corrugación.....	22
Figura 12. Depresión.....	22
Figura 13. Fisuras de Borde.....	23
Figura 14. Fisura de Borde.....	23
Figura 15. Abaco de CVD vs TDV.....	28
Figura 16. Distrito de Nuevo Chimbote.....	35
Figura 17. Tramo de Pavimento de la Av. Anchoqueta.....	35
Figura 18. Grafico de Evaluación del Pavimento Flexible del tramo seleccionado de la Avenida Anchoqueta según el método del PCI.....	61
Figura 19. Grafico de Contenido de Humedad.....	62

**Palabras Clave:**

<b>TEMA</b>	Evaluación del pavimento flexible
<b>ESPECIALIDAD</b>	Transporte

**Keywords:**

<b>THEME</b>	Flexible Pavimenta Evaluation
<b>SPECIALITY</b>	Transport

**Línea de Investigación:**

<b>Línea de investigación</b>	Transporte	
<b>OCDE</b>	Área	Ingeniería Civil
	Sub Área	Ingeniería Civil
	Disciplina	Ingeniería Civil



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI, de la Av. Anchoyeta - Nuevo Chimbote Ancash 2023.**" del (a) estudiante: **SERNAQUE MORAN CINTHYA LUCILA**, identificado(a) con Código N° **2007200169**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **20%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° **5037-2019-USP/CU** para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 27 de diciembre de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN  
VICERRECTOR



**Evaluación de fallas de pavimento flexible mediante método PCI, de la Av.  
Anchoveta – Nvo. Chimbote Ancash 2024.**

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo principal determinar el índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Anchoqueta (tramo ubicado entre Av. Brasil y Av. Universitaria) del distrito de Nuevo Chimbote, haciendo uso de la metodología PCI (Pavimenta Condition Index) complementado con ensayos de laboratorio. Se determinó el nivel de degradación que presentaba la vía de estudio en ese momento. Asimismo, se hizo énfasis en la necesidad de contar con una estrategia que permitiera intervenir y brindar una solución o mantenimiento adecuado, si fuera necesario. El trabajo de investigación estuvo compuesto por divisiones en la vía o "unidades de muestreo", las cuales fueron estudiadas respectivamente para evaluar las fallas existentes. Toda la información obtenida en el trabajo de campo se detalló en los formatos normalizados por la metodología la cual fue descriptiva por que la investigación de campo consistió en la recolección de datos directamente de la realidad de donde ocurren los hechos sin manipular o controlar las variables.

El método Pavimenta Condition Index (PCI) constituye el método más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado. Ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. Se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, valor que cuantifica el estado en que se encontraba el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento.

## **Abstract**

The main objective of this research was to determine the condition index of the flexible pavement on Anchoveta Avenue (stretch located between Av. Brasil and Av. Universitaria) in the district of Nuevo Chimbote, using the PCI (Pavement Condition Index) methodology complemented with laboratory tests. It aimed to determine the current level of degradation of the study road. Furthermore, it emphasized the need for a strategy to intervene and provide a solution or adequate maintenance, if necessary. The research work consisted of divisions on the road or "sampling units," which were respectively studied to evaluate existing faults. All information obtained in the fieldwork was detailed in formats standardized by the methodology.

The Pavement Condition Index (PCI) method constitutes the most comprehensive approach for the objective evaluation and rating of pavements. It is widely accepted and formally adopted as a standardized procedure, and has been published by ASTM as a method of analysis and application. It was developed to obtain an index of the structural integrity of the pavement and the operational condition of the surface, a value that quantifies the state in which the pavement was for its respective treatment and maintenance.

## I. INTRODUCCION

Antecedentes Internacionales:

Perez (2021) la tesis titulada “Diagnóstico de pavimentos mediante el método PCI y análisis de la influencia de mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la av. La victoria (carrera 4 este) entre calle 37 sur y calle 27a sur. La localidad de san Cristóbal, cuenta con 5% de infraestructura vial de la ciudad de Bogotá, esto se traduce en 639 km aproximadamente y solo el 2% del total de los accidentes ocurridos en la ciudad ocurren allí. El principal motivo para la realización de este trabajo es el conocimiento de los recursos destinados para mantenimiento de las vías de Bogotá y que, por negligencia o mal manejo, la priorización para sitios específicos, vías como la av. La victoria.

Coy (2019) evaluó el pavimento flexible de la calle 134 entre la carretera 52A a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI. El objetivo general fue evaluar y comparar los métodos del PCI y VIZIR en el pavimento flexible urbano de la calle 134. La muestra estuvo conformada por la calle 134 entre las avenidas 52A y 52C al costado del sur de la ciudad de Bogotá – Colombia, con una longitud estudio de 263 metros, un ancho de calzada de 7 metros y dos carriles en cada sentido. Ente las conclusiones que se obtuvo mediante el método del PCI se obtuvieron un pavimento BUENO dando un indicador del 65%. Además, concluye que en su comparación en la metodología del PCI y VIZIR, que la metodología del PCI es la más completa al momento de evaluar el pavimento flexible dando resultados más cercanos a la situación en la que se encuentra el pavimento, porque incluye todos los daños encontrados, pero a su vez, su aplicación es más compleja y difícil de entender que en comparación con la metodología del VIZIR que es más sencillo de aplicar.

Gonzales (2018) realizo la investigación titulada: Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito. Universidad Andrés Bello de Chile, la cual tuvo como objetivo general tratar de optimizar los precios de la reparación de los pavimentos asfálticos. Habiendo utilizado tecnologías conocidas más

apropiadas de reparación; siendo sus conclusiones las siguientes: que, para la falla por bache, tanto en costo directo como en gastos generales y en consecuencia el presupuesto total, la solución más económica es la reparación en todo el espesor. Siendo la otra solución, repavimentación con hormigón, de mayor costo en relación a la económica con un 37,39% en relación al presupuesto total y para las fallas por ahuellamiento tanto en costo directo como en gastos generales y en consecuencia el presupuesto total, la solución más económica es la reposición de carpeta asfáltica y base granular, siendo la pavimentación con hormigón de un mayor costo de ejecución, en un 84,24% por sobre el método de la reposición.

Nacional:

Tacza & Rodríguez (2019) La tesis titulada Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado fue presentada en el año 2018 por los alumnos Tacza Herrera Érica y Rodríguez Páez Braulio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; El presente trabajo de tesis tiene por objetivo proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional o estado del pavimento que actualmente presenta el carril segregado del corredor Javier Prado, considerando que esta importante vía es de uso exclusivo para los autobuses del sistema de transporte urbano implementados por la Municipalidad de Lima. Para definir adecuadamente las alternativas de intervención, se realizó previamente la evaluación del pavimento mediante la aplicación del método Pavimenta Condition Index (PCI) basado en la Norma ASTM D6433-07, siguiendo la siguiente secuencia de trabajo: En primer lugar, se realiza el levantamiento de información en campo donde se registran las cantidades, los tipos y severidades de cada falla existente; En segundo lugar, se realiza el cálculo del valor del PCI para las 18 Unidades de Muestra y posteriormente para toda la sección en estudio que tiene 828 metros de longitud, resultando el PCI de valor cuantitativo equivalente a 57 y condición operacional calificada como buena. En función al PCI obtenido para la vía en estudio, se determinan las siguientes consideraciones; En primer lugar, la necesidad

de implementar las medidas de intervención con urgencia debido a la ubicación que tiene el pavimento en la curva de deterioro; En segundo lugar, el mantenimiento a realizarse como intervención puede ser del tipo menor y/o mayor, se dispone plantear mantenimientos menores debido a que las fallas registradas son localizadas y presentan cantidades menores a los 300 m<sup>2</sup>. Finalmente se presenta la matriz de consolidación con las alternativas de intervención propuestas para cada falla identificada en la evaluación; además se presentan los resultados obtenidos del análisis e interpretación de los resultados.

Salazar (2019) en su investigación: “Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transpirabilidad de la carretera Pomalca - Tumán” revisó la condición del pavimento flexible aplicando el método PCI (Pavimenta Condition Index), para que a partir de estos resultados se proponga alternativas de solución que permita mejorar la transpirabilidad de la carretera Pomalca – Tumán desde el km 0 + 000 al km 10 + 000. Se realizó por el interés de saber que tan versátil y verídico puede ser la aplicación de la metodología PCI; justificándose de una integración social al permitir conocer el estado que se encuentra el pavimento y verificar si está apto para el tránsito de los vehículos. En la utilización de la metodología se empleó una serie de fichas de evaluación para el pavimento flexible de acuerdo al método establecido del PCI y adecuándolo a las necesidades que requiere para la identificación de las fallas en la carretera Pomalca – Tumán. Tiene como objetivo principal, evaluar las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transpirabilidad de la carretera Pomalca – Tumán desde el km 0 + 000 al km 10 + 000, año 2018. Además, que la tesis consta de siete capítulos: en el capítulo I se estableció la introducción que contiene la tesis, capítulo II se refiere al método que se empleó para aplicar la metodología PCI, capítulo III se indicó los resultados de donde fueron obtenidos la información requerida para su proceso, capítulo IV se nombraron las discusiones en las que llegamos a corroborar las investigaciones previas a la nuestra, capítulo V se aludieron las conclusiones que la carretera Pomalca – Tumán presenta diferentes tipos de anomalías, Niveles de severidad y que tiene un índice de condición del pavimento de 68.59 lo que indica que se encuentra en buenas condiciones, capítulo VI se hace mención las recomendaciones

que a partir de los resultados obtenidos realizar una acción de mantenimiento menor rutinario y en el capítulo VII se describe la bibliografía que se utilizó para la investigación de la tesis al igual que se exponen los anexos que se usaron en la investigación.

Local:

Muñoz (2021) La tesis titulada Evaluación del pavimento flexible utilizando el PCI y índice de Rugosidad, en las Avenidas Aviación y Juan Velasco con Prolong. Buenos Aires, Chimbote – Ancash – 2021. El objetivo general de la presente investigación fue: Evaluar el pavimento flexible utilizando el PCI y Índice de Rugosidad en las Avenidas. Aviación y Juan Velasco con Prolong. Buenos Aires, Chimbote – Ancash – 2021. Siendo esta una investigación aplicada. El nivel de aplicación es descriptivo con un diseño no experimental. El tamaño que presenta la muestra para esta investigación está compuesto con una calzada de doble sentido, comprendiendo una longitud de 3000 m longitudinales un ancho de calzada de 12.40 m y un área total de 37200 m<sup>2</sup>. Los diferentes ensayos que sustentas la presente investigación se basan en lo establecido en las ASTM D633-33. Índice de condición de pavimento (PCI), MTC E- 101 rugosímetro de MERLIN y el manual del MTC – Manual de carreteras y de materiales. Se lograron los objetivos que se plantearon en la presente investigación al realizar la evaluación superficial y estructural del pavimento flexible, aplicando el método del PCI y índice de rugosidad, para su posterior procedimiento, tanto en el PCI y índice de rugosidad que nos ayudó a hallar el Índice de Serviciabilidad presente (PSI), los resultados hallados fueron que el pavimento su estado es regular ya que se encuentra en el rango de 2.

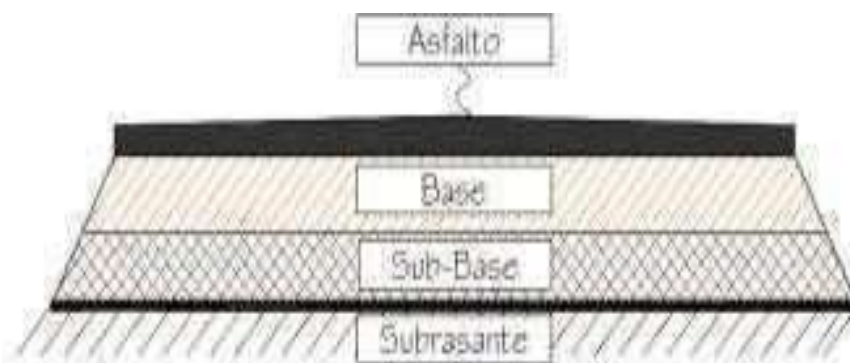
Aguirre (2019) en su tesis: “Evaluación del Pavimento flexible de la Avenida La Marina, entre Av. Central hasta Jirón Pacífico Nuevo Chimbote, Ancash, 2019 – propuesta de mejora”, tuvo como objetivo evaluar el pavimento flexible de la avenida la Marina, entre Av. Central hasta Jirón Pacifico Nuevo Chimbote, Ancash, 2019. La investigación se utilizó el diseño de investigación no experimental, de tipo descriptiva – explicativa. La población y muestra fue la misma que en este caso es el pavimento

flexible de la Avenida la Marina, la cual se obtuvo la condición del pavimento y estado actual del mismo. Para la recolección de datos se empleó protocolos y la técnica para la recolección de datos fueron la observación. Se señaló que la avenida en estudio tiene una longitud de 2798.728 m, para este proceso se ejecutó 6 calicatas de 1.50 m de profundidad por un área de 1 m<sup>2</sup> según norma, la cual se realizó el estudio de mecánica de suelo y también nos indicó la conformación de la subbase y base, a nivel superficial los deterioros predominantes fue bache (huecos) con 86 % y a nivel estructural los deterioros de ahuellamiento y reparaciones o parchado con porcentajes de 70% y 48% respectivamente. A través de estos resultados se propuso un nuevo diseño de pavimento.

### **Fundamentación científica**

De acuerdo con la Norma AASHTO (American Asociación of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo con la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Ver figura 1.



*Figura 01.* Paquete estructural

Fuente: Manual de carreteras del MTC.

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

Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamiento (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él. Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía; el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas.

En resumen, el pavimento es la estructura de una obra vial que permite el tránsito eficaz de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos en el proyecto.

### **Clasificación de Pavimento**

Existen principalmente cuatro clases de pavimentos: flexibles, rígidos, semirrígidos y articulados. Su diferenciación está en la estructura y las capas que la conforman. Así también la forma en la que se transmiten los esfuerzos y las deflexiones a las capas inferiores.

Rojas (2003). No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura 01. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros.

Por esta razón, pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presentan:

- a) Pavimento flexible

- b) Pavimento rígido
- c) Pavimento híbrido
- d) Pavimento Flexible

También conocido como pavimento asfáltico y está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie o capa de rodadura, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin ocasionar fallas a la estructura. Debajo de la carpeta asfáltica se encuentran la base granular y la capa de subbase, diseñadas para la distribución y transmisión de las cargas originadas por el tránsito al terreno natural. Por último, está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas.



*Figura 02.* Pavimento Flexible

Fuente: Manual de carreteras del MTC.

Es más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de 10 a 15 años. Sin embargo, es fundamental realizar trabajos de mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

#### **a) Pavimento Rígido**

El pavimento rígido llamado también pavimento hidráulico, está conformado por paños de losas de concreto hidráulico, de acuerdo con el diseño podrían tener en su interior acero de refuerzo. La losa de pavimento rígido se dispone sobre la base (o

subbase) y ésta sobre la subrasante. Como su mismo nombre lo indica, este tipo de pavimento no se deforma y por tanto no permite deformaciones en las capas de base y subbase, es decir, las capas inferiores.



Figura 03. Pavimento Rígido

Fuente: Manual de carreteras del MTC.

El costo inicial del pavimento rígido y su tiempo de vida útil es mayor que el costo del pavimento flexible. Su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento es mínimo orientado en la mayoría de casos al tratamiento de juntas dilatación de las losas.

### b) Pavimento Híbrido

Este tercer tipo de pavimento es una combinación del tipo de pavimento flexible y rígido. Colocar bloquetas de concreto reemplazando la carpeta asfáltica, constituye un tipo de pavimento híbrido.



Figura 04. Pavimento Híbrido

Fuente: Manual de carreteras del MTC y elaboración propia.

Este tipo de pavimento obliga a disminuir la velocidad límite de los vehículos, debido a que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos durante su circulación, de esta manera la velocidad máxima tiende a disminuir hasta los 60 km/h. Se recomienda este tipo de pavimento en zonas urbanas, por ser seguros y cómodos a los usuarios.

Los pavimentos de adoquines que se construyen en la actualidad están formados por elementos de adoquines prefabricados de concreto hidráulicos, asentados sobre una capa de arena y sellados con arena fina.

Existe otra forma de pavimento mixto, es aquél en que el pavimento de superficie asfáltica se construye sobre el pavimento rígido. Ver figura 02. Sin embargo, se ocasiona un tipo particular de falla, llamada fisura de reflexión de junta.

Se mencionará una tercera forma de Pavimento mixto diseñado para altas prestaciones. Los pavimentos mixtos de altas prestaciones están constituidos de mezclas bituminosas porosas en caliente, con un betún modificado y percoladas a base de morteros especiales fluidos de muy altas prestaciones.

La solución a las zonas con elevadas cargas puntuales y zonas con posibles vertidos de aceite son los pavimentos de concreto hidráulicos, aunque son costosos y tardan bastante tiempo en ponerse en obra. Por esta razón, se llega a una solución de compromiso con los pavimentos mixtos que son un pavimento con una mezcla bituminosa con alto porcentaje de huecos a la que se le vierte un mortero de cemento, saturando los huecos existentes entre los áridos.

De esta manera, las ventajas de los pavimentos bituminosos (o flexibles) y de los pavimentos rígidos se unen en las características de los pavimentos mixtos de altas prestaciones, caracterizándose por poseer una resistencia elevada frente al efecto de los carburantes y aceites, los esfuerzos de punzonamiento, las cargas estáticas muy elevadas, los esfuerzos de torsión puntuales muy altos y al fuego y altas temperaturas.

### **Definición de Pavimento Flexible.**

Un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de

rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, sin embargo, requiere de mantenimiento rutinario y periódico para cumplir con su vida útil.

Sus principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodadura uniforme, de color y textura apropiados, resistentes a la acción del tránsito, al Rígido y cualquier otro agente perjudicial, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

En otras palabras, el pavimento es la súper estructura de una obra vial que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos en el proyecto. (Rico, 2005).

### **Características que debe reunir un pavimento**

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de Rígido.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.
- Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Presentar regularidad superficial, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser técnico y económico.
- Permitir un adecuado drenaje.

- El ruido en el interior de los vehículos que afecten al usuario, así como en el exterior, deben ser adecuadamente moderado.

### **Ciclo de vida de un pavimento**

Los pavimentos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, etc. Estos elementos afectan al pavimento, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo, convirtiéndolo en intransitable.

Por lo tanto, el mantenimiento o conservación vial no es una acción que pueda efectuarse en cualquier momento ni mucho menos omitirse, sino más bien debería ser una planificación que implique una acción sostenida en el tiempo, con el fin de prevenir los efectos de los agentes que afectan el pavimento.

El ciclo de vida de un pavimento consta de cuatro fases descritas a continuación:

- **Fase A: Construcción:** Durante esta fase el estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural. Un pavimento debería ser de construcción sólida sin embargo es posible que se ejecute la obra con algunos defectos constructivos. De todos modos, entra en servicio apenas una vez construida
- **Fase B: Deterioro lento y poco visible o imperceptible:** El estado del camino varía desde excelente a regular. El pavimento sufre un desgaste progresivo a lo largo del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe, pero no es percibido por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la capa de rodadura en proporción al número de vehículos que circulan por el pavimento, por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Para disminuir el deterioro es necesario aplicar medidas de mantenimiento y conservación vial. Al no ejecutarse tales medidas, la vida útil del pavimento se acorta considerablemente. El pavimento sigue en buen estado y sirve en forma adecuada a los usuarios. El costo del mantenimiento por año oscila entre el 0.4 a 0.6% del costo de construcción.

- Fase C: Deterioro acelerado:** El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre. Durante esta fase han transcurrido varios años de uso, la capa de rodadura y otros elementos del pavimento están cada vez más “agotados” y deteriorados; la estructura básica del pavimento está dañada y se puede constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Se inicia un período de deterioro acelerado y el pavimento resiste cada vez menos el tránsito vehicular. Los daños comienzan siendo puntuales y se van extendiendo hasta afectar la mayor parte de la estructura del pavimento, Esta fase es corta, puesto que la destrucción es bastante acelerada la resistencia al tránsito disminuye. (Área C de la figura 05).



Figura 05. Gráfico de Determinación del Pavimento

Fuente: Manual de carreteras del MTC.

- Fase D: Descomposición total:** Esta fase es la última de la existencia del pavimento, puede durar varios años y se caracteriza por el desgaste completo del pavimento. Durante este período la transpirabilidad se dificulta seriamente, disminuye la velocidad de circulación y la capacidad del pavimento queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación vehicular aumentan y la vía se hace intransitable para autos. (Área D de la figura 05).

El ciclo de vida del pavimento, sin considerar obras de conservación, mantenimiento

y rehabilitación, se puede representar mediante una curva de comportamiento, la cual es una representación histórica de la calidad del pavimento.

### Ciclo de vida deseable del pavimento

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso que sigue un pavimento sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falta de mantenimiento permanente conduce inevitablemente al deterioro total del pavimento, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario sólo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico.



Figura 06. Diagrama de flujo del ciclo de vida de un pavimento.

Fuente: Manual de carreteras del MTC.

### Elementos que integran un pavimento Flexible

Los pavimentos flexibles son los que están integrados por una superficie de rodadura apoyada generalmente sobre capas no rígidas, la base, subbase y sub-rasante. Los cuales se describen a continuación:

- a) **Subrasante:** Es la capa de terreno más profunda y soporta toda la estructura, se extiende hasta una profundidad de tal manera que no afecte la carga de diseño

correspondiente al tránsito previsto. El espesor de pavimento dependerá en gran medida de la calidad de la Subrasante, por lo tanto, debe reunir los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

Los suelos pertenecientes a la sub rasante serán adecuados y estables, su CBR debe ser igual o mayor a 6%. Si fuera menor se le considera subrasante pobre o inadecuada, entonces será necesario estabilizar los suelos, analizando propuestas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo de suelo, estabilización química de suelo, estabilización con geo- sintético.

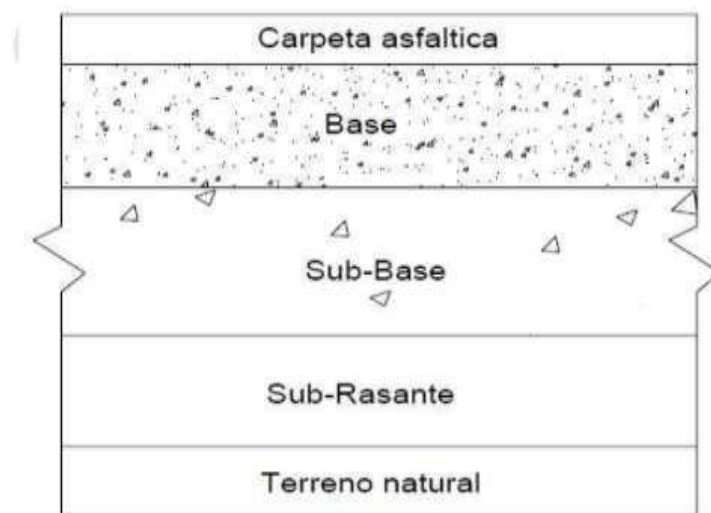
**b) Sub-base:** Es la capa de material especificado con un espesor de diseño, soporta a la base y la carpeta asfáltica, con el propósito fundamental de transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, hacia la Sub- rasante de tal forma que pueda soportarla absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la Sub-base.

La Sub-base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, razón por la que se usan materiales granulares. Si el diseño lo solicita, esta capa puede obviarse. La sub base puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.

**c) Base granular:** Es la capa colocada debajo de la capa de rodadura y su función primordial es sostener, distribuir y transmitir las cargas a la Sub-base y a través de ésta a la Sub- rasante, Esta base está constituida por agregado grueso de buena calidad, triturado y mezclado con material de relleno o bien por una combinación de agregados gruesos y finos en su estado natural. Su eficiencia dependerá de la correcta graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión. Estas propiedades dependerán de la proporción de finos con respecto al agregado grueso. Esta capa será de material granular ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o tratada con asfalto, cal y/o cemento.

**d) Superficie de rodadura o carpeta asfáltica:** Es la capa superior del pavimento flexible está dispuesta sobre la base y sostiene directamente el tránsito. Proteger las capas internas del pavimento y actúa como impermeabilizante evitando filtraciones pluviales que saturarían las capas internas. Además, impide la destrucción de las capas inferiores ocasionadas por las cargas vehiculares. La carpeta asfáltica tiene que ser de mejor calidad cuyas características serán fricción, suavidad, así como control de ruido y drenaje.



*Figura 07.* Estructura del Pavimento flexible.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

### **Drenaje en pavimentos**

La humedad es una característica muy especial de los pavimentos, ya que esta reviste gran importancia sobre las propiedades de los materiales que forman la estructura de un pavimento y sobre el comportamiento de los mismos.

Uno de los aspectos de gran importancia que se deben tomar en cuenta en el diseño de pavimentos es el drenaje de agua. Si se consideran el exceso de agua, las sobrecargas de volúmenes de tránsito entonces se tendrán un pavimento flexible de calidad. Efectos del agua sobre el pavimento

**Los efectos del agua atrapada dentro de la estructura son:**

Disminuye la resistencia de los suelos que conforman la sub rasante debido a la saturación de la misma.

Los finos de los agregados de las bases son succionados haciendo que las partículas de suelo se desplacen ocasionando pérdida en su capacidad de soporte debido a la erosión existente. En menor grado existen problemas de agua incluida y atrapada, como:

- Revestimiento de las partículas del pavimento por acción de la humedad.
- Diferenciales producidos por el desplazamiento ocasionado por el hinchamiento del suelo.

### **Soluciones a los problemas de humedad en pavimentos**

Los métodos para considerar el agua en el diseño de pavimentos consisten básicamente en lo siguiente:

- Prevenir la penetración de agua dentro del pavimento.
- Proveer el drenaje necesario para remover el exceso de agua rápidamente.
- Construir pavimentos fuertes para resistir los efectos combinados de cargas y agua.
- Proteger las capas interiores a la capa de rodadura debe ser primordial en el diseño de pavimentos.
- Se debe considerar la posibilidad de fuentes de agua de tal manera que se proteja la parte estructural del pavimento flexible del ingreso de agua.
- Se debe interceptar el agua que corre superficialmente de la mejor manera posible y también sellar la superficie de los pavimentos flexibles

### **Fallas en pavimentos urbanos flexibles**

Existen diversos conceptos básicos que deben tenerse en cuenta al analizar el comportamiento de un pavimento. En este sentido es importante tener presente que su

estructura sufrirá –con el tiempo– daño y deterioro aun cuando sea adecuadamente diseñado y construido de acuerdo con todas las especificaciones y normas de calidad. Mientras las demás obras de ingeniería tienen una vida indefinida, los pavimentos viales tienen una vida definida; aún con un mantenimiento óptimo alcanzarán un punto de falla. Los pavimentos son probablemente la única estructura de ingeniería que se diseña para que falle dentro de un periodo específico de tiempo. El modo de deterioro varía sustancialmente, en función de la interacción de varios parámetros, que adicionalmente controlan la rata de deterioro, ellos son:

- A. La estructura (resistencia) del pavimento, incluyendo la subrasante.
- B. El volumen de tráfico y el tipo de cargas.
- C. Políticas de mantenimiento.

Las fallas son el conjunto de diferentes daños que impiden dar un servicio adecuado y originan una menor funcionalidad de la vía.

Las fallas en los pavimentos urbanos flexibles son la consecuencia de varios factores que interactúan de forma compleja como por ejemplo el diseño inicial, calidad de los materiales, operaciones de construcción, factores climáticos regionales desfavorables que producen una elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, falta de drenaje superficial y entre otros un deficiente o inexistente mantenimiento por falta de recursos u otras razones.

Si tales factores o algunos de ellos se combinan se ocasionan un deterioro progresivo.

Esta situación se vuelve grave si no se realizan acciones de mantenimiento y conservación a la vía.

Las fallas se clasifican en dos: estructurales y funcionales. Las estructurales, como su nombre lo indica, originan un daño en el paquete estructural del pavimento, impidiendo la cohesión de las capas, comportándose de manera ineficiente frente a cargas externas para las que fue diseñado. Las fallas funcionales afectan la transpirabilidad; disminuye la calidad de la carpeta asfáltica rodadura, la estética de la

vía y lo más importante la seguridad que se debe brindar al usuario.

Los daños de los pavimentos flexibles se agrupan en cuatro categorías:

1. Fisuras y grietas
2. Deformaciones superficiales
3. Desintegración de pavimentos o desprendimientos
4. Afloramientos y otras fallas.

A continuación, se describen dieciocho de las fallas que comúnmente afectan a los pavimentos urbanos flexibles. Estas fallas también están consideradas dentro del método de Índice de Condición del Pavimento.

### **Piel de cocodrilo**

Se caracteriza por una serie de fisuras interconectadas de hasta 0.50 m. de longitud que originan polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con un diámetro promedio menor a 0.30 m.

El agrietamiento se origina en las capas internas del paquete asfáltico, es decir, en la base, aquí los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevados. Las fisuras ascienden a la superficie primero como una serie de fisuras longitudinales paralelas; luego por efecto de la repetición se repite el proceso en forma perpendicular interconectándose y dando la apariencia de una malla parecida a la piel de un cocodrilo.

Se le llama también agrietamiento por fatiga; se produce en aquellas áreas donde se efectúan repeticiones de carga vehicular como, por ejemplo: huellas de los neumáticos.

El envejecimiento del ligante asfáltico es una causa de la piel de cocodrilo originándose la disminución de la flexibilidad de la capa de rodadura.

Este tipo de falla indica la disminución de la capacidad estructural de la vía. Por tanto, es necesario realizar actividades de mantenimiento y conservación. La falta de mantenimiento o conservación provocaría ocasionar la aparición de baches. Ver figura 8.



*Figura 08. Piel de cocodrilo*

Fuente: Elaboración propia

## **Exudación**

La exudación es un tipo de falla en la que se puede observar un afloramiento o película del ligante asfáltico extendida sobre un área del pavimento dándole un aspecto brillante, de textura resbaladiza y reflectante llegando a ser mayormente pegajosa en temperaturas altas.

Los factores pueden ser varios por ejemplo el excesivo uso de ligante y/o un sello bituminoso, utilización de un ligante asfáltico muy blando y por último un bajo porcentaje de vacíos, etc.

La exudación ocurre en periodos o zonas calurosas o, cuando el asfalto llena el porcentaje de vacíos y luego sube a la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto queda acumulado en la superficie. Ver figura 9.



*Figura 9.* Exudación

Fuente: Elaboración propia

### **Fisuras en bloque**

Las fisuras en bloque son una serie de fisuras interconectadas que seccionan el pavimento en piezas de forma aproximadamente rectangular. Los bloques pueden variar en tamaño de unos 30 cm. a 3 metros por lado. Las causas podrían ser la contracción del pavimento asfáltico y variación de temperatura. Indicando que el asfalto se ha endurecido. Este tipo de fallas no guarda relación con cargas vehiculares, sin embargo, está asociado al envejecimiento del asfalto y ocurre sobre una porción considerable del pavimento.

### **Abultamientos y hundimientos**

Los abultamientos y hundimientos son una serie de desplazamientos tipo onda hacia arriba y/o hacia abajo ubicados en la superficie del pavimento distorsionando el perfil de la vía. La inestabilidad del pavimento no es su causa de origen. Los factores son los siguientes:

- Levantamiento de las losas de concreto cubierto con una carpeta asfáltica.
- Infiltración y acumulación de material en una fisura sumados los efectos de cargas de tráfico.
- Expansión del suelo de fundación.

- Fallas en el sistema de drenaje del pavimento.

Los abultamientos de patrón perpendicular a la dirección del tráfico cuya separación es menor a 3.00 m. la falla es denominada corrugación. Pero si aparecen sobre grandes áreas de la superficie del pavimento originando largas depresiones y abultamientos se le llama hinchamiento y/o hundimiento.



*Figura 10.* Abultamientos y hundimientos

Fuente: Elaboración propia

### **Corrugación**

La corrugación es una falla caracterizada por una serie de ondulaciones constituidas por cimas y simas muy cercanas entre ellas.

Las cimas son perpendiculares al sentido de la dirección de la vía, causada por acción de las cargas vehiculares sumada con la inestabilidad de la capa superficial o de las capas internas.



*Figura 11.* Corrugación

Fuente: Elaboración propia

## **Depresión**

La depresión se da en áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles ligeramente inferiores a los que se encuentran alrededor suyo.

Las depresiones se hacen perceptibles cuando el agua se empoza en su interior después de alguna precipitación o por la presencia de manchas causadas por el agua que estuvo empozada. Las depresiones se producen por asentamientos de la subrasante o fallas en el proceso constructivo.

Si las depresiones son suficientemente profundas y contienen agua en su interior pueden causar hidropelano, es decir, los neumáticos pierden contacto con la superficie de la capa de rodadura debido a la película de agua.



*Figura 12.* Depresión

Fuente: Elaboración propia

## **Fisuras de borde**

Se puede definir a las fisuras de borde como grietas paralelas al borde externo del pavimento, que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.50 m de éste. Ver figura 13



*Figura 13. Fisuras de Borde*

Fuente: Elaboración propia

Las cargas vehiculares aumentan este tipo de fallas. Tienen su origen debido al debilitamiento de las capas internas muy cercanas al borde del pavimento, ya sea por el clima o por efecto abrasivo de arena suelta en el borde provocando peladuras que lleven a la desintegración del pavimento.

En caso de que el área entre la fisura y el borde tenga alguna grieta pueden producirse desprendimientos y remoción de fragmentos de la vía.



*Figura 14. Fisura de Borde*

Fuente: Elaboración propia

### **Fisuras de reflexión de junta de losas de concreto longitudinales o transversales**

Ocurren solamente cuando se construyen pavimentos de superficie asfáltica sobre losas de concreto hidráulico.

Estas grietas de reflexión de junta tienen su origen en el desplazamiento de las losas de concreto hidráulico bajo la carpeta asfáltica, provocado por cambios de temperatura o humedad.

No tienen relación las cargas vehiculares, pero estas pueden causar la rotura de la capa de rodadura cerca de las fisuras.

Si se conocen las medidas del paño de concreto hidráulico se pueden identificar estas fallas.

### **Método PCI (Pavimenta Condition Index) para pavimentos flexibles**

El método PCI (Pavimenta Condition Index) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta.

Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos tanto flexibles como rígidos, siendo aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado por agencias como: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03).

El cálculo del PCI tiene su fundamento en los resultados de un inventario visual del

estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla existente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación de nombre “valor deducido” que permite indicar en qué grado afecta la condición del pavimento y cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad.

Este método no pretende solucionar aspectos de seguridad si alguno estuviera asociado con su práctica. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento.

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende una etapa de trabajo de campo y otra etapa de cálculos aplicando la metodología respectiva; y es el siguiente: Primero se inspecciona individualmente cada unidad de muestra seleccionada, luego, se registra el tramo y número de sección, así como el número y tipo de unidad de muestra.

Cuando se realice la inspección de las fallas, se debe cuantificar cada nivel de severidad y registrar la información obtenida. Es necesario mencionar que el método de medición se encuentra incluido en la descripción de cada falla. Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

Para la evaluación de campo, una vez definidas las unidades de muestreo UM-i, a partir del seccionamiento de la vía, en el que también se considerará el ancho total de cada calzada, se inspeccionará cada unidad de muestra para medir el tipo, severidad y cantidad de los daños de acuerdo con el patrón de evaluación, y se registrará toda la información en el formato correspondiente (hoja de información de exploración de la condición) para cada unidad de muestra.

En el formato ya mencionado se hará registro por cada renglón un daño, su extensión y su nivel de severidad, para ello se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de las medidas de los daños descritos en el ítem de catálogo de fallas en pavimentos flexibles.

## **Cálculo del PCI**

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza para calcular el PCI. El cálculo está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas. El cálculo del PCI puede realizarse de manera manual o computarizada bajo una base de datos bien estructurada.

Para objeto de este estudio se está empleando la metodología de cálculo recomendada por U.S. Army Corps o Engineer, aplicada a pavimentos con carpeta de rodadura asfáltica.

El cálculo del PCI, comprende las siguientes etapas:

### **Cálculo de los valores deducidos (VD)**

- Se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño y se registra en las columnas dadas por el formato. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
- Se divide la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y expresar el resultado en porcentaje. Esta será la densidad de cada daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- Se determina el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas y tablas denominadas “valor deducido del daño”. Las tablas se encuentran en los anexos.

### **Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m)**

Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” (VDT) en lugar del “valor deducido corregido” (VDC), obteniendo en la Etapa 4, de lo contrario se seguirán los pasos que continúan.

Se listan los valores deducidos individuales en orden descendente.

Se determina el “Número máximo de valores deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

El número de valores individuales deducidos se reduce a “m”, inclusive la parte fraccionaria. Si se repone de menos valores deducidos que “m” se utilizan los que se tengan.

### **Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV):**

Este paso se realiza mediante un proceso iterativo que se describe a continuación: Se determina el número de valores deducidos (q) mayores que 2.

Se procede a determinar del “valor deducido total” sumando todos los valores individuales.

Se calcula el CDV con el “q” y el “valor deducido total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento. La misma que se encuentra en el Anexo: Valores Deducidos.

Se reduce a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas iniciales de esta etapa hasta que sea igual a 1.

El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en este proceso.

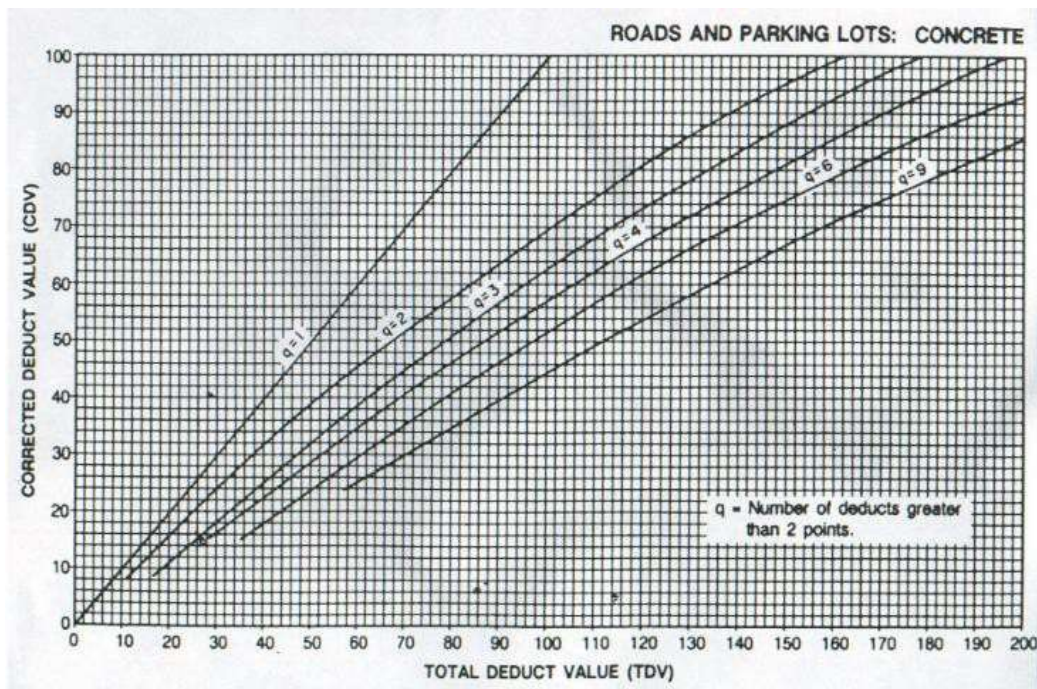


Figura 15. Abaco de CVD vs TDV

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

Determinar el PCI de la unidad restando el “máximo CDV” de 100, obtenido en la ETAPA 3.

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Donde:

PCI: Índice de Condición del pavimento

Máx. CDV: Máximo valor corregido deducido

El PCI promedio, resulta ser el promedio de todos los PCI de cada unidad de muestra.

El PCI nos otorga datos fidedignos y por medio de unos rangos, se mida su clasificación.

## Tabla 01

*Escala de Clasificación PCI*

<b>Rangos del PCI</b>	<b>Clasificación</b>
85 - 100	Excelente
70 - 85	Muy bueno
55 - 70	Bueno
40 - 55	Regular
25 - 40	Malo
10 - 25	Muy malo
0 - 10	Fallado

Fuente: *Procedimiento estándar PCI según ASTM 6433-03.*

### **Justificación de la Investigación**

El propósito de esta investigación es contribuir con la mejora del mantenimiento y construcción que se pueden dar a las pistas (pavimentos flexibles) ya que nos permitirá implementar parámetros a ser tomados en cuenta para un correcto control de calidad de estos pavimentos para así determinar si se hace un mejoramiento o mantenimiento de rutina, una rehabilitación o una construcción nueva y con ello evitar gastos económicos innecesarios y puede ser evaluada en el presente proyecto de investigación, con la finalidad de mejorar la accesibilidad del tránsito vehicular; fortalecer el tejido social y la organización local, y mejorar la calidad ambiental del entorno.

Un análisis detallado de las características o factores que influyen en el estado del pavimento de la Av. Anchoveta, Distrito Nuevo. Chimbote, Provincia del Santa, Región Ancash, es sin duda de gran ayuda tanto para la planificación en las mejoras de los programas de mantenimiento de los entes que velan por preservar las vías de comunicación en el país; así como de las autoridades y gobiernos locales; los cuales deben de contar con información actualizada de la situación de sus vías de comunicación, en base a investigaciones y estudios como este. Por medio de ello garantizan el normal desarrollo de sus múltiples actividades en los diversos sectores como son: transportes, construcción, salud, educación, turismo, seguridad ciudadana,

entre otras actividades.

**Justificación teórica:** El propósito de esta investigación es contribuir con mejorar las condiciones de un mantenimiento vial y constructivo del pavimento rígido a partir de su estructura, porque esto nos permite la implementación de distintos parámetros que se tomaran en cuenta para los procesos de control de calidad de este tipo de pavimentos de concreto. El estudio permite definir si es necesario un proceso de mantenimiento rutinario, un proceso de mejora, una rehabilitación o en su defecto una reconstrucción total. Esto permite que se produzcan gastos innecesarios y toma de decisiones acertadas que permitan mejorar la calidad del servicio de accesibilidad y transpirabilidad vehicular sobre estas vías de pavimento rígido en nuestra zona y en el país.

**Justificación práctica:** vendría hacer la identificación de fallas mediante el método del PCI y el Deflectómetro de Impacto nos permite tener conocimiento para saber si el pavimento aun cumple correctamente con su función de hacer posible sin perjudicar el tránsito de los vehículos ni ocasionar daños a los automóviles o generar accidentes de tránsito.

**La justificación social:** al realizar esta evaluación permite dar un resultado positivo negativo sobre el estado de conservación de la avenida Anchoveta con lo cual se podría determinar si esto influye en las personas que manejan por, si las pistas se encuentran en un buen estado contribuye mucho a la sociedad en muchos aspectos ya que llegan sin problemas a su destino, sus vehículos no sufren daños por el paso de esa zona etc.

**Justificación metodológica:** se muestra la metodología para la evaluación del pavimento flexible usando el método del PCI y el Deflectómetro de Impacto con lo cual obtendremos datos numéricos sobre el estado del mismo en la Avenida Anchoveta.

**Justificación Científica:** Al aplicar la metodología del PCI, se logra obtener propuestas de mejora y actuación para el caso, las cuales pueden ser consideradas para otras investigaciones futuras siempre que se adecuen a los conocimientos científicos que se disponen hasta la fecha y que han sido obtenidos en campo o in situ.

## **Problema**

### **Realidad problemática**

En el Perú, se han presentado una infinidad de patologías al pavimento flexible y hasta la actualidad se presentan en distintos lugares del país la cual se puede decir que es uno de los casos más comunes que se presenta en el pavimento flexible que poco a poco afectan la durabilidad presentando una variedad de fallas la cual es uno de los principales problemas que se debe disminuir y las mayores consideraciones en el diseño de pavimentos flexibles expuestas a ambientes agresivos que varían sus propiedades de acuerdo a la localidad o departamento en donde se encuentran estas construcciones. Un informe de la Defensoría del Pueblo constató la falta de mantenimiento adecuado de pistas, en 54 puntos con importante afluencia de tránsito en Nuevo Chimbote.

Cofopri (2009), En la zona del Distrito de Nuevo Chimbote, existen diferentes 9 tipos de pavimentos en un 90% existente de pavimento flexible (elaborado de carpeta asfáltica) y un 10% de pavimento rígido (elaborado de concreto), por ello el análisis de este proyecto se centra en las distintas calles de pavimento flexible, en la cual se observan en un 25% de estos antes mencionados presentan deterioro por desgaste. Motivo por el cual se origina un estruncamiento en el tránsito vial y el 30% presentan asentamientos o hundimientos notorios que perjudican al tránsito vial y el 45 % restantes presentan fallas transversales, longitudinales y diagonales que se muestran en el pavimento.

### **Formulación del Problema**

¿De qué manera la evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI permite mejorar la transpirabilidad en la vía de la Av. Anchoqueta – Nvo Chimbote?

## **Conceptualización y operacionalización de variables**

### Evaluación de fallas del pavimento flexible

Decimos de la estructura del pavimento flexible que se encuentra apoyada sobre el suelo o sub rasante, y está compuesto por capas de distintos materiales de distintas calidades y/o espesores, que cumplan a un diseño estructural adecuado.

Para este proyecto se realizó calicatas y extracción de núcleos a lo largo del jirón Pachitea para luego proceder en el laboratorio a realizar los estudios correspondientes. Luego a ello se procesó a la evaluación mediante fichas técnicas establecidas para obtener datos requeridos.

### El método del PCI (Índice de la Condición del Pavimento)

Se refiere a las manifestaciones sintomáticas en las que se presentan lesiones físicas, químicas, mecánicas; como la presencia o evidencia de fallas que pueden sufrir o alterar la estructura y comportamiento del pavimento durante su vida útil. Cuantificado su cantidad y severidad según el manual del PCI.

El manual del PCI nos detalla la evaluación de pavimentos flexibles mediante la observación in situ sin influir en ellas.

## **Hipótesis**

La evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI, en la determinación de fallas superficiales, estructurales y de diseño del pavimento, mejoraría de manera significativa la transpirabilidad en la Av. Anchoqueta – Nuevo. Chimbote.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la Evaluación de fallas de pavimento flexible mediante método PCI, de la Av. Anchoqueta – Nvo. Chimbote Ancash 2024.

### **Objetivo específico**

- Identificar el área de estudio del Proyecto y la elección de secciones del pavimento flexible en la Avenida Anchoqueta – Nuevo. Chimbote.
- Realizar la evaluación de fallas de la superficie de rodadura de la calle principal de la Av. Anchoqueta, por el método del Pavimenta Condition Index (PCI).
- Realizar la sistematización de datos a partir del procesamiento de los mismos cálculos del PCI, teniendo en cuenta la transpirabilidad en la Av. Anchoqueta – Nuevo. Chimbote.
- Describe las fallas superficiales, estructurales y de diseño, post evaluación del pavimento flexible aplicando el método del PCI, teniendo en cuenta la transpirabilidad en la Av. Anchoqueta.
- Identificar la condición del pavimento flexible utilizando ensayos en laboratorios tales como:
  - ✓ Análisis Granulométrico por tamizado
  - ✓ Proctor Modificado
  - ✓ Determinación de Limite Liquido
  - ✓ Determinación de Limite Plástico
  - ✓ CBR
  - ✓ Contenido de Humedad
  - ✓ Diamantina

## II. METODOLOGIA

### a) Tipo y Diseño de investigación

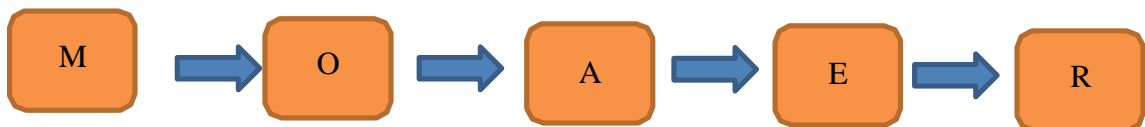
#### Tipo de Investigación

En general la investigación es de tipo descriptiva, experimental. Es descriptiva porque describe la realidad, sin alterarla.

#### Diseño de la Investigación

Se opta por el Diseño de Investigación de Campo, puesto que, se recopila datos en la ubicación del proyecto utilizando la herramienta visual para identificar las fallas sin manipular la zona de estudio. Según Palella y Martins (2010), La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

Esquema:



**M:** Muestra del pavimento de la urb. Pacifico.

**O:** Observación de la vía de estudio.

**A:** Análisis de las muestras de estudio.

**E:** Evaluación de condicione del pavimento.

**R:** Resultados de ensayos realizados

## b) Población y muestra

### Población

Para la presente investigación, la población será todos los pavimentos flexibles ubicadas en el Distrito de Nuevo Chimbote, de la provincia del Santa.



Figura 16. Distrito de Nuevo Chimbote

Fuente: Elaboración propia

### Muestra

La muestra de estudio a realizar para el desarrollo de esta investigación será el pavimento flexible de la Av. Anchoqueta del Distrito de Nuevo Chimbote, dando una longitud de 700m aproximadamente. Como se puede visualizar en la Figura.



Figura 17. Tramo de Pavimento de la Av. Anchoqueta

Fuente: Elaboración propia

### c) Técnicas e instrumentos de investigación

**Recolección de Datos:** Se procede a hacer una inspección visual en un automóvil para poder observar de una manera global el estado en la que se encuentran las vías, después se va a dividir la avenida en tramos para que puedan ser evaluadas a esto se le llaman unidades de muestra. Cuentan con un ancho y una distancia definida. Es recomendable que cada pavimento que haya sido inspeccionado cuente con unos esquemas elaborados donde se muestren el tamaño y la localización de cada una de ellas que servirá como referencia futura. Luego se procede a recorrer las vías caminando para inspeccionar más detalladamente lo que se llama también relevamiento de fallas haciendo todas las anotaciones correspondientes a los tipos de fallas que se encuentren. Terminado todo este proceso es donde comienza a realizarse el método del PCI para cada subtramo, con esto ya se tiene en registro todas las fallas del pavimento de la zona a estudiar y todo ello con fines de rehabilitación.

**Instrumento:** odómetro, regla de aluminio, wincha métrica

En los anexos de este trabajo de investigación se encuentra un formato de relevamiento de fallas en una calle, se procede a rellenar los datos de la calle que va ser evaluada y la del responsable y luego se procede al relevamiento de fallas. (Vocabulario Internacional de Meteorología, 2008)

- Se coloca el número de cada tipo de falla encontrada que se ubica en la parte superior del formato.
- Se pone el metrados en cada tipo de falla observado con su nivel de severidad baja (L), mediana (M) o alta (H).
- Se obtienen los totales de cada tipo de falla.
- Se calcula la densidad (%), que se obtiene del metrados entre el área total.
- Se calcula los valores de deducción, que se obtienen de los gráficos de deducción con la densidad. Luego se obtiene la suma total.
- Se calcula el valor de deducción corregido (VDC)
- Por último, se calcula el valor del PCI:  $PCI = 100 - VDC$

**Validez:** Es un proceso para confirmar que como se está procediendo analíticamente viene siendo de una forma adecuada y concreta. Estos pueden utilizarse para poder juzgar tanto la calidad, fiabilidad y la constancia de los resultados analíticos esto es parte de una buena práctica analítica, LUDWIG Hubber, 2015, págn.125. Por este motivo es que la validación de este estudio se efectuará con apoyo de una persona especializada.

**Confiabilidad:** Según nos dice que la confiabilidad “Se refiere al grado en la que un instrumento produzca resultados consistentes y coherentes, HERNÁNDEZ Sampieri, 2010 pág. 201.” Este trabajo pretende ser una investigación seria y lo más objetiva posible pues contara con el método PCI y el equipo Deflectómetro de impacto lo cual arroja resultados confiables precisos.

### III. RESULTADOS

Para obtener el resultado de mi proyecto de investigación “Evaluación de fallas de pavimento flexible mediante método PCI, de la Av. Anchoqueta – Nuevo. Chimbote Ancash 2024”.

La Avenida Anchoqueta se encuentra ubicada en el distrito de Nuevo Chimbote en las coordenadas.

**Tabla 02**

*Coordenadas de la Avenida Anchoqueta y el tramo a evaluar.*

		Coordenada Este	Coordenada Norte	Longitud
<b>Avenida Anchoqueta</b>	<b>Inicio</b>	771766.58 m E	8989654.35 m S	
	<b>Final</b>	773589.46 m E	8992426.15 m S	3.29km
<b>Tramo a evaluar</b>	<b>Inicio</b>	772327.36 m E	8990984.75 m S	
	<b>Final</b>	772756.14 m E	8991511.90 m S	0.7 km

Fuente: *Elaboración propia*

**Tabla 03**

*Características geométricas del tramo a evaluar de la Avenida Anchoqueta.*

Características	Cantidad
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Anchura de carril izquierdo	3.50
Anchura de carril derecho	3.50

Fuente: *Elaboración propia*

Resultados del índice de condición de pavimento (PCI) por unidades de muestra:

Determinación de las unidades de Muestreo para evaluación

Utilizaremos la siguiente formula

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

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 (10)

Reemplazando:

$$n = \frac{14 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (14 - 1) + 10^2}$$
$$n = \frac{1400}{181.25}$$
$$n = 7.72 \cong 7$$

El número mínimo de unidades de muestreo a evaluar es de 7 unidades, pero para fines académicos y para tener una mejor precisión se realizó 10 unidades.

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

Reemplazando:

$$i = \frac{17}{7} = 2$$


El intervalo para selección de muestras es de 2.

Entonces con estas ecuaciones podemos decir que el número mínimo de unidades a evaluar son de 7 y el intervalo para la selección de muestras es de 2, en este trabajo se evaluó 700 m de pavimento para lo cual se distribuyó en cantidades equivalentes de 14 muestras de 50 metros por el ancho de la calzada, teniendo en cuenta que el número mínimo a evaluar es de 7 muestras, para fines académicos y con la intención de reducir el margen de error, opte por evaluar 10 muestras las cuales fueron las siguientes:

Unidades de muestra seleccionadas para evaluar mediante el método PCI.

**Tabla 04**

*Resultados de Unidad de Muestra 1*

METODO PCI		Esquema			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la Via Realizado por	Av. Anchoqueta Sernaque Moran Cinthya	Seccion Fecha	1 10/08/24	Unidad de muestra Area	U 1 350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo	m2	15. Ahuellamiento m2
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos	m2	16. Deformacion de Empuje m2
3. Agrietamiento en bloque	m2 8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos	Nº	17. Grietas de Corrimiento m2
4. Elevaciones, hundimientos	m 9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje	m2	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m			19. Desegregacion y desgaste m2
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	5.40		5.40	1.54	10.30
1M	8.70		8.70	2.49	30.50
7M	4.50		4.50	1.29	5.50
19H	15.33		15.33	4.38	29.00
Numero de valores deducidos > 2 (q)			4		
Valor deducido más alto (HVDi)			30.5		
Numero maximo de valores deducidos (m)			7.38		

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	30.50	29.00	10.30	5.50	75.30	4.00	43.00
2	30.50	29.00	10.30	2.00	71.80	3.00	45.90
3	30.50	29.00	2.00	2.00	63.50	2.00	46.00
4	30.50	2.00	2.00	2.00	36.50	1.00	39.00
<b>Maximo VDC</b>							<b>46.00</b>

Fuente: *Elaboración propia*

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI=  $100 - (\text{Max VDC})$

PCI= 54

CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

**REGULAR**


Comentario:

Los resultados encontrados después de aplicarse el procedimiento para determinar el PCI en la unidad de muestra observada U1, se encuentra que la condición del pavimento en dicho tramo resulta ser regular, al comparar el resultado encontrado con la escala de valoración normada por la clasificación del Método del PCI. Si bien es cierto el resultado resulta ser regular, pero esto indica que tampoco es un pavimento adecuado, es decir presenta algunas patologías que de manera somera están incidiendo a este nivel de comportamiento.

La patología con más índice de incidencia es: Desgregacion y Desgaste.

**Tabla 05**

Resultados de Unidad de Muestra 2

METODO PCI		Esquema	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO			
HOJA DE REGISTRO			
Nombre de la Via	Av. Anchoveta	Seccion	2
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24
		Unidad de muestra	U 2
		Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches y parches utilitarios m2	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	7. Grietas del borde	12. Agregados pulidos	16. Deformacion de Empuje
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	13. Huecos	17. Grietas de Corrimiento
4. Elevaciones, hundimientos m	9. Desnivel de Calzada	14. Acceso Puentes, Pantiones y	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	Rejillas de drenaje	19. Desegregacion y desgaste
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD
1H	21.1	21.10	6.03
7H	25.80	25.80	7.37
9M	28.00	28.00	8.00
13H	2.00	2.00	0.57
19H	18.217	18.22	5.20
VALOR DEDUCIDO			

Numero de valores deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido más alto (HVDi)	56.00
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.04

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	56.00	42.00	31.50	19.00	7.50	156.00	5.00	86.00
2	56.00	42.00	31.50	19.00	2.00	150.50	4.00	88.00
3	56.00	42.00	31.50	2.00	2.00	133.50	3.00	88.00
4	56.00	42.00	2.00	2.00	2.00	104.00	2.00	74.00
5	56.00	2	2	2	2	64.00	1	64
<b>Maximo VDC</b>								<b>88.00</b>

Fuente: *Elaboración propia*

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) 100-(Max  
PCI= VDC)  
PCI= 12.00

CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO **MUY MALO**


Comentario:

Los resultados encontrados después de aplicarse el procedimiento para determinar el PCI en la unidad de muestra observada U2, se encuentra que la condición del pavimento en dicho tramo resulta ser MUY MALO, al comparar el resultado encontrado con la escala de valoración normada por la clasificación del Método del PCI. Si bien es cierto el resultado resulta ser MUY MALO, esto indica que no es un pavimento adecuado, es decir presenta patologías que de manera consistente están incidiendo a este nivel de comportamiento.

La patología con más índice de incidencia es: Desgregacion y Desgaste, Piel de cocodrilo y Grietas de borde

**Tabla 06**

Resultados de Unidad de Muestra 2


METODO PCI		INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO		HOJA DE REGISTRO	
		Esquema			
Nombre de la Via	Av. Anchoveta	Seccion	1	Unidad de muestra	U 2
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24	Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Parches y parches utilitarios	m2	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos	m2	16. Deformacion de Empuje m2
3. Agrietamiento en bloque	m2 8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos	Nº	17. Grietas de Corrimiento m2
4. Elevaciones, hundimientos	m 9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje	m2	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m			19. Desegregacion y desgaste m2
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	4.80	4.80	1.37	24.00	
7M	22.70	22.70	6.49	11.00	
9M	21.00	21.00	6.00	10.00	
19H	18.46	18.46	5.27	32.50	

Numero de valores deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido más alto (HVDi)	32.5
Numero maximo de valores deducidos (m)	7.2



## Tabla 07

Resultados de Unidad de Muestra 5


METODO PCI		Esquema			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la Via	Av. Anchoveta	Seccion	1	Unidad de muestra	U 5
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24	Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Parches y parches utilitarios	m2	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos	m2	16. Deformacion de Empuje
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos	N°	17. Grietas de Corrimiento
4. Elevaciones, hundimientos	9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje	m2	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m			19. Desegregacion y desgaste m
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
7M	32.20		32.20	9.20	13.00
9M	17.80		17.80	5.09	6.00
13M	2.00		2.00	0.57	22.00
19H	19.60		19.60	5.60	32.00

Numero de valores deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido más alto (HVDi)	32
Numero maximo de valores deducidos (m)	7.24



**Tabla 08**

Resultados de Unidad de Muestra 7


METODO PCI		Esquema			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la Via	Av. Anchoqueta	Seccion	1	Unidad de muestra	U 7
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24	Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo	m2	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos	m2	16. Deformacion de Empuje m2
3. Agrietamiento en bloque	m2 8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos	Nº	17. Grietas de Corrimiento m2
4. Elevaciones, hundimientos	m 9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje	m2	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m			19. Desegregacion y desgaste m2
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1H	9.45		9.45	2.70	42.50
4M	5.30		5.30	1.51	16.50
9M	15.60		15.60	4.46	5.00
13M	2.00		2.00	0.57	22.00
19M	21.2		21.2	6.06	16.5

Numero de valores deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido más alto (HVDi)	42.5
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.28



**Tabla 09**

Resultados de Unidad de Muestra 8

METODO PCI		Esquema	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO			
HOJA DE REGISTRO			
Nombre de la Via	Av. Anchoveta	Seccion	1
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24
		Unidad de muestra	U 8
		Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos
4. Elevaciones, hundimientos	9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m	15. Ahuellamiento
			16. Deformacion de Empuje
			17. Grietas de Corrimiento
			18. Hinchamiento
			19. Desegregacion y desgaste
FALLA	CANTIDAD		TOTAL
7M	14.50		14.50
9M	25.60		25.60
19M	33.50		33.50
		DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
		4.14	9.80
		7.31	7.00
		9.57	19.00

Numero de valores deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto (HVDi)	19
Numero maximo de valores deducidos (m)	8.44

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC	
1	19.00	9.80	7.00	35.80	3.00	21.50	
2	19.00	9.80	2.00	30.80	2.00	23.00	
3	19.00	2.00	2.00	23.00	1.00	24.00	
						<b>Maximo VDC</b>	<b>24.00</b>

Fuente: *Elaboración propia*

$$\text{INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)} = 100 - (\text{Max VDC} - \text{PCI})$$

$$\text{PCI} = 100 - (24 - 76)$$

**MUY BUENO**


CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

Comentario:

La condición del Estado del Pavimento en esta Unidad de Muestra inspeccionada tiene un resultado equivalente a 76 lo cual se considera como Muy Bueno, lo cual significa que su estado es adecuado, aunque presenta ciertas patologías y daños como lo constituyen: Grietas de borde, desnivel de calzada y desgregacion y desgaste. Si bien es cierto el estado de este tramo del terreno evaluado es adecuado, pero se tiene que implementar acciones de reforzamiento que se orienten a la subsanación de patologías, a fin de que no se siga magnificando, lo cual significaría el deterioro gradual y continuado de dicha zona evaluada.

**Tabla 10**

Resultados de Unidad de Muestra 9

METODO PCI		Esquema	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO			
HOJA DE REGISTRO			
Nombre de la Via	Av. Anchoveta <th>Seccion</th> <td>1</td>	Seccion	1
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya <th>Fecha</th> <td>10/08/24</td>	Fecha	10/08/24
		Unidad de muestra	U 9
		Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos
4. Elevaciones, hundimientos	9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m	15. Ahuellamiento
			16. Deformacion de Empuje
			17. Grietas de Corrimiento
			18. Hinchamiento
			19. Desegregacion y desgaste
FALLA	CANTIDAD		VALOR DEDUCIDO
7M	15.90	TOTAL	10.00
7H	11.30	DENSIDAD	12.00
9M	14.90		5.00
9H	17.80		9.00
19H	23.6		38

Numero de valores deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido más alto (HVDi)	12
Numero maximo de valores deducidos (m)	9.08

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	38.00	12.00	10.00	9.00	5.00	74.00	5.00	38.00
2	38.00	12.00	10.00	9.00	2.00	71.00	4.00	40.50
3	38.00	12.00	10.00	2.00	2.00	64.00	3.00	41.00
4	38.00	12.00	2.00	2.00	2.00	56.00	2.00	41.50
5	38.00	2	2	2	2.00	46.00	1.00	46
<b>Maximo VDC</b>								<b>46.00</b>

Fuente: *Elaboración propia*

$$\text{INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)} = \frac{100 - (\text{Max VDC} - \text{PCI})}{\text{Max VDC}} \times 100$$

PCI = 54

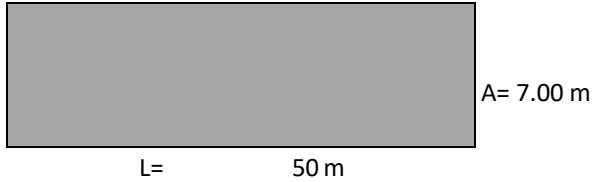
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO **REGULAR**

Comentario:

En esta Unidad Muestral evaluada se tiene de acuerdo a los resultados encontrados producto de la evaluación realizada a través del Índice de Condición del Pavimento el cual arrojó como resultado el valor de 54, lo que permitió de acuerdo a la escala de valoración considerarla como Regular, es decir que constituye una zona si bien es cierto que no presenta una dificultad preocupante en cuanto a su estado de su pavimentación pero es algo preocupante su estado en la medida que no se oriente estrategias técnicas de solución oportunas a las diferentes patologías o daños que presentan las estructuras de la misma. Es decir, si en caso no se preste la debida atención, esta problemática se irá incrementando. Las patologías y daños que se registran en este tramo evaluado son: Grietas de borde, desnivel de calzada y desgregación y desgaste.

**Tabla 11:**

Resultados de Unidad de Muestra 11

METODO PCI		Esquema	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO			
HOJA DE REGISTRO			
Nombre de la Via	Av. Anchoveta	Seccion	1
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24
		Unidad de muestra	U 11
		Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos
4. Elevaciones, hundimientos	9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m	15. Ahuellamiento
			16. Deformacion de Empuje
			Nº 17. Grietas de Corrimiento
			18. Hinchamiento
			19. Desegregacion y desgaste
FALLA	CANTIDAD		TOTAL
1M	17.90		17.90
7M	24.60		24.60
9M	28.60		28.60
13H	1.00		1.00
19H	22.6		22.60
		DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
		5.11	39.00
		7.03	12.00
		8.17	8.00
		0.29	31.00
		6.46	34

Numero de valores deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido más alto (HVDi)	39
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.6

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	39.00	34.00	31.00	12.00	8.00	124.00	5.00	66.00
2	39.00	34.00	31.00	12.00	2.00	118.00	4.00	67.00
3	39.00	34.00	31.00	2.00	2.00	108.00	3.00	68.00
4	39.00	34.00	2.00	2.00	2.00	79.00	2.00	57.00
5	39.00	2	2	2	2.00	47.00	1.00	47
<b>Maximo VDC</b>								<b>68.00</b>

Fuente: *Elaboración propia*

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

$$PCI = 100 - (Max\ VDC - PCI)$$

$$PCI = 32$$

CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

**MALO**


Comentario:

De acuerdo al Índice de Condición del Pavimento aplicado, el cual resultó siendo equivalente a 32 lo cual se categoriza como una Condición del Estado del Pavimento Malo de acuerdo a la escala de valoración del PCI. Así mismo el resultado reportado se considera inadecuado, pero registra también una serie de patologías como: Piel de cocodrilo, grietas de borde, desnivel de calzada, huecos y desgredación y desgaste.

En la misma tendencia de preocupación que las Unidades de Muestra evaluadas en las cuales según la escala de valoración la Condición del Estado del Pavimento es Malo, se reportan que registran patologías como daños, las cuales tienen que ser solucionadas lo más urgente posible para evitar que esta problemática se incremente más y se logre dar la debida atención a fin de buscar la solución y así aliviar las dificultades en su conservación y mantenimiento.

**Tabla 12:**

Resultados de Unidad de Muestra 13

METODO PCI		Esquema			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la Via	Av. Anchoveta <th>Seccion</th> <td>1 <th>Unidad de muestra</th> <td>U 13 </td></td>	Seccion	1 <th>Unidad de muestra</th> <td>U 13 </td>	Unidad de muestra	U 13
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya <th>Fecha</th> <td>10/08/24 <th>Area</th> <td>350</td> </td>	Fecha	10/08/24 <th>Area</th> <td>350</td>	Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo	m2	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos	m2	16. Deformacion de Empuje
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos	Nº	17. Grietas de Corrimiento
4. Elevaciones, hundimientos	9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje	m2	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m			19. Desegregacion y desgaste m
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1M	39.80		39.80	11.37	49.00
7M	26.90		26.90	7.69	12.00
9M	37.80		37.80	10.80	11.00
19H	24.60		24.60	7.03	36.00

Numero de valores deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido más alto (HVDi)	49
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.68

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	49.00	36.00	12.00	11.00	108.00	4.00	62.00
2	49.00	36.00	12.00	2.00	99.00	3.00	63.00
3	49.00	36.00	2.00	2.00	89.00	2.00	64.00
4	49.00	2.00	2.00	2.00	55.00	1.00	55.00
<b>Máximo VDC</b>							<b>64.00</b>

Fuente: *Elaboración propia*

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI= 100-(Max VDC)

PCI= 36

CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

**MALO**


Comentario:

De acuerdo al Índice de Condición del Pavimento aplicado, el cual resultó siendo equivalente a 36 lo cual se categoriza como una Condición del Estado del Pavimento Malo de acuerdo a la escala de valoración del PCI. Así mismo el resultado reportado se considera inadecuado, pero registra también una serie de patologías como: Piel de cocodrilo, grietas de borde, desnivel de calzada y desgregacion y desgaste.

En la misma tendencia de preocupación que las Unidades de Muestra evaluadas en las cuales según la escala de valoración la Condición del Estado del Pavimento es Malo, se reportan que registran patologías como daños, las cuales tienen que ser solucionadas lo más urgente posible para evitar que esta problemática se incremente más y se logre dar la debida atención a fin de buscar la solución y así aliviar las dificultades en su conservación y mantenimiento.

**Tabla 13**

Resultados de Unidad de Muestra 14








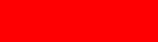


METODO PCI		Esquema			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la Via	Av. Anchoveta	Seccion	1	Unidad de muestra	U 3
Realizado por	Sernaque Moran Cinthya	Fecha	10/08/24	Area	350
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	m2	11. Bacheo	m2	15. Ahuellamiento
2. Exudacion	7. Grietas del borde	m	12. Agregados pulidos	m2	16. Deformacion de Empuje
3. Agrietamiento en bloque	8. Reflexion de Juntas	m	13. Huecos	Nº	17. Grietas de Corrimiento
4. Elevaciones, hundimientos	9. Desnivel de Calzada	m	14. Acceso Puentes, Pantiones y Rejillas de drenaje	m2	18. Hinchamiento
5. Corrugaciones	10. Grietas long y transv.	m			19. Desegregacion y desgaste
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
7M	37.10		37.10	10.60	18.00
9H	32.60		32.60	9.31	23.50
19M	42.90		42.90	12.26	30.00

Numero de valores deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto (HVDi)	30
Numero maximo de valores deducidos (m)	7.43



**Tabla 14**

*Evaluación del Pavimento Flexible de los tramos seleccionados de la Avenida Anchoveta según el método del PCI*

<b>Unidad de muestra</b>	<b>Progresiva Inicial</b>	<b>Progresiva Final</b>	<b>PCI</b>	<b>Calificación</b>	<b>Simbología</b>
U 1	0+000	0+050	54.0	REGULAR	
U 2	0+050	0+100	12.0	MUY MALO	
U 3	0+100	0+150	55.0	REGULAR	
U 5	0+200	0+250	57.0	BUENO	
U 7	0+300	0+350	42.5	REGULAR	
U 8	0+350	0+400	76.0	MUY BUENO	
U 9	0+400	0+450	54.0	BUENO	
U 11	0+500	0+550	32.0	MALO	
U 13	0+600	0+650	36.0	MALO	
U 14	0+650	0+700	55.0	BUENO	

Fuente: *Elaboración propia*

#### Comentario:

En tabla 14, correspondiente al pavimento flexible de la Av. Anchoveta, se da a conocer la condición del pavimento conforme a los tramos obtenidos, por lo consiguiente la muestra 2 resaltamos una evaluación muy mala; en las muestras 11 y 13 obtuvimos una condición mala, en las muestras 1, 3 y 7 se obtuvo una condición regular, en las muestras 5, 9 y 14 se obtuvo una condición buena y por último en la evaluación de la muestra 8 se obtuvo un resultado Muy bueno, finalizando que la condición promedio del pavimento flexible es de 47.3 siendo que en la Av. Anchoveta es REGULAR.

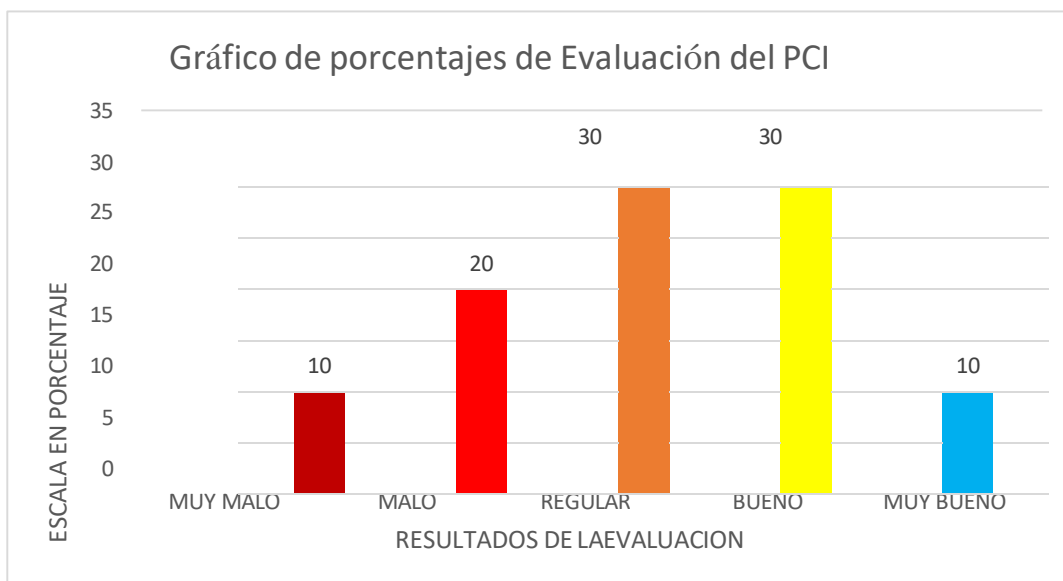


Figura 18. Gráfico de Evaluación del Pavimento Flexible del tramo seleccionado de la Avenida Anchoqueta según el método del PCI

Fuente: Elaboración propia

Comentario:

Así mismo en el gráfico 2 resaltamos el porcentaje de cada condición presente en el pavimento flexible de la Av. Anchoqueta, detallando un 10% MUY BUENO, 30% para BUENO, 30 % para REGULAR, un 20% para MALO y un 10% MUY MALO.

### Resultados de los ensayos de laboratorio Registro de excavación:

La Calicata C – 1, se ubicó en la progresiva 0+005 del tramo seleccionado de la Av. Anchoqueta, se excavó con maquinaria hasta una profundidad de 1.5 m.

Donde se visualiza un material granular bueno como subgrado textura de arena fina. A 2” de profundidad, se encontró un pavimento flexible en mal estado.

La Calicata C – 2, se ubicó en la progresiva 0+550 del tramo seleccionado de la Av. Anchoqueta, se excavó con maquinaria hasta una profundidad de x m.

Donde se visualiza un material granular bueno como subgrado textura de arena fina.

En torno a los ensayos de laboratorio referido a realizar la verificación del

afirmado y el terreno natural, mediante calicatas, Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Proctor modificado, CBR, y Lavado asfáltico.

### Contenido de Humedad

El contenido de humedad es la cantidad de agua que tiene el suelo en este caso las 2 calicatas presentan la siguiente humedad tal cual se muestra en el siguiente gráfico.

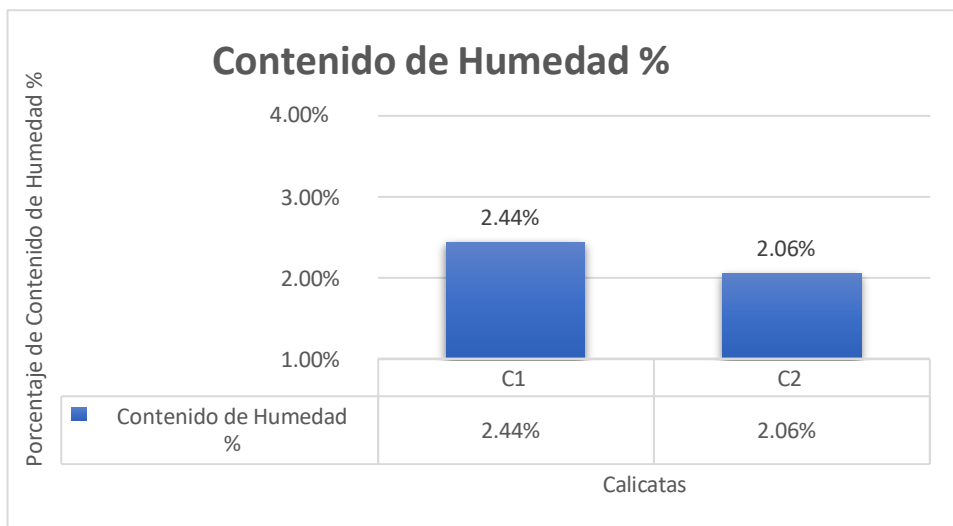


Figura 19. Gráfico de Contenido de Humedad

Fuente: Elaboración propia

### Comentario:

Podemos observar que según el gráfico 18 que corresponde al ensayo de contenido de humedad realizado a las 2 calicatas, que la Calicata N°1 tiene una humedad mayor a la de la calicata 2 con un porcentaje de humedad de 2.44% y la calicata 2 cuenta con un porcentaje de humedad de 2.06%, siendo la diferencia de 0.38% entre ambas muestras evaluadas.

## **Análisis granulométrico**

### Calicata - 1 – Terreno Natural

- Según Clasificación de suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
  - ✓ A - 3 - Arena Fina.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), el suelo se clasifica:
  - ✓ Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.

### Calicata - 1 - Afirmado

- Según Clasificación de Suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
  - ✓ A-1-a. Fragmentos de roca, grava y arena.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), el suelo se clasifica:
  - ✓ Grava mal graduada con limo con arena GP GM.

### Calicata - 2 – Terreno Natural

- Según Clasificación de suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
  - ✓ A - 3 - Arena Fina.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), el suelo se clasifica:
  - ✓ Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.

### Calicata - 2 - Afirmado

- Según Clasificación de Suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
  - ✓ A-1-b. Fragmentos de roca, grava y arena.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), el suelo se clasifica:
  - ✓ Grava arcillosa – limoso con arena GC - GM.

Según los resultados de laboratorio obtenemos que para las calicatas C1 según el (AASHTO) A-3 Arena fina. S.U.C.S. suelo de partículas gruesas (Suelo limpio).

Según los resultados de laboratorio obtenemos que para las calicatas C2 según el (AASHTO) Material granular excelente a bueno como subgrado A-1-B fragmento de

roca, grava y arena. S.U.C.S. suelos de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

**Tabla 15**

*Clasificación de suelos*

<b>CALICATAS</b>	<b>GRANULOMETRIA AASHTO</b>	<b>(S.U.C.S.)</b>
CALICATA - 1	A-3 Material granular	Suelo de partículas gruesas
CALICATA - 2	A-1-B fragmentos de roca, grava y arena	Suelo de partículas gruesas con finos

Fuente: *Elaboración propia.*

### **Proctor modificado**

Del material obtenido de las 2 calicatas, indicada el ítem 1, estas sirvieron para realizar el Proctor modificado y se determinó de la manera siguiente.

En la calicata N° 1

En el Terreno Natural, el Proctor modificado arrojó una M.D.S: 1,880 g/ cm<sup>3</sup> y un O.C.H: 9.3%.

En la Subbase y Base, el Proctor modificado arrojó una M.D.S: 2,199 g/ cm<sup>3</sup> y un O.C.H: 5.1%.

En la calicata N° 2

En el Terreno Natural, el Proctor modificado arrojó una M.D.S: 1,769 g/ cm<sup>3</sup> y un O.C.H: 9.0%.

En la Subbase y Base, el Proctor modificado arrojó una M.D.S: 2,182 g/ cm<sup>3</sup> y un O.C.H: 5.4%.

## Resultados del CBR

Del material obtenido de las calicatas, sirvieron para realizar el Ensayo de CBR y se determinó que: En la Calicata 1 (C-1) El ensayo N.º 01 de CBR arrojó un porcentaje al 100% de 46.3% y el CBR arrojó un porcentaje al 95% de 29.10% de la M.D.S.

En la Calicata 2 (C-1) el ensayo N.º 02 de CBR arrojó un porcentaje al 100% de 23.90% y el CBR arrojó un porcentaje al 95% de 17.80% de la M.D.S.

La N.T.P. C.E 0.10, indica que en la base para los pavimentos flexibles el CBR es 40 % como mínimo. El CBR obtenido en la base existente de la zona evaluada es de 35.10 % como promedio.

### Tabla 16

*Comparación de resultados de laboratorio con la Norma (N.T.P.)*

Elementos	Resultados ensayados	Resultados de la Norma C.E. 0.10	Diferencia (RE-RN min) %
Base (CBR)	35.10%	≥ 40 %	4.90%

Fuente: *Elaboración propia.*

### Comentario:

Según la tabla N° 14 podemos decir que de los resultados obtenidos del ensayo de CBR ensayados en el laboratorio de la Universidad San pedro en comparación con los resultados proporcionados por la Norma C.E. 0.10 tenemos una diferencia mínima de 4.90%, lo cual es algo admisible para este tipo de ensayos.

#### IV. ANALISIS Y DISCUSIONES

Por medio de la evaluación Física y Visual que se realizó en la primera parte del método PCI realizada a Av. Anchoqueta – Nuevo Chimbote se pudo identificar 5 tipos de fallas dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Baja, Media y Alta, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible.

Aplicando el método Pavimenta Condition Index (PCI) se determinó que el tramo de la Av. Anchoqueta con un recorrido de 0.700 km tiene un resultado de 47.35, lo que vendría ser un estado regular, pero que en las intersecciones de esta misma si obtienen resultados negativos como bueno, malo y muy malo.

Al realizar la comparación de los resultados encontrados en el proceso de desarrollo de esta investigación con los resultados y conclusiones arribadas en las investigaciones indicadas como antecedentes, destacamos una tendencia equivalente, en la medida que, en la evaluación de las condiciones del estado de pavimentación de las zonas consideradas en la evaluación, predominan en forma parecida el registro de la incidencia de las patologías o daños denominados: Desgregacion y Desgaste, Desnivel de Calzada y Grietas de borde. Así tenemos que en esta línea de convicción tenemos las conclusiones de Barrera, J. (2014) que en su investigación referida sostiene que estas fallas suelen ser superficiales en cambio otras provienen de capas inferiores en forma de reflejo de la misma. Por su parte Val Melus y Medina (2009) en su investigación “Enfermedades de los pavimentos de las carreteras” concluye que el estado de la superficie sobre la circular influye en el consumo de combustible y en la vida de los distintos elementos de los vehículos, empezando lógicamente por los propios neumáticos.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación del método PCI brindo una escala promedio de PCI = 47.35, la cual, en el primer tramo inspeccionado, un rango de PCI = 54 para el segundo tramo un rango de PCI = 12 para el tercer tramo inspeccionado un rango de PCI = 55 para el cuarto tramo inspeccionado un rango de PCI = 57 para el quinto tramo inspeccionado un rango de PCI = 42.5 para el sexto tramo inspeccionado un rango de PCI = 76 para el séptimo tramo inspeccionado un rango de PCI = 54 para el octavo tramo inspeccionado un rango de PCI = 32 para el noveno tramo inspeccionado un rango de PCI = 36 y para el décimo tramo inspeccionado un rango de PCI = 55 en toda la Av. Anchoqueta, lo cual clasifica como un pavimento Regular.

Se ha identificado diversas patologías que tienen cada tramo de pavimento flexible, y su respectivo porcentaje de reducción para luego calcular las diversas patologías de mayor incidencia en cada tramo de la Av. Anchoqueta. La mayor incidencia según cálculos realizados son Desgregacion y desgaste, grietas de borde y desnivel de calzada.

El pavimento de la Av. Anchoqueta presenta con mayor frecuencia una falla que tiene la mayor densidad en las diferentes losas evaluadas y corresponde a la falla N°19 que es las Desgregacion y desgaste.

También es importante destacar que el tipo de patología que le sigue en incidencia lo constituye la patología denominada Grietas de Borde, la misma que se evidencia su existencia en el estado de la pavimentación en las Unidades de Muestra que fueron evaluadas.

## **RECOMENDACIONES**

Seguir investigando en este tema y problemática referida a evaluar la Condición del Estado del Pavimento de las principales zonas de la ciudad, en donde se evidencien aspectos no adecuados en su composición, a fin de conocer la realidad del Estado de la Condición de la Pavimentación en las mismas

Aumentar más Unidades de Muestra a ser evaluadas en las investigaciones a desarrollarse, con la finalidad de tener una mayor confiabilidad en los resultados encontrados, que permita establecer conclusiones más consistentes que tiendan a disminuir el margen de error respectivo.

Solicitar a las autoridades de la Universidad que los resultados de estos tipos de investigaciones sean difundidos y gestionados a las autoridades políticas que administran nuestra ciudad y región, a fin de presentarlos las conclusiones arribadas y que sean asumidas e implementadas, para buscar la solución de las situaciones problemáticas que se registran.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera, A. (2017). *Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida don Bosco, cuadras 28, 29,30 y 31 del AAHH. Santa rosa, distrito veintiséis de octubre, departamento de Piura, octubre – 2017*. Recuperado de [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3342/ESTUDIO\\_VISUAL\\_PATOLOGIAS\\_AV\\_DON\\_BOSCO\\_AGUILERA\\_CHINCHAY\\_ANDRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3342/ESTUDIO_VISUAL_PATOLOGIAS_AV_DON_BOSCO_AGUILERA_CHINCHAY_ANDRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Caceda, J. (2016). *Construcción de carreteras y su política de riesgos laborales considerando sus procesos constructivos en la provincia de concepción – Junín*. Recuperado de <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/266/JUAN%20ANTEOR%20CACEDA%20CORILLOCLLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Canchis, P. y Montoya, P. (2016). *Evaluación de las patologías del pavimento flexible de la Av. Argentina – Nuevo Chimbote – Santa*. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8029/Tesis\\_595\\_09.pdf?sequence=1](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8029/Tesis_595_09.pdf?sequence=1)
- Castillo, H. y Robles, L. (2019). *Análisis estructural del pavimento flexible de las calles 02, 03 y 04, en la urbanización Los Pinos, Chimbote, Ancash – 2019*. Recuperado de [Castillo\\_PHW-Robles\\_CHLA.pdf](#).
- Cantuarias, L. y Watanabe, J. (2017). *Aplicación del Método PCI para la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la Avenida Camino Real de la Urbanización la Rinconada del Distrito de Trujillo*. Recuperado de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3589>
- Diaz, G. (2017). *Evaluación, análisis y planteo de alternativas para la conservación y rehabilitación del pavimento asfáltico en la carretera Puente Cunyac-Cusco desde el km 890+000 al km 895+000*. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/items/2d9b04ec-3646-4a1f-a21b-65eb2ed747d1/request-a-copy?bitstream=0452fd8c-19a3-456f-a58b->

4eac6c150668Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima, Perú.

Manual del MTC (2021). *Manual de carreteras y de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Muñoz, J. (2021). *Evaluación del pavimento flexible utilizando el PCI y índice de Rugosidad*. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96899>

PAVEMENT CONDITION INDEX (2008). *Pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Recuperado de: <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-pci1.pdf>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2010). *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>.

Salazar, A. (2019). *Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transpirabilidad de la carretera Pomalca – Tumán*. Recuperado de [file:///C:/Users/user/Downloads/Salazar\\_TAA.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Salazar_TAA.pdf)

## VII. ANEXOS Y APENDICE

**Anexo 1:** Matriz de Operacionalización de las Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Evaluación de fallas del pavimento flexible	Decimos de la estructura del pavimento flexible que se encuentra apoyada sobre el suelo o sub rasante, y está compuesto por capas de distintos materiales de distintas calidades y/o espesores, que cumplan a un diseño estructural adecuado.	Para este proyecto se realizó calicatas y extracción de núcleos a lo largo del jirón Pachitea para luego proceder en el laboratorio a realizar los estudios correspondientes. Luego a ello se procesó a la evaluación mediante fichas técnicas establecidas para obtener datos requeridos.	Condición del pavimento	Bajo Medio Alto
El método del PCI (Índice de la Condición del Pavimento)	Se refiere a las manifestaciones sintomáticas en las que se presentan lesiones físicas, químicas, mecánicas; como la presencia o evidencia de fallas que pueden sufrir o alterar la estructura y comportamiento del pavimento durante su vida útil. Cuantificado su cantidad y severidad según el manual del PCI.	El manual del PCI nos detalla la evaluación de pavimentos flexibles mediante la observación in situ sin influir en ellas	Características físicas	Fisuras Deformaciones Daños Superficiales Otros daños

**ANALISIS GRANULOMETRICO  
(Calicata 1 y Calicata 2)**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

BOLETA: OBTURA SEÑALADA MORAN  
 TÍTULO: EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLECCIBLE MEDIANTE WITZGIBER, PO: AVENIDA ANCHIVETI  
 MUESTRA: CALZADA 1 TERRAZO/ARCILLA  
 LUGAR: NUEVO CHIMBOTE, SANTA ANA  
 FECHA: 15/02/2012

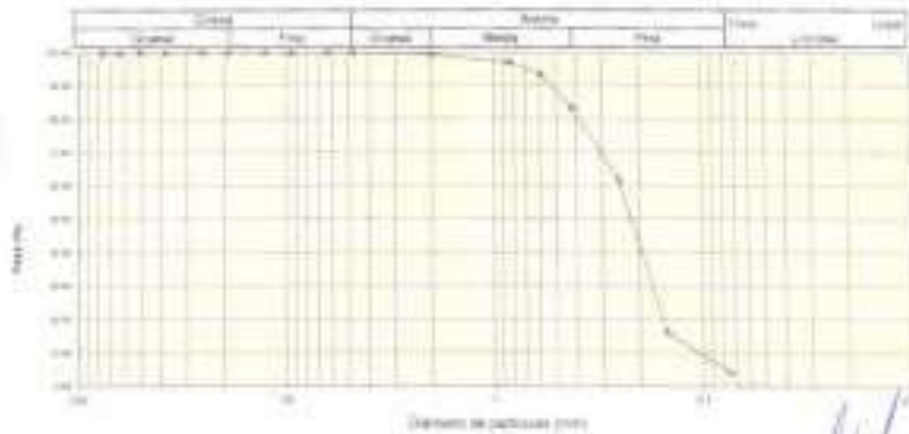
Peso seco (g)	572	g
Peso del Lebrillo	649.2	g
Peso del agua retenida	77.2	g

CALZADA 1
M 1
GRAN 1.02

Tamaño/Abertura	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Pasado (%)	Porcentaje Acumulado (%)	Porcentaje (%)	Clasificación GRAN (S)
Nº 1	15.23	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena gruesa
2	48.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
4.75	17.53	0.0	0.0	0.0	100.0	
7.5	22.05	0.0	0.0	0.0	100.0	Mediana gruesa (S)
9.5	15.09	0.0	0.0	0.0	100.0	
12.5	12.56	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.M.) (S)
15.0	5.52	0.0	0.0	0.0	100.0	
19.0	8.35	0.0	0.0	0.0	100.0	Sub-arreglo para gravas, sub-arreglo
Nº 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 10	2.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Mediana fina (S)
Nº 20	0.850	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 30	0.600	0.0	0.0	0.0	100.0	Pasado para Nº 20 (S)
Nº 40	0.425	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 60	0.250	0.0	0.0	0.0	100.0	Pasado para Nº 200 (S)
Nº 100	0.150	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 200	0.075	0.0	0.0	0.0	100.0	Pasado para Nº 425 (S)
Tota	572.2	100.0	100.0	100.0	100.0	

Índice de arena	0
Índice de arena	0
Índice de arena	0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Director del Laboratorio



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA: COMPAÑIA SERVICIO NORON  
 TEMA: EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE METODO DEL P.O. AVENIDA WACHICUNTA  
 MUESTRA: CALUCATA - 1 NORMAL  
 LUGAR: NUNO CHABOTE - DANTA - ANDES  
 FECHA: 15/10/2023

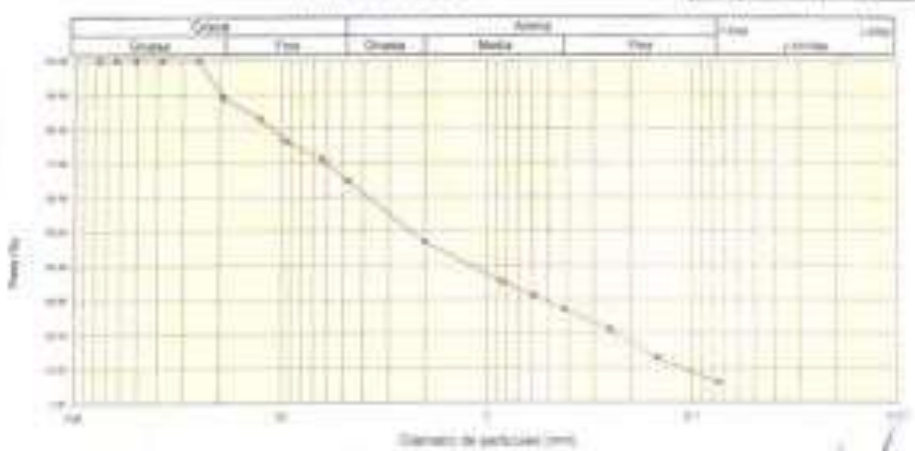
Peso Saco Inicial	1500.0	g
Peso Saco Limpio	948.1	g
Peso partícula > 75µm	51.0	g

CALUCATA - 1
M - 1
PROF. 0.40

Tamaño (mm)	Peso (g)	Relación Porcentaje (%)	Relación Acumulada (%)	Pasante (%)	Clasificación (ASTM)
Nº					
2.00	20.30	0.0	0.0	100.0	Material grueso Substrato de base para pavimentos A-1-a Propiedades de base (ASTM D1557)
2.50	69.80	0.0	0.0	100.0	
3.00	27.50	0.0	0.0	100.0	
4.75	22.50	0.0	0.0	100.0	
7.50	19.00	126.6	126.6	19.8	
15.00	12.50	82.0	9.2	17.7	Clasificación: A-1-a (C.B.)
30.00	9.00	60.0	8.8	22.7	
60.00	6.00	40.0	5.3	28.9	
Nº 4	4.75	31.0	6.4	35.1	
Nº 10	2.00	136.2	17.9	53.2	
Nº 20	0.850	118.0	11.7	64.9	
Nº 30	0.600	39.0	3.9	90.7	
Nº 40	0.425	42.0	4.2	72.9	
Nº 60	0.250	39.0	5.3	79.8	
Nº 100	0.150	84.0	8.4	87.1	
Nº 200	0.075	72.0	7.2	84.3	
> 200		51.0	3.7	100.0	
Total		1400.0		100.0	

Límite líquido (LL)	0
Límite plástico (LP)	0
Índice plasticidad (PI)	0

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Zamora  
 Director Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D691)

TITULO: CURVA DE RENDIMIENTO  
 TEMA: EVALUACION DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE METODO DEL PDI - ARIENDA ANCHETA  
 AREA: CALICATA - 2 TERRENO NATURAL  
 UBICACION: NUEVO CAMBAYE - SANTA ANGLAS  
 FECHA: 13/02/2023

Peso seco total	483.3	g
Peso Saco Limpio	443.3	g
Peso pedregal por tamiz	39.7	g

Calicatas	1
M	1
PROF	1.0

Tamiz (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Pasado (%)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Pasado (%)	Cuantil de Retenido (%)
N						
75	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
150	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
300	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
600	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
2.5	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
4.75	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
7.5	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
15	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
30	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
60	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
106	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
200	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
425	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1060	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
2000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
4750	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
7500	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
15000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
30000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
60000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
106000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
200000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
475000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1500000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
3000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
6000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
10600000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
20000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
47500000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
75000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
150000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
300000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
600000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1060000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
2000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
4750000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
7500000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
15000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
30000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
60000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
106000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
200000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
475000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1500000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
3000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
6000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
10600000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
20000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
47500000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
75000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
150000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
300000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
600000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1060000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
2000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
4750000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
7500000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
15000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
30000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
60000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
106000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
200000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
475000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1500000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
3000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
6000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
10600000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
20000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
47500000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
75000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
150000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
300000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
600000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1060000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
2000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
4750000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
7500000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
15000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
30000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
60000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
106000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
200000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
475000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1500000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
3000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
6000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
10600000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
20000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
47500000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
75000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
150000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
300000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
600000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1060000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
2000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
4750000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
7500000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
15000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
30000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
60000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
106000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
200000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
475000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1500000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
3000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
6000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
10600000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
20000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
47500000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
75000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
150000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
300000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
600000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1060000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
2000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
4750000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
7500000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
15000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
30000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
60000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
106000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
200000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
475000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
750000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
1500000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
3000000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
6000000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
10600000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8.2	91.8	
20000000000000000000000000000000000000	39.7	8.2	91.8	8		



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

**DISEÑO:** BACH. ROLANDO ROSA FARIAS  
**TÍTULO:** Caracterización de las Propiedades Físico Mecánicas de los Materiales de las Carreteras de la Provincia de Ayacucho 2021  
**CATEDRA:** CAMBIOS FUENTE  
**MUESTRA:** M-1 (ARMADO)  
**LUGAR:** CARRETERA FRECUENCIA DE CÁRAMA - AYACUCHO  
**PROVA:** 19/12/2021

Peso seco (P <sub>1</sub> )	1210.3	g
Peso seco (P <sub>2</sub> )	1036.0	g
Peso perdido por lavado	184.3	g

W <sub>1</sub>	85.6
W <sub>2</sub>	85.6

Tamaño (Malla)	Peso (g)	Retenido (Referencia)	Retenido (Muestra)	Retenido (Acumulado)	Porcentaje (%)	Clasificación AASHTO
W	18.20	0.0	0.0	0.0	1.50	Materiales gruesos Pasados a la malla N° 200
2.0	30.80	0.0	0.0	0.0	2.50	
7.5	37.80	0.0	0.0	0.0	3.10	
150	52.90	100.0	8.3	8.3	4.30	Materiales finos Pasados a la malla N° 200
200	18.00	89.7	1.8	10.1	1.50	
425	12.90	86.9	1.0	11.1	0.90	Materiales muy finos Pasados a la malla N° 200
75	6.50	84.2	4.9	16.0	0.50	
150	6.30	88.0	5.7	21.7	0.50	Materiales muy finos Pasados a la malla N° 200
N° 4	4.70	81.0	0.0	21.7	0.30	
N° 10	2.00	119.0	8.8	30.5	1.60	Materiales muy finos Pasados a la malla N° 200
N° 20	0.830	174.8	8.4	38.9	0.70	
N° 30	0.800	32.0	2.6	41.5	0.60	Materiales muy finos Pasados a la malla N° 200
N° 40	0.425	32.0	2.6	44.1	0.20	
N° 60	0.250	96.0	3.1	47.2	0.20	Materiales muy finos Pasados a la malla N° 200
N° 100	0.150	172.0	14.2	61.4	0.10	
N° 200	0.075	80.0	8.6	70.0	0.0	Materiales muy finos Pasados a la malla N° 200
< 0.075	184.3	15.7	100.0	100.0	0.0	
Total	1210.3				100.0	

Límite Líquido (LL)	18.0
Límite Plástico (LP)	12.75
Índice de Plasticidad (PI)	4.18

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 T.º ROLANDO ROSA FARIAS  
 Docente Profesional de Ingeniería Civil

**PROCTOR MODIFICADO (Calicata 1 y  
Calicata 2)**

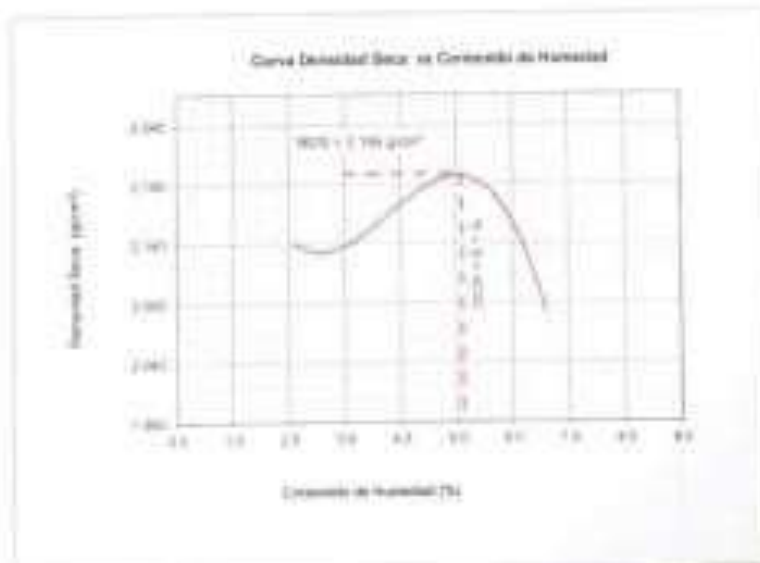


**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM C-1557 MTC E 115

SOLICITA: CRONIA GEMASQUE HORAS  
 TESIS: EVALUACION DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE METODO DEL PG. AVENIDA ANCHIVITA  
 MATERIAL: ASPHALTO  
 CALZADA: 1  
 CUYAM: ALCAYO CHIMOTO - PROV DE SANTA ANA CASH  
 FECHA: 14/12/2011

Método Compaction	1"	Número de Golpes		30"
Energía de Compactación (Walter)	27.7 kJ/m <sup>3</sup> / 100'			
01 - Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	7500	7130	7495	7627
02 - Peso del Molde (g)	3995.0	2650.0	2405.0	2800.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4505.0	4480.0	5090.0	4827.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2294.0	2294.0	2294.0	2294.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.186	2.266	2.310	2.318
06 - Tercer N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo húmedo + agua (g)	540.0	500.0	470.0	600.0
08 - Peso suelo seco + agua (g)	530.0	480.0	450.0	580.0
09 - Peso del agua (g)	10.0	12.0	14.0	20.0
10 - Peso del suelo (g)	250.0	190.0	180.0	190.0
11 - Peso suelo seco (g)	330.0	250.0	250.0	300.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.1	4.1	5.4	6.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.141	2.117	2.192	2.381

Contenido Óptimo Humedad: **5.1%** Densidad Suelo Máximo: **2.199 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Mónica Bolívar Jara  
 Docente - Laboratorio de Ingeniería Civil



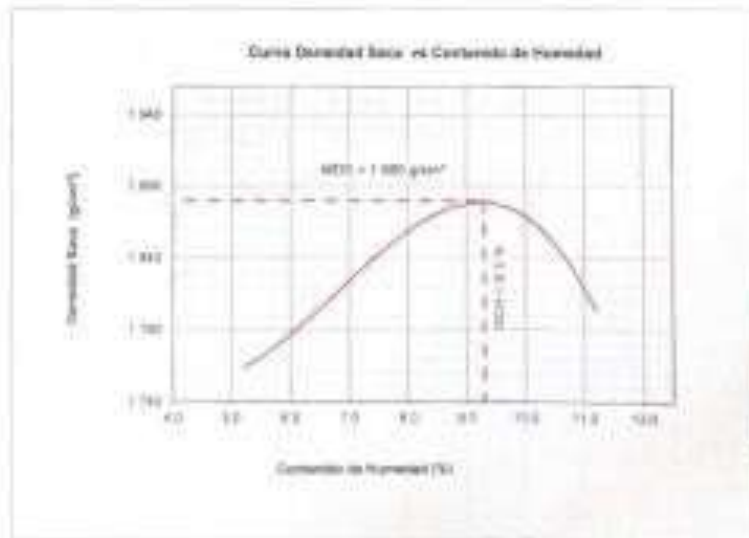
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D-1557 MTC 2 118

DELEGATA: CRISTINA SERRANO MORAN  
 TESIS: EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL PCL. AUTORA: ANCHOVITA  
 MATERIAL: SUELO NATURAL  
 CALICATA: 1  
 LUGAR: NUEVO CHIMBOTE - PROV. DE SANTA ANA - ANCASH  
 FECHA: 15/12/2023

Método Compactación	"A"	Número de Golpes		"B"
Energía de Compactación (Standard)		27.7 KJ/m <sup>3</sup> (100 ft <sup>3</sup> )		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3720	3843	3909	3881
02 - Peso del Molde (g)	1976.0	1976.0	1976.0	1976.0
03 - Peso Suelo-Humedo (g)	1744.0	1867.0	1933.0	1905.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	940.0	940.0	940.0	940.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.855	1.986	2.052	2.026
06 - Tareo N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tareo (g)	436.0	450.0	436.0	460.0
08 - Peso suelo seco + tareo (g)	425.0	433.0	408.0	453.0
09 - Peso del agua (g)	11.0	17.0	31.0	27.0
10 - Peso del tareo (g)	212.0	219.0	68.0	213.0
11 - Peso suelo seco (g)	213.0	223.0	33.0	241.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.2	7.6	9.2	11.2
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.886	1.879	1.803

Contenido Óptimo Humedad: **8.3 %** Densidad Seca Máxima: **1.886 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. *[Signature]*  
 Docente Titular del Laboratorio 1.01



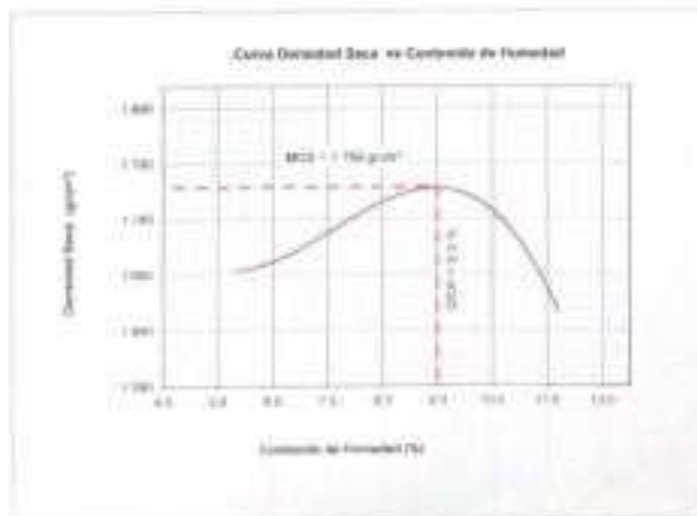
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E- 113

BOLETA: DINDHYA BERNARDI MOYAN  
 TESIS: EVALUACION DE FALLAS DE PAVIMENTO RIGIDO MEDIANTE METODO DEL MOL. AVENIDA ANCHOVITA  
 MATERIAL: SUELO NATURAL  
 CALICATA: 2  
 LUGAR: NUESTRO SEÑOR DE FIEBRE DE SANTA - ANCASH  
 FECHA: 10/12/2023

Método Comparación	"A"	Número de Colpas		
Energía de Compactación (Standard)		27.7 Kg cm / cm <sup>2</sup>		
01 - Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	3653	3706	3781	3707
02 - Peso del Molde (g)	1976.0	1975.0	1976.0	1976.0
03 - Peso Suelo Húmedo (g)	1677.0	1731.0	1805.0	1731.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	940.0	940.0	940.0	940.0
05 - Densidad Suelo Húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.844	1.920	1.841
06 - Tareo M <sup>1</sup>	01	02	03	04
07 - Peso suelo húmedo + tareo (g)	324.0	452.0	800.0	492.0
08 - Peso suelo seco + tareo (g)	310.0	434.0	472.0	420.0
09 - Peso del agua (g)	14.0	18.0	18.0	24.0
10 - Peso del tareo (g)	104.0	382.0	204.0	212.0
11 - Peso suelo seco (g)	157.0	232.0	206.0	214.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.3	8.9	8.7	11.2
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.694	1.725	1.707	1.696

Contenido Óptimo Humedad: **8.9 %** Densidad Seca Máxima: **1.725 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Director Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D-1557 MTC E 11E

BOLETA: DORTHA ZERBAQUE MORAN  
 TESIS: EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL PO - AVENIDA ANCHIVETA  
 MATERIA: ARIANADO  
 CALICATA: 7  
 LUGAR: NUEVO CHIMOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA: 15/12/2015

Método Compactación	1 <sup>o</sup>	Número de Golpes		56
Energía de Compactación (Standard)	27.1 Kg cm x cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7515	7586	7788	7982
02 - Peso del Molde (g)	2825.0	2825.0	2825.0	2825.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4690.0	4761.0	4963.0	5157.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.069	2.105	2.190	2.274
06 - Tamo N <sup>o</sup>	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tamo (g)	500.0	500.0	500.0	500.0
08 - Peso suelo seco + tamo (g)	432.0	549.0	532.0	480.0
09 - Peso del agua (g)	68.0	151.0	168.0	120.0
10 - Peso del tamo (g)	185.0	393.0	160.0	188.0
11 - Peso suelo seco (g)	327.0	348.0	362.0	282.0
12 - Contenido de Humedad (%)	2.4	3.4	5.1	7.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.118	2.133	2.178	2.090

Contenido Óptimo Humedad: **5.4 %** Densidad Saca Máxima: **2.182 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Director del Laboratorio

## **CBR (Calicata 1 y Calicata 2)**



**RELACION DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA: DINTHA BERNARDE MORAN  
 RESO: EVALUACION DE FILAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE METODO DEL P.C. BUENOS RICHOVETA  
 MATERIAL: ASFALTO  
 CALICATA: 1  
 LUGAR: NUEVO CHIBOTE - PUNO DE SANTA ANA  
 FECHA: 15/12/2022

Características						
Numero de Muestras	1		2		3	
Numero de Copes	3		5		5	
Numero de Grupos	50		25		12	
Energia Compensacion (Jugadores)	27.7		12.2		6.1	
<b>Densidad Seca (CBR)</b>						
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)	6 102.0		6 900.0		6 844.0	
02 - Peso del molde (g)	4 121.4		4 153.6		4 040.5	
03 - Peso suelo húmedo (g)	1 980.6		2 746.4		2 803.5	
04 - Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	2 152 000		2 127 000		2 121 500	
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	2 300		2 749		2 317	
06 - Tareo (g)	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo húmedo + tareo (g)	400.0		400.0		412.0	
08 - Peso suelo seco + tareo (g)	400.0		418.0		400.0	
09 - Peso del agua (g)	0.0		0.0		12.0	
10 - Peso del agua (g)	0.0		0.0		0.0	
11 - Peso suelo seco (g)	240.0		218.0		198.0	
12 - Constante de humedad (%)	6.0		5.5		6.1	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2 189		2 119		2 261	
<b>Absorción</b>						
Numero de Muestras	1		2		3	
01 - Peso suelo húmedo arena (g)	4 994.9		4 754.4		4 703.0	
02 - Peso suelo granulado + arena (g)	2 190.6		2 016.2		2 072.6	
03 - Peso del molde (g)	4 121.4		4 153.6		4 140.5	
04 - Peso suelo ambiente (g)	1 099.2		1 302.6		1 331.1	
05 - Peso del agua ambiente (g)	34.8		106.2		126.6	
06 - Peso del suelo seco (g)	4 725.2		4 506.3		4 434.7	
07 - Absorción de agua (%)	2.3		2.4		2.9	
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga (kg) / Lectura (mm) 2440345-27 02016						
Masa	1 (50 Grupos)		2 (25 Grupos)		3 (10 Grupos)	
PEM (mm)	Let. Det.	Carga (kg)	Let. Det.	Carga (kg)	Let. Det.	Carga (kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.43	0.0	165.9	0.0	121.4	0.0	91.7
1.3	0.0	219.1	0.0	180.9	0.0	151.1
1.6	0.0	389.1	0.0	218.1	0.0	182.8
2.5	0.0	580.31	0.0	312.61	0.0	271.12
3.2	0.0	665.3	0.0	433.1	0.0	325.1
3.8	0.0	800.2	0.0	601.6	0.0	448.0
4.98	0.0	1090.2	0.0	802.2	0.0	554.8
7.6	0.0	1430.1	0.0	1149.1	0.0	760.0
10.16	0.0	1865.5	0.0	1251.9	0.0	886.0
12.7	0.0	2281.0	0.0	1542.6	0.0	1258.0
Carga (%)	580.31 kg (42.7%)		312.61 kg (22%)		270.12 kg (19.4%)	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Encargado del Laboratorio Civil





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1585

UBICITA: CIUDAD UNIVERSITARIA MURM  
TITULO: EVALUACIÓN DE FALLAS DE FUNDIMIENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO DEL P.C. INGENIERO ANTONIO  
NOMBRE: TERREJO NATALIA  
CALCULO: A  
LUGAR: NÚMERO 20000 - PROV. DE SANTA BARBARA  
FECHA: 10/03/2021

Características						
Numero de Muestras	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Grupos	50	50	50			
Energia Compactacion (kg/cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	27.7	13.3	6.1			
<b>Densidad Seca (CBR)</b>						
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)	4454.0	4122.0	7874.0			
02 - Peso del molde (g)	4137.4	4153.8	4140.3			
03 - Peso suelo húmedo (g)	4216.6	3968.4	3733.7			
04 - Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2100.000	2121.000	2121.000			
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.008	1.866	1.757			
06 - Tareo W	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo húmedo + tareo (g)	450.0	470.0	460.0			
08 - Peso suelo seco + tareo (g)	434.0	456.0	442.0			
09 - Peso de agua (g)	16.0	14.0	18.0			
10 - Peso del suelo (g)	282.0	290.0	164.0			
11 - Peso suelo seco (g)	232.0	256.0	218.0			
12 - Coeficiente de humedad (%)	6.9	5.5	8.8			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.079	1.199	1.067			
<b>Absorción</b>						
Numero de Muestras	1	2	3			
01 - Peso suelo húmedo antes (g)	4218.5	3986.4	3923.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	3271.1	3253.7	4132.4			
03 - Peso del molde (g)	4137.4	4153.8	4140.3			
04 - Peso suelo embebido (g)	4433.7	4160.1	3561.0			
05 - Peso del agua absorbida (g)	117.1	151.7	158.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	4208.1	3782.6	3868.4			
07 - Absorción de agua (%)	2.8	3.0	4.4			
<b>Permeabilidad</b>						
Factor Anillo: Carga (kg) = Lectura (mm) 2497.045 * 0.7 200.8						
Muestra (10 Grupos)						
		2725 (kg/cm <sup>2</sup> )		3112 (kg/cm <sup>2</sup> )		
PPM (mm)	Let. Dia	Carga (kg)	Let. Dia	Carga (kg)	Let. Dia	Carga (kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.03	0.0	100.0	0.0	70.4	0.0	44.0
1.1	0.0	154.1	1.1	83.2	0.0	66.2
1.9	0.0	189.4	0.0	121.4	0.0	78.9
2.8	0.0	265.61	0.0	162.86	0.0	104.40
3.7	0.0	372.1	0.0	218.1	0.0	161.1
3.9	0.0	418.8	0.0	274.4	0.0	173.4
5.08	0.0	457.1	0.0	333.2	0.0	208.4
7.6	0.0	495.2	0.0	388.1	0.0	237.1
10.18	0.0	543.9	0.0	473.1	0.0	291.4
12.7	0.0	580.2	0.0	492.8	0.0	328.1
Carga (%)	263.87 kg (10.5%)	161.89 kg (11.2%)		104.4 kg (7.1%)		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ing. Miguel Ángel Lara  
Código Profesional: 10000000000000000000





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1582

ENCARGATA: CINTHYA BERNARDE MORAN  
 TÍTULO: EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE METODO DEL PCI AVENIDA ANCHOVETA  
 MATERIAL: TERRENO NATURAL  
 CALICATA: 3  
 LUGAR: NIVEL CHIMBOTE - PROV. DE SANTA ANA  
 FECHA: 14/10/2023

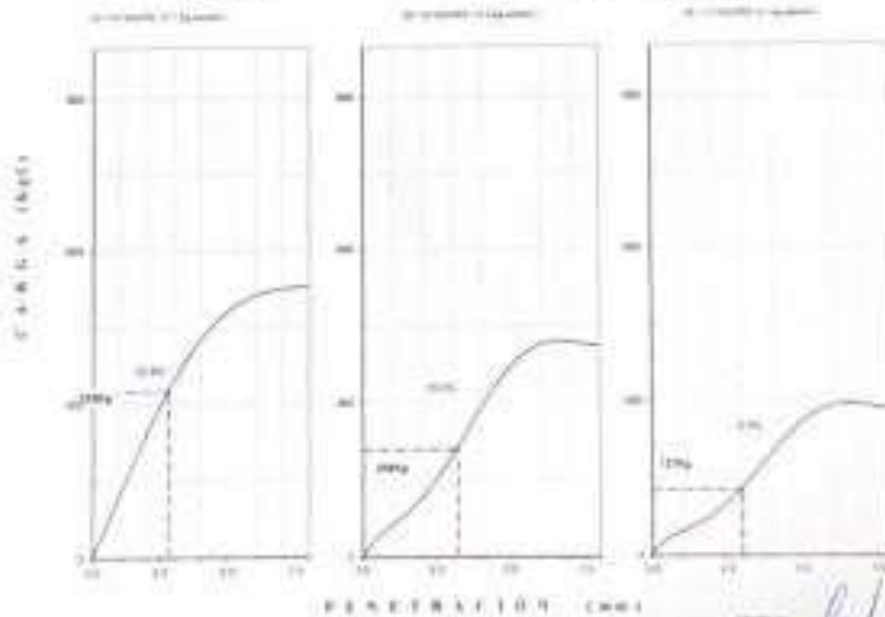
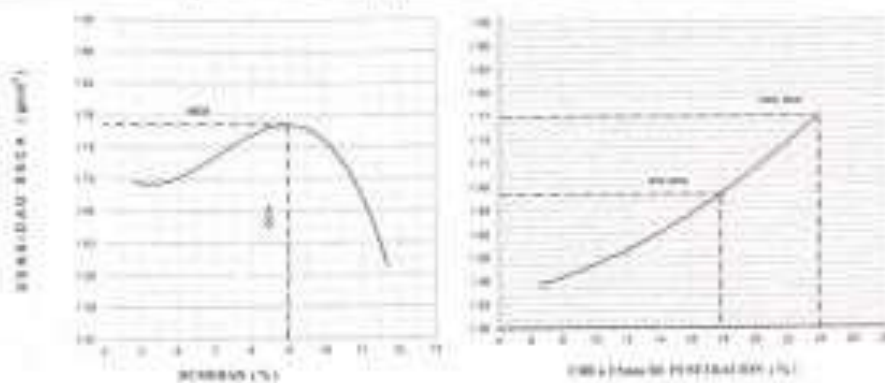
Características		1	2	3	
Numero de Muestras		5	5	5	
Numero de Cortes		5	5	5	
Numero de Golpes		50	25	17	
Energía Compensación (kg-cm/golpe)		27.7	12.2	6.1	
<b>Densidad Seca (CBR)</b>					
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)		8 290.0	7 840.0	7 726.0	
02 - Peso del molde (g)		4 137.4	4 133.8	4 740.5	
03 - Peso suelo húmedo (g)		4 152.6	3 694.4	3 585.5	
04 - Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )		2 150.000	2 127.000	2 127.000	
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )		1.931	1.737	1.686	
06 - Tareo (%)		0.0	0.0	0.0	
07 - Peso suelo húmedo + tareo (g)		500.0	490.0	480.0	
08 - Peso suelo seco + tareo (g)		478.0	450.0	450.0	
09 - Peso del agua (g)		22.0	20.0	22.0	
10 - Peso del tareo (g)		208.0	199.0	234.0	
11 - Peso suelo seco (g)		270.0	232.0	254.0	
12 - Contenido de humedad (%)		8.1	8.6	8.7	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.270	1.100	1.206	
<b>Absorción</b>					
Numero de Muestras		1	2	3	
01 - Peso suelo húmedo aire (g)		4 112.6	3 694.4	3 585.5	
02 - Peso suelo aire seco + molde (g)		3 311.8	2 980.8	2 874.0	
03 - Peso del molde (g)		4 131.8	4 155.8	4 140.0	
04 - Peso suelo aire seco (g)		4 234.4	3 427.0	3 734.0	
05 - Peso del agua absorbida (g)		121.8	132.6	140.0	
06 - Peso del suelo seco (g)		3 904.9	3 401.2	3 290.7	
07 - Absorción de agua (%)		3.2	3.9	4.3	
<b>Plastinidad</b>					
Factor Aaire: Carga (kg) m <sup>2</sup> / Lactado Dia 14 2401545+27 30018					
Golpes		1 (60 Golpes)		2 (25 Golpes)	
40M (mm)	Lac. Dia	Carga (kg)	Lac. Dia	Carga (kg)	Lac. Dia
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	18.9	0.0	49.2	0.0
1.3	0.0	176.6	1.3	74.4	0.0
1.9	0.0	210.6	1.9	104.4	1.3
2.5	0.0	287.12	2.5	151.18	1.9
3.3	0.0	362.0	3.3	202.1	2.5
3.8	0.0	440.1	3.8	285.8	3.3
5.08	0.0	605.6	5.08	383.8	3.8
7.6	0.0	829.3	7.6	474.6	5.08
10.16	0.0	1091.1	10.16	655.3	7.6
12.7	0.0	1405.5	12.7	833.6	10.16
Carga (%)	287.0 kg (31.1%)	161.16 kg (11.1%)		81.66 kg (6.1%)	

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Encargado del Laboratorio



**RELACIÓN DE SOPORTE - CSR (ASTM D-1587)**

CLIENTE: CENTRO DE INVESTIGACIONES	LABORATORIO: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	FECHA: 10/05/2017
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA SIERRA DE LOS ANDES	EXAMENADO POR: J. J. JIMÉNEZ	FECHA: 10/05/2017
ENCARGADO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES: DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA	PROYECTADO POR: J. J. JIMÉNEZ	FECHA: 10/05/2017
LABORANTE: J. J. JIMÉNEZ	TIPO DE ENSAYO: CSR (ASTM D-1587)	FECHA: 10/05/2017
INDICACIONES: MUESTRA DE SUELO: ARENA DE GRANES GRANES	PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA SIERRA DE LOS ANDES	FECHA: 10/05/2017
LABORANTE: J. J. JIMÉNEZ	FECHA: 10/05/2017	FECHA: 10/05/2017



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Lic. M. J. JIMÉNEZ  
 Encargado del Laboratorio



**RELACION DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D- 1585**

ENCARGO: DIGNA GERVASIO MORAN  
 TITULO: EVALUACION DE FALLAS DE FUNDAMENTO TERRESTRE MEDIANTE METODO DEL PUNTO AVANZA ANDOVETA  
 MATERIA: FUNDACION  
 CATEGORIA: I  
 LUGAR: NUEVO CHIBENTE - PROV. DE DAMA - ANCASH  
 FECHA: 10/10/2018

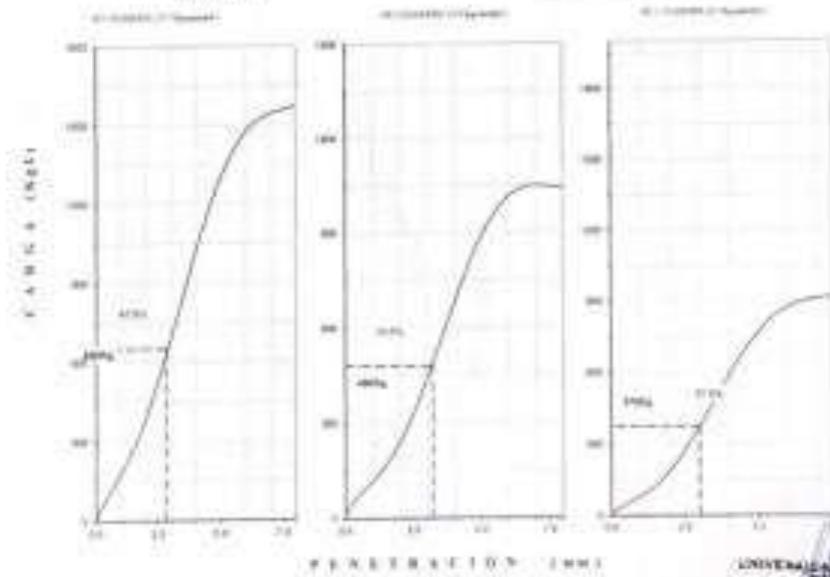
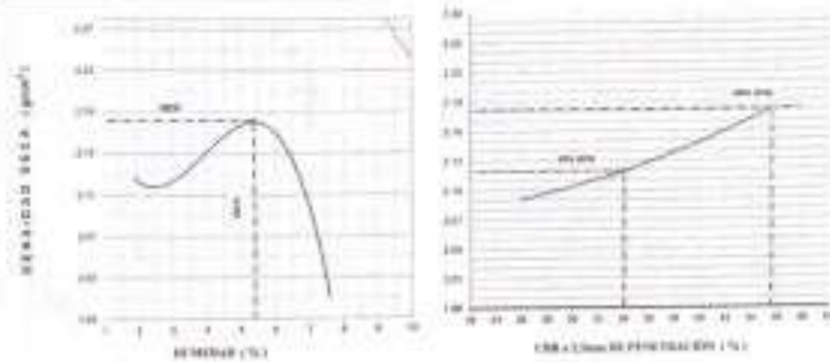
Características						
Numero de Muestras	1	2	3			
Numero de Golpes	6	25	5			
Numero de Golpes	66	25	12			
Energia Consolidacion (kg/cm <sup>2</sup> )	27.1	0.2	0.1			
Densidad Relativa (CBR)						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	6,052.0	4,910.0	8,810.2			
02 - Peso del molde (g)	4,737.4	4,152.8	4,142.1			
03 - Peso suelo humedo (g)	1,314.6	757.2	4,668.1			
04 - Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	2,150.980	2,127.580	2,121.180			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.206	2.236	2.201			
06 - Tarea (g)	0.0	0.8	2.5			
07 - Peso suelo humedo + tarea (g)	480.0	500.0	480.0			
08 - Peso suelo seco + tarea (g)	380.0	480.0	390.0			
09 - Peso del agua (g)	10.0	20.0	10.0			
10 - Peso del suelo (g)	200.0	260.0	250.0			
11 - Peso suelo seco (g)	180.0	235.0	240.0			
12 - Coeficiente de humedad (%)	8.4	3.7	8.3			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.149	2.118	2.091			
Absorción						
Numero de Muestra	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,914.6	4,158.4	4,958.5			
02 - Peso suelo estabecido + molde (g)	6,187.5	5,048.5	6,056.4			
03 - Peso del molde (g)	4,142.4	4,152.8	4,142.1			
04 - Peso suelo estabecido (g)	2,045.1	995.7	1,914.3			
05 - Peso del agua absorbida (g)	115.5	155.5	148.5			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,819.7	4,458.3	4,436.0			
07 - Absorción de agua (%)	2.5	2.4	3.3			
Penetración						
Factor Anillo: Carga (kg) / Lectura (MPa) 2AP(145x37) 82018						
Módulo						
1 (66 Golpes)						
2 (25 Golpes)						
3 (12 Golpes)						
PRM (cm)	Let. Dial	Carga (kg)	Let. Dial	Carga (kg)	Let. Dial	Carga (kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.1	121.4	11.0	104.4	10.0	111.2
1.3	0.2	248.9	22.0	202.8	19.0	81.7
1.9	0.3	399.4	34.0	274.9	25.0	191.8
2.5	0.4	482.56	44.0	387.37	33.0	227.38
3.2	0.5	717.3	63.0	553.8	48.0	433.9
3.8	0.6	1085.2	97.0	796.3	71.0	585.9
4.08	0.7	1750.9	155.0	1448.8	113.0	754.0
4.8	0.8	1980.1	178.0	1686.2	127.0	928.7
5.0	0.9	1982.5	178.0	1684.4	127.0	1220.4
5.7	1.0	2624.4	233.0	1919.3	163.0	1434.4
Carga (%)	442.34 kg (20.5%)	251.37 kg (11.6%)	227.38 kg (10.4%)			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. MSc. Gervasio Moran  
 Encargado del Laboratorio Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1583]**

NO. ORDEN:	00000000000000000000	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	11/08/2011
TÍTULO:	RELACION DE VALORES DE PENETRACION Y CBR EN SUELOS	TIPO DE INFORME:	LABORATORIAL
CLIENTE:	INSTITUTO VIAL	PROYECTO:	CONSTRUCCION DE CARRETERA
LABORATORIO:	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	UBICACION:	CHIMBOTE
ELABORADO:	INGENIERO CIVIL	REVISADO:	INGENIERO CIVIL
APROBADO:	INGENIERO CIVIL	FECHA DE APROBACION:	11/08/2011



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ing. Miguel Susar Araya  
Ingeniero Civil

## **CONTENIDO DE HUMEDAD (Calicata 1 y Calicata 2)**



**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
(ASTM D-2216)

**SOLICITA** EMPRESA DE PASADIZO MARCAN  
**TÍTULO** EVALUACIÓN DE FALLAS DE FUNDIMIENTO Y DISEÑO DE FUNDACIÓN DE TORRE DEL VEC. ANDESAN AND-04-11714  
**RESERVAS** CALIDAD DE MATERIALES  
**LUGAR** NALCA-CHIMBOTE - PUNTA EL OREJO - ANCAOS  
**FECHA** 04/03/2022

DEBITO N°	C1	C2
Peso de Suelo + Seta	420.50	420.50
Peso de Seta + M1	420.50	337.50
Peso de Seta	420.50	337.50
Peso de Agua	7.30	7.30
Wt	1.74	2.14
Contenido de Humedad (%)	2.94	2.38

**NOTA** La muestra fue recibida y evaluada por el personal de este Laboratorio.

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
Calle  
Ing. Miguel Ángel JARA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

## **LAVADO ASFALTICO**



**ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO**

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CIENSO DE MATERIALES  
Fecha: 26/07/2023

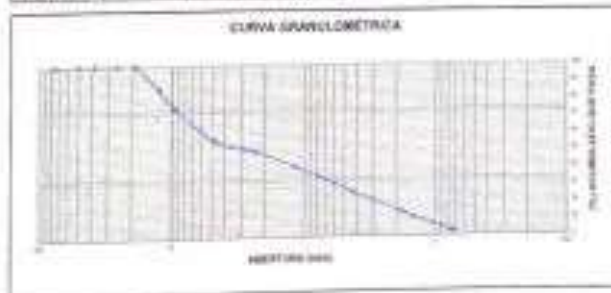
**SOLICITA** : BACH. CRISTHA SERRANOS ROSAY  
**TESTS** : EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODOS DEL PCI. AGENCIA AEROSVETA.  
**LUGAR** : NUEVO EXHIBITIVO - PROV. DE SANTA - ANCASH  
**MATERIAL** : MEZCLA ASFALTICA EN FRIO (FC - 20)  
**FECHA** : 31/02/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Tamaño ap	Abertura (mm)	(% Partes Retenido)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3	75.000	3.00	0.00	100.00
5	50.000	0.00	0.00	100.00
7.5	30.000	0.00	0.00	100.00
10	25.000	0.00	0.00	100.00
15	10.000	0.00	0.00	100.00
20	7.500	13.47	13.47	86.53
30	5.000	14.44	24.91	75.09
45	4.750	18.55	43.56	56.44
60	2.500	6.09	30.25	69.75
75	1.180	8.30	20.24	79.76
90	0.850	8.30	66.11	33.89
150	0.425	5.31	74.42	25.58
200	0.300	4.45	78.87	21.13
250	0.180	1.30	86.10	13.90
300	0.150	1.03	89.83	10.17
425	0.075	0.41	97.24	2.76
PLATELLO		1.58	100.00	

**PERDIDA POR LAVADO :**

Peso Muestra Inicial (gr)	1470.0
Peso Muestra Final (gr)	1433.0
CEMENTO ASFALTICO (%)	3.96



**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 2172

**NOTA** : La muestra fue lavada in situ por personal técnico de este laboratorio



**ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO**

SOLICITA : BACH. CRISTINA SERRAQUE MORAN  
 TESIS : EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO  
 DEL PDI AVENIDA ANCHOVETA  
 LUGAR : NUEVO CHIBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 MATERIAL : MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO ( RC - 258 )  
 FECHA : 01/10/2023



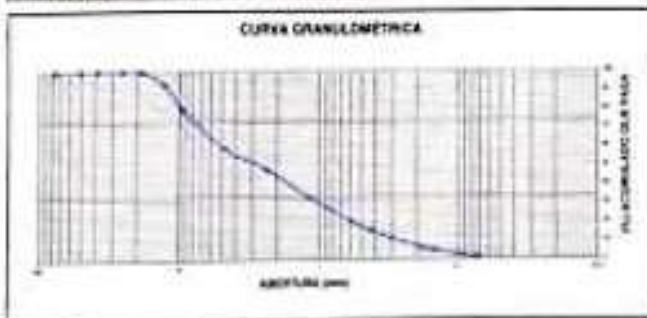
MUESTRA-2

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO**

Tamiz Nº	Abertura (mm.)	C% Acumulado	
		(%) Pasado	(%) Retenido
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	100.00
10"	12.500	7.18	92.82
5"	9.525	12.90	87.10
Nº4	4.750	26.85	73.15
Nº6	2.500	41.71	58.29
Nº10	1.900	47.61	52.39
Nº20	0.850	52.88	47.12
Nº40	0.425	54.90	45.10
Nº60	0.250	55.72	44.28
Nº80	0.180	55.79	44.21
Nº100	0.149	56.00	44.00
Nº200	0.075	56.68	43.32
PLATELO		57.30	42.70

**PERDIDA POR LAVADO**

Peso Muestra Inicial (g)	1505.2
Peso Muestra Final (g)	1440.2
CEMENTO ASFÁLTICO (%)	2.78



ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 2172

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

## **PANEL FOTOGRAFICO**



**ANCHO DE CALZADA 7.00 MT**



**PATOLOGIA N°1  
PERDIDA DE CAPA ESTRUCTURAL**



**PATOLOGIA N°2**  
**PERDIDA DE CAPA**  
**ESTRUCTURAL**



**PATOLOGIA N°3**  
**PERDIDA DE CAPA**  
**ESTRUCTURAL**



**PATOLOGIA N°4**  
**DAÑOS SUPERFICIALES**



**PATOLOGIA N°5**  
**PERDIDA DE CAPA**  
**SUPERFICIAL**



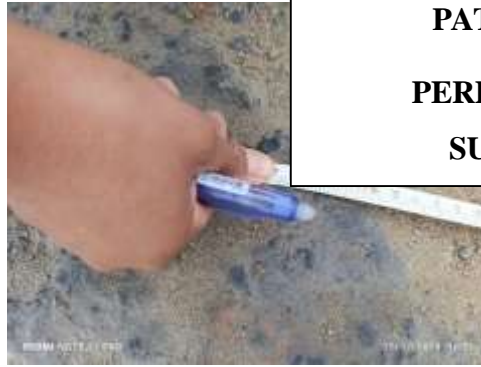


**PATOLOGIA N°6**  
**PERDIDA DE CAPA SUPERFICIAL**



**PATOLOGIA N°7**  
**DAÑOS SUPERFICIALES**





**PATOLOGIA N°8**  
**PERDIDA DE CAPA**  
**SUPERFICIAL**



**PATOLOGIA N°9**  
**PERDIDA DE CAPA**  
**SUPERFICIAL**



**PATOLOGIA N°10**  
**PERDIDA DE CAPA**  
**SUPERFICIAL**

## REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
Serna Que Doron Cynthia Lucila		46485069	grongmf-eunke@gmail.com	
Apellidos y Nombres		Cel	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Licenciatura	<input type="checkbox"/> Trabajo de Maestría	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación	
3. Grado Académico o Título Profesional				
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título de Grado Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría	<input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación				
4 Evaluación del Pavimento flexible mediante el Método del PCI, de la AV. Anchoyeta - Nuevo Chimbote Ancash 2023. 1				
5. Programa Académico				
Ingeniería Civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto a Público (info@repositorio.usp.edu.pe)		<input type="checkbox"/> Acceso restringido (info@repositorio.usp.edu.pe)		
<input type="checkbox"/> En caso de restringir su acceso incluir:				

### A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

### B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS 1

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, el cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. 1



*[Handwritten Signature]*  
 Firma

USP  
 Chimbote 10 02 25

### Importante

1. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
2. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
3. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
4. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
5. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
6. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
7. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.
8. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.

1. El presente formulario de autorización debe ser llenado por el autor del trabajo de investigación digital que desea depositar en el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro.

## Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI, de la Av. Anchoveta - Nuevo Chimbote Ancash 2023.

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>doi.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	

		1 %
10	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="https://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
16	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="https://repository.unipiloto.edu.co">repository.unipiloto.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	

		<1 %
20	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %
22	tienda.vetpunta.com Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
25	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
28	libstore.ugent.be Fuente de Internet	<1 %
29	www.news-medical.net Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	<1 %

Trabajo del estudiante

31	<a href="http://www.co.monterey.ca.us">www.co.monterey.ca.us</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar">bibliotecavirtual.clacso.org.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://es.gizmodo.com">es.gizmodo.com</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a>	

	Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://slideplayer.es">slideplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.rionegro.com.ar">www.rionegro.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas       Apagado       Excluir coincidencias < 6 words  
 Excluir bibliografía       Activo