



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de
Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de
mejora**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Api Mendez, Maria Fernanda (orcid.org/0000-0003-4156-1528)

ASESORA:

Mgtr. Alvarez Asto, Luz Esther (orcid.org/0000-0001-6491-6569)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a mis Padres, por haberme apoyado y de nunca bajar los brazos, por más difícil que sea la situación, y así mismo llegar a cumplir con mi objetivo de ser una buena profesional.

Mi tesis la dedico con mucho amor y cariño a mi querida Madre y a mi querido padre por su apoyo incondicional y por sus valiosos consejos durante mi formación como futura Ingeniera.

A nuestros docentes por compartir sus conocimientos adquiridos durante su larga experiencia en diferentes ramas de la Ingeniería Civil.

AGRADECIMIENTO

A nuestra Universidad César Vallejo, por su noble tarea como institución.

A nuestros profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, que nos compartió sus conocimientos adquiridos durante nuestra experiencia en campo y por ayudarnos a nuestro desarrollo como persona y como profesional, para estar en la altura hacia la exigencia que nos demanda el mercado laboral.

A mi asesora, por su enorme acompañamiento y razón para la culminación de nuestra tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variable y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestro	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°01: *Granulometría/contenido de humedad (calicata 01)*

TABLA N°02: *Granulometría/contenido de humedad (calicata 02)*

TABLA N°03: *Granulometría/contenido de humedad (calicata 03)*

TABLA N°04: *Granulometría/contenido de humedad (calicata 04)*

Tabla N°05: *Proctor modificado*

TABLA N°06: *Relación de soporte california*

TABLA N°07: *Evaluar el pavimento flexible según su condición de las principales vías de Puerto Casma, mediante el método del PCI*

TABLA N°08: *Condiciones de las muestras (PCI)*

TABLA N°09: *Parámetros de diseño*

TABLA N°10: *Coeficientes estructurales de las capas del pavimento*

TABLA N°11: *Coeficiente de drenaje*

TABLA N°12: *Espesores de capa*

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°01: *Porcentaje del contenido de humedad en la calicata 01 de nuestras 3 muestras*

GRÁFICO N°02: *Porcentaje del contenido de humedad en la calicata 02 de nuestras 3 muestras*

GRÁFICO N°03: *Porcentaje del contenido de humedad en la calicata 03 de nuestras 3 muestras*

GRÁFICO N°04: *Porcentaje de la arena en la calicata 04 de nuestras 3 muestras*

GRÁFICO N°05: *Porcentaje de la condición del PCI*

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA N°01: *Muestra y variable*

FIGURA N°02: *Formula PCI*

FIGURA N°03: *Curva granulometría – calicata 01 (muestra 1)*

FIGURA N°04: *Curva granulometría – calicata 01 (muestra 2)*

FIGURA N°05: *Curva granulometría – calicata 01 (muestra 3)*

FIGURA N°06: *Curva granulometría – calicata 02 (muestra 1)*

FIGURA N°07: *Curva granulometría – calicata 02 (muestra 2)*

FIGURA N°08: *Curva granulometría – calicata 02 (muestra 3)*

FIGURA N°09: *Curva granulometría – calicata 03 (muestra 1)*

FIGURA N°10: *Curva granulometría – calicata 03 (muestra 2)*

FIGURA N°11: *Curva granulometría – calicata 03 (muestra 3)*

FIGURA N°12: *Curva granulometría – calicata 04 (muestra 1)*

FIGURA N°13: *Curva granulometría – calicata 04 (muestra 2)*

FIGURA N°14: *Curva granulometría – calicata 04 (muestra 3)*

RESUMEN

La presente investigación, está enfocada en la Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora, ya que es primordial que el pavimento tenga un buen estado porque permiten la transitabilidad de forma segura y conveniente acceso en los diferentes centros poblados.

La metodología a tener en cuenta es de investigación de tipo aplicada, con diseños no experimental, de nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Cuya población fue las principales vías de Puerto Casma con una extensión de 5.4 km.

El resultado obtenido con la metodología PCI, se obtuvo 14 muestras de 40.14 metros lineales con un área total de 223.2 m² de las cuales todas las muestras obtenidas que el pavimento está en un estado regular como nos muestra en el ANEXO N°33.

Los resultados de las propiedades físicas nos dieron la clasificación AASHTO de material tipo A-1-a con el 100% de la muestra, con Atterberg como límite, el índice de plasticidad no se muestra debido al límite líquido y el límite plástico que no se aplica. Finalmente, el índice CBR está en el rango normal.

Como resultado del diseño del pavimento flexible por el método AASHTO-93, donde nos indicó que la capa asfáltica es de 5 cm y la base y sub-base 20 cm respectivamente. Las cargas prolongadas pueden ser perjudiciales a las capas que están diseñado para 20 años.

Palabras clave: evaluación, pavimento flexible, fallas, propuesta de mejora.

ABSTRACT

The present investigation is focused on the Evaluation of the flexible pavement of the main roads of Puerto Casma - Casma - Ancash - 2022 - improvement proposal, since it is essential that the pavement has a good condition because they allow traffic in a safe and convenient way. access in the different populated centers.

The methodology to take into account is applied research, with non-experimental designs, descriptive level and quantitative approach. Whose population was the main roads of Puerto Casma with an extension of 5.4 km.

The result obtained with the PCI methodology, 14 samples of 40.14 linear meters were obtained with a total area of 223.2 m² of which all the samples obtained that the pavement is in a regular state as shown in ANNEX No. 33.

The results of the physical properties gave us the AASHTO classification of material type A-1-a with 100% of the sample, with Atterberg as the limit, the plasticity index is not shown due to the liquid limit and the plastic limit that is not shown. apply. Finally, the CBR index is in the normal range.

As a result of the design of the flexible pavement by the AASHTO-93 method, where he indicated that the asphalt layer is 5 cm and the base and sub-base 20 cm respectively. Prolonged loads can be detrimental to coatings that are designed for 20 years.

Keywords: evaluation, flexible pavement, failures, improvement proposal.

I. INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación son fundamentales para el desarrollo económico de una determinada población, ya que; los pobladores a través de estas, pueden sacar sus productos, venderlos e intercambiar las mercancías que producen. Por ello es importante mejorar el pavimento y mantenerlo en condiciones que sean seguras, cómodas y que al mismo tiempo sean económicas.

Sin embargo; no todas las vías tienen estas condiciones como lo indica el MTC, en un análisis realizado el primer semestre del 2021, encontrándose que el 85% de las vías está en muy mal estado, por la presencia de fallas como; baches, grietas, fisuras y otras fallas, lo que conduce a una durabilidad y funcionalidad deficientes. Estas situaciones repercuten y afectan a los usuarios (conductores, pasajeros y peatones) de estas vías. No muy alejado a esta realidad se encuentran las vías de pavimento flexible de Puerto Casma, por ello se requiere de una carretera en buen estado, pero éstas se encuentran en malas condiciones, se está considerando la investigación titulada: “Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 202– propuesta de mejora”.

Debido a lo indicado en el párrafo anterior nos planteamos la siguiente interrogante general: ¿Cuáles serán los resultados de la evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma para realizar una propuesta de mejora? De las cuales se desprende las siguientes preguntas específicas: ¿Cuáles serán los resultados de las propiedades físicas de las capas sub rasante, sub base y base de las principales vías de Puerto Casma?, ¿Cuál es la condición superficial de las principales vías de Puerto Casma, mediante el método del PCI?, ¿Cuál sería la propuesta de mejora, acorde a los resultados obtenidos?

La justificación de esta investigación se basa en identificar las fallas y el nivel de severidad del pavimento flexible del Puerto Casma, cuyo resultado nos permitan realizar una propuesta de mejora para que los usuarios puedan transitar de forma segura y cómoda, además de ello la zona de Puerto Casma tenga mayores oportunidades de crecimiento a nivel económico.

Para lograr esto se planteó el siguiente objetivo general: Evaluar el pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma - Casma - Ancash - 2022- propuesta de mejora. Para los objetivos específicos, se ha formulado lo siguiente: Evaluar las propiedades físicas existentes del subrasante, subbase y base de las principales vías de Puerto Casma, utilizando los estudios correspondientes. Evaluar el pavimento flexible según su condición de las principales vías de Puerto Casma, mediante el método del PCI. Plantear un diseño de pavimento flexible por el método AASHTO-93, mediante la propuesta de mejora en las principales vías de Puerto Casma.

Se formuló la siguiente Hipótesis: De los resultados al evaluar el pavimento flexible se obtendrá una propuesta de mejora.

También, se planteó la siguiente hipótesis específicas: Las propiedades físicas de las principales vías de Puerto Casma, no son aceptados por las normas regidas para la evaluación de un pavimento. La condición superficial de las principales vías de Puerto Casma, es un estado regular. La propuesta de mejora basado en los resultados obtenidos es el diseño de pavimento flexible mediante el método AASHTO-93.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se examinan los estudios más relevantes en los que se basa el trabajo de investigación. Los estudios nacionales se citan a continuación.

Cabezas.J. (2017). En su proyecto titulada: Mayor holgura del porcentaje de caras fracturadas para la obtención del CBR óptimo en la base granular de la carretera Panamericana norte km 176.5 – 178 Lima. Su propósito es definir un rango mayor que la especificación técnica para un CBR óptimo en las pruebas de superficie de fractura. Como resultado, el porcentaje de 2 o más superficies rotas es muy diferente, por lo que no se puede alcanzar el límite inferior. Finalmente, el porcentaje de 1 superficie de fractura se puede reducir a aprox. 19,2%, valor muy cercano al CBR óptimo para sustratos granulares.

Rivas y Vargas (2017) en su trabajo titulado: “Aplicación de la metodología pci para minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la Avenida Domingo Orué Surquillo – Lima”, Su principal objetivo fue aplicar el método PCI para minimizar el costo y tiempo de restauración, como resultado de la aplicación del método PCI se determinó que el PCI de la Avenida Domingo Orué era de 37.03 por lo que el estado de conservación fue reconocido como “Pobre”. y había que determinar el método de restauración a efectuar.

Para Zevallos (2018) en su tesis “Reconocimiento y evaluación de los deterioros exteriores en los pavimentos flexibles de ciertos tramos de la ciudad de Barranca – 2017. Su propósito es determinar y evaluar la calidad de la condición y sus defectos superficiales previos utilizando el programa Registro de Condición de Pavimento Flexible (PCI). El resultado es que usando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), Av. José Gálvez Barrenechea asignó a PCI 47 y 48 a estado "normal".

Quiñones (2017), en su investigación titulada: "Diseño de una calzada flexible: sobre la Av. Alfonso Ugarte, ubicada en el distrito de Hualhuas, provincia de Huancayo, 2016", su objetivo es realizar un análisis de capas asfálticas para diseñar pavimentos en caminos designados. Por lo tanto, se concluyó que el nuevo pavimento flexible a construir estará compuesto por una base de 35 cm de espesor y una capa asfáltica de 5 cm de espesor.

Llance, Mayta, Meza y Paredes (2019) "Propuesta de diseño de pavimento urbano para la avenida Oxapampa en Quiparacra-Pasco-2019", su objetivo es diseñar pavimentos urbanos, es importante señalar que los métodos utilizados son descriptivos. Por lo tanto, se concluyó que los costos de utilizar pavimentos flexibles en frío con emulsionantes asfálticos son directos y, frente a los pavimentos duros, es necesaria la proximidad de canteras, equipos y materiales.

A continuación, se hace referencia a estudios internacional:

Díaz, J. (2019). En su tesis titulada: "Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles", su propósito general es desarrollar una matriz en la que, con base en los resultados del método del índice de condición del pavimento, se propongan las actividades necesarias para la protección de los pavimentos flexibles. Resuma la implementación de la Matriz de Remediación del Método PCI, que es muy similar a los conceptos y procedimientos descritos en el Manual de Métodos de Remediación de Asfalto de INVIAS.

Cedeño (2014) en su proyecto de tesis: "Propuesta de una metodología complementaria para el diseño de pavimentos según AASHTO 93", su objetivo es hacer aplicaciones para el diseño y análisis en profundidad del refuerzo de pavimento flexible, que debe considerar los estándares del método AASHTO 93. Finalmente, se concluyó que la aplicación propuesta es muy efectiva ya que permite al diseñador incluir un conjunto mínimo de datos y lograr resultados similares en cuanto al comportamiento del refuerzo de pavimento flexible bajo carga e impacto ambiental.

Salamanca y Zuluaga (2014) en su proyecto titulada: "Diseño de una composición de pavimento flexible utilizando INVIAS, AASHTO 93 y el Instituto de Asfalto para la vía Ye - Santa Lucía Barranca Lebrija entre la abscisa K19 + 250 y K25 + 750 ubicada en el departamento de Del Cesar", Su objetivo es desarrollar capas de pavimento estructural flexible en carreteras específicas utilizando métodos como AASHTO 93, INVIAS e Instituto del Asfalto. Los resultados concluyeron que la construcción del

pavimento, utilizando el procedimiento AASHTO 93, consistió en una capa de asfalto de 16 cm, una base granular de 15 cm y una base granular de 15 cm.

A continuación, se hace referencia a las bases teóricas

El suelo, es la última capa de relleno por donde pasa la acera. Interpretación del terreno con referencia al trabajo de campo todo el recorrido donde se realizará los respectivos de levantamientos, tener resultados de muestreos representativos de las cantidades requeridas para análisis de laboratorio experimentos, luego con los datos resultantes extraídos en diferentes partes del recorrido para luego renderice los cálculos en forma gráfica con los resultados obtenidos de las muestras (Braja, 2017, p. 800).

El proceso de observación en el campo del relieve natural se basa en la realización de diversos trabajos acorde a lo que se realiza la planificación y exploración de la zona en la que se van a realizar los trabajos, donde se realiza la investigación del suelo (ingeniería geológica) comienza. Dependiendo del tipo de proyecto a ejecutar, dependerá de los estudios que se van a realizar, el conocimiento de los procedimientos en campo y todo lo relacionado con el trabajo inicial en campo para recolectar todos los datos. estudios previos realizados, los análisis, así como fotografías y mapas del área de estudio (Chávez, 2015, p.36).

Los materiales son probados por una matriz donde las muestras no son manipulan en el laboratorio. Estas pruebas o ensayos están destinados a determinar las propiedades del suelo (Bowen, 2017, p. 872).

Luego, con la exploración detallada del sitio y muestreo, se levantarán los sedimentos rocosos y el estado del suelo según las capas de la tierra, se realizarán relevamientos llamados perforaciones en los respectivos puntos del sitio de estudio, y se identificarán los diferentes tipos de sedimentos, y crea la estratigrafía tomando la densidad desfavorable de los sedimentos naturales. Su trabajo se basa en determinar las condiciones de las aguas subterráneas, ya que se llevan muestras al laboratorio para su examen. (Bowen, 2017, p. 172).

Las pruebas pueden ser modificadas en el laboratorio o también pueden ser determinadas por clases. Las pruebas enumeradas que se han realizado son pruebas de clasificación de suelos, que deben realizarse más adelante con mayor prioridad para determinar su CBR. (Chávez, 2015, p.2).

El suelo se distingue por su composición y productos; Se forman canteras donde se almacenan de forma natural. (Braja, 2017, p. 35).

Las pruebas se realizan en estructuras de vía que evalúan las propiedades del piso de acuerdo con su espesor (Carthigesu, 2016, p.512).

Para la compactación del subsuelo, se selecciona densidad de humedad óptima, y la muestra de compactación cierra los huecos para obtener un cuerpo compacto. (Sivakugan, 2015, p. 448).

Por otro lado, se tendrán en cuenta las propiedades básicas del suelo y se analizarán varias pruebas para conocer las propiedades del suelo. Asimismo, se realizarán pruebas cuando se utilicen cargas constantes o bajas velocidades, como CBR, así como estudios de claridad. En cuanto a las propiedades mecánicas, se caracteriza por especificar materiales, controles de calidad y especificaciones de los mismos. En cuanto al módulo de elasticidad, se relaciona con el suelo en el suelo, además del módulo de Poisson, el suelo de soporte (CBR). (Chávez, 2017, p.4).

Por otro lado, cuáles son las propiedades del material que se mantendrá si se procesa, como la presión y la homogeneidad. Pero luego cambiará porque el proceso de estabilización se hará mezclándolo con otros materiales como cemento o cal o con mezclas químicas. (Ameratunga, 2017, p.228).

Si el material tamizado del N° 40 es más del 50%, se considera arena y se puede corregir para bien o para mal. La retención superior al N°40 se denomina cálculo de buena o mala calidad. Las muestras que pasan a través de la malla N°200 se denominan partículas finas de arcilla y limo. Según el estudio de Granulometría (Verruijt, 2017, p.420).

El tamaño de grano en los resultados calculados nos da negativo, lo que significa que se interpreta como 0. Y cuando el indicador es negativo, el suelo es muy bueno y el indicador ≤ 20 no es adecuado. (Zans, 2015, p.223).

Al evaluar el suelo, es necesario determinar el tipo de suelo en términos de sus propiedades físicas; Puede ser limo, arcilla o caliza por su propiedad mecánicas (Tuladhar, 2017, p. 512).

El análisis de humedad puede permitir la comparación con el contenido de humedad óptimo que se logrará mediante pruebas de pantalla y luego se obtiene CBR. El contenido de humedad óptimo se da cuando la muestra se seca naturalmente durante 24 horas y restado del primer peso del suelo normal, se muestra el contenido de humedad óptimo, el especialista tendrá que recomendar la compactación del suelo y averiguar la cantidad de agua necesaria. Pero si son todos de otra manera, la compresibilidad se incrementará (mayor) o si se reemplaza por otro material (Sobhan, 2016, p.784).

Deterioro de la calidad por bajas temperaturas, también conocido como congelación, y para tratar el deterioro se deben utilizar materiales con una alta relación de poros, ya que mejorarán para evitar y no acumular aire libre en la estructura de la pavimentación. Para ello, es necesario seleccionar materiales de drenaje libre y proporcionar complejos de drenaje, así como el equipo necesario, para llevar a cabo las obras y, en última instancia, para soportar las construcciones. (Jain, 2018, p.132).

Los gránulos limpios del material se pueden utilizar, con suelos como grava arenosa, marga arenosa o suelos similares, que cumplan ciertos criterios tales como: no vegetales, así como residuos o residuos. Además, el equipo de mezclado y formado, en este caso la clasificadora es una máquina adecuada para este trabajo de formado ya que dispone de cuchillas regulables. (Reyes, 2017, p.125).

Los equipos de riego consisten en tanques con bombas y aspersores para brindar un cuidado uniforme de los fluidos críticos (agua), con diferentes variaciones y cantidades exactas, así mismo, el compresor dependerá de las especificaciones y características del material. Por el contrario, si hay precipitaciones en el momento de la formación de la capa, esta debe detenerse, ya que las condiciones climáticas pueden afectar la calidad de la capa que se está produciendo. Las subbases deben realizarse en una planta

de procesamiento, ya sea fija o móvil, asegurando que el material cumpla con los estándares especificados. (Reyes, 2015, p.450).

El proceso de la base es hacer coincidir las secciones verticales y horizontales de la obra y será un nuevo diseño con un ancho superior de 10 cm en los lados. El tendido se realiza mediante cuerda, con una capa uniforme independientemente del tamaño, para obtener el espesor óptimo en el momento de la compactación.

Los materiales base granulares, ya sean procesados en fábrica, mezclados o mezclados en el campo, se colocarán en una capa igual a la profundidad y el ancho indicados en el plan del proyecto. Este tipo de uniforme debe comprimirse mediante un aplanador, esparcidor o máquina especial para este tipo de extendido. Durante la colocación, se debe tener cuidado para evitar cortes en el soporte. No coloque elementos en la nieve o en capas blandas, fangosas o heladas. (Vivar, 2018, p.97).

La presencia de estos defectos puede indicar que la capa asfáltica se ha endurecido porque la mezcla está envejecida y tiene poca resistencia. Estas son incisiones o incisiones con un grosor de 1 mm, incisiones medianas con un grosor de 1 mm a 3 mm. (Grasso, 2017, p. 85) Sus principios actuales son el resultado de la nivelación que afecta a la estructura del pavimento: nivelación - cimentación, defectos causados por pavimento mal compactado. La falta de agua de lluvia afecta a los materiales granulares. Marcado de la consistencia del material base en las zonas de desmonte y terraplén antes mencionadas. Daños durante el llenado de puentes en zanjas al otro lado de la carretera, tráfico pesado debido a cargas (Miranda, 2014, p. 47).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

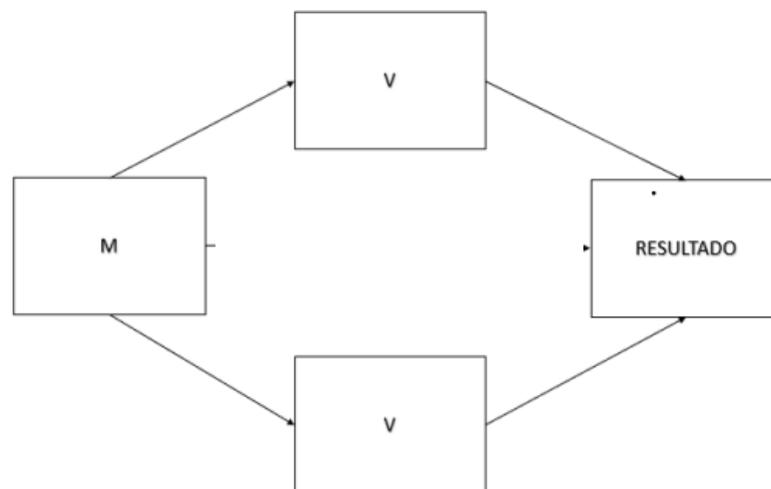
3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, ya que el objetivo es llegar a una solución. Enfocándonos en la búsqueda de conocimientos para su aplicación en la Propuesta de Mejora. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 15) nos hablan de “un tipo de investigación aplicada cuyo principal objetivo es resolver un problema identificado por el investigador”. Su objetivo es buscar aplicar los conocimientos adquiridos con la idea de fortalecer los conocimientos para solucionar la situación.

3.1.2. Diseño de investigación

Tuvo un diseño no experimental, transversal - descriptivo, ya que la variable dependiente escogida no interfiere directamente ni es sacada del contexto en el que se encuentra, ya que fue analizada experimentalmente, por métodos de inspección visual. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 152) definieron este tipo de investigación como “la indagación de fenómenos en su medio nativo para su examen, sin necesidad de alterar intencionalmente las variables”.

FIGURA N°01: Muestra y variable



FUENTE: Elaboración propia de la autora

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable Independiente:** Evaluación del pavimento flexible
- **Variable Dependiente:** Propuesta de mejora

1. Definición conceptual

Evaluación del pavimento flexible: Una evaluación de pavimento, consiste en un informe que describe el estado del pavimento y su estructura para que se puedan tomar las medidas de reparación y mantenimiento necesario.

Propuesta de mejora: Se dan soluciones a problemas, por ejemplo, en el caso descrito, la reducción de productos dañados, lo que a su vez da como resultado positivo, que se ahorran materias primas y solo se elaboran los productos necesarios.

2. Definición operacional

Evaluación del pavimento flexible: Se tomará una muestra del sitio (E 0.50) para evaluar la estratigrafía del suelo, luego se realizarán pruebas en el laboratorio de mecánica de suelos para hacer hacer los ensayos granulométricos y si el suelo es grava o contiene partículas de arena gruesa o fina. A esto le sigue la prueba de límite líquido, límite plástico y luego la prueba Proctor y CBR.

Propuesta de mejora: Esto consiste en la optimización de las condiciones de la vía que está en un mal estado.

3. Indicadores

- Granulometría
- Límite de Atterberg
- Proctor Modificado
- CBR
- Método de PCI

4. Escala de medición

Los indicadores fueron medidos por la escala de razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

En la investigación la población que se tuvo en cuenta fue el Puerto Casma.

Solíz (2019), Un conjunto de nombres le permite referirse a un conjunto finito o infinito de eventos que contienen el mismo conjunto de datos que coincide con la combinación.

Criterios de inclusión: 5.40 Km de la vía más óptima de acceso hacia el Puerto Casma, ya que conecta con algunas pequeñas poblaciones.

Criterios de exclusión: Tramos accesibles, con vías en mal estado.

3.3.2. Muestra

Está conformada por todo el trayecto de las principales vías de Puerto Casma, tiene una distancia de 5.4 km.

Robles (2019), Definir una muestra como un subconjunto de la población que debe contener una representación precisa de la población que se estudia.

3.3.3. Muestreo

El muestreo que se tomó en cuenta en esta investigación fue no probabilístico, por conveniencia, ya fue una muestra representativa cuidadosamente seleccionada perteneciente a nuestra provincia y la población fue de fácil acceso para que pudiéramos obtener la recopilación de datos requerida para la encuesta.

Para Otzen y Manterola (2017), El propósito del muestreo es estimar la relación a través de una variable en la población y la muestra de estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que fue utilizada en este proyecto es la observación estructurada, ya que su principal objetivo es describir de forma sistemática el estado del pavimento asfáltico recuperado en la zona, lo que se consigue por contacto directo.

También es necesario utilizar diferentes formatos de recolección de datos para el método del PCI y tablas de referencia que correspondan a los métodos utilizados para obtener información de campo para su

posterior procesamiento y análisis para formar conclusiones y conceptos sugeridos.

Además, se necesitan otros equipos y herramientas para facilitar la recopilación eficaz de datos en las carreteras inspeccionadas. Éstos incluyen:

- Cinta métrica de 50 m para medir las dimensiones de la vía y los defectos detectados.
- Reglas de medición que determinan el valor medido del error.
- Cámara para registro visual de averías.
- Conos de seguridad para el control del tráfico durante el trabajo de campo.
- Chaleco reflectante para mayor seguridad durante las mediciones.
- Laptops para transcripción y procesamiento de datos.

Validez:

La validez del presente trabajo de investigación es utilizando el juicio de expertos teniendo en cuenta Especialistas en diseño de infraestructura vial.

La evaluación incluye revisar las hojas de observación pertinentes, validar el contenido de la formulación del proyecto de acuerdo con la pregunta de investigación y utilizarlas según sea necesario para el instrumento.

Luego se dan observaciones y criterios. Se aplica a la prueba de este instrumento.

Confiabilidad:

La credibilidad de este trabajo de investigación es calibrar el dispositivo donde fueron previamente regulados y estandarizados.

3.5. Procedimientos

En el procedimiento de esta investigación consistió en una propuesta de rehabilitación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma, la cual se dividió en cuatro partes para la adecuada organización de las obras.

- Para la parte 1, en primer lugar, el intercambio de ideas y acuerdo sobre los proyectos en los que trabajaremos una vez determinado el título de nuestra investigación, se reflejan constantemente en el campo que se investigó, y planteamiento del problema, objetivos y justificación del proyecto, seguido de una búsqueda basada en la investigación de información teórica y antecedentes para complementar la investigación.
- Para la parte 2, Desarrolló métodos de investigación que consisten en proyectos de tipo y diseño de investigación, respectivamente aplicados y no experimentales. Asimismo, se identifican las variables, sus definiciones conceptuales y operativas, sus dimensiones y métricas para cada variable, y esto se hace para que quede claro cómo se medirán los objetivos. Como último se aprobaron los aspectos éticos utilizados en el desarrollo de este estudio y de acuerdo a la resolución del Consejo de Ética de la Universidad Cesar Vallejo, se aplica al trabajo de inicio a fin.
- Para la parte 3, Fichas de observación preparadas para su uso en campo, teniendo en cuenta todos los conceptos y el número de elementos necesarios para la resolución del problema, pregunta de investigación, pasamos por la evaluación de las valoraciones de los expertos para poder comprobar y por lo tanto aplicar a las muestras del área investigada, teniendo en cuenta las observaciones y estándares de los expertos; luego se dirigió a un lugar donde se pudiera realizar el entablado y obtener información sobre los resultados de la situación del tramo vial y sus alrededores. Consiguiente a ello se realizó la Granulometría es el estudio del tamaño de los agregados elementales. También el Límite. El Proctor modificado también es utilizado para las capas del pavimento en control de calidad de la compactación del suelo. El CBR es una medida de la capacidad portante de pavimentos, base y subbase. Y como por último de Método de PCI esto incluye determinar el estado de la superficie de la carretera mediante una inspección visual y

determinar el tipo, la gravedad y la cantidad de defectos encontrados.

FIGURA N°02: *Formula PCI*

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \dots (3)$$

FUENTE: *Adaptado de Ingepav*

- Para la parte 4, después de determinar los métodos de análisis de datos, aplicar los métodos y presentar los resultados de acuerdo con las herramientas de recopilación de datos, se describe el procedimiento de rehabilitación de investigación y continúa la discusión final de los resultados para sacar conclusiones y recomendar la propuesta de mejora de investigación y todos los documentos necesarios utilizado en este proceso.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos utilizado en este estudio fue la estadística descriptiva utilizando tablas, cuadros, gráficos obtenidos de los programas Microsoft Excel, AutoCAD y Civil 3D, que permiten obtener resultados oportunos y confiables.

En este estudio, los datos dan resultados reflejados después que se hayan extraído utilizando técnicas e instrumentos para probar la confiabilidad de los datos.

3.7. Aspectos éticos

- Desarrollo de proyectos de investigación con base en la resolución de Consejo Universitario del 28 de agosto de 2020 0262-2020/UCV. Los participantes de la investigación actúan de manera responsable y utilizan el buen juicio para garantizar la autenticidad y la calidad del trabajo.
- Los participantes de la investigación asumen toda la responsabilidad por el desarrollo del proyecto de investigación de principio a fin.

- La investigación aporta beneficios socioeconómicos y culturales a las personas.
- Esta investigación es completamente honesta respetando los derechos de autor de otras investigaciones y evitando el plagio en general.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades físicas existentes del terreno natural, subrasante, sub base y base de las principales vías de Puerto Casma.

Se realizan varias pruebas para obtener los resultados, se calibrarán completamente los instrumentos para asegurar precisión y calidad, se estudia un camino de 5.4 km y se examinan diferentes tipos de suelo.

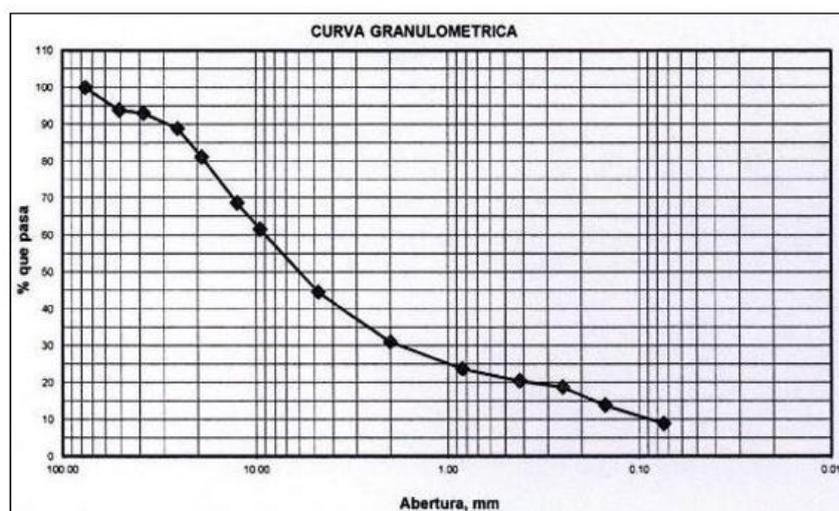
4.1.1. Granulometría y Contenido de humedad (subrasante)

TABLA N°01: Granulometría/contenido de humedad (calicata 01)

	CALICATA 01		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Grava	55.47%	54.03%	6.85%
Arena	35.56%	36.38%	85.83%
Finos	8.91%	9.53%	7.27%
Clasificación SUCS	GP-GM	GW-GM	SW-SM
Clasificación AASH TO	A-1-a (0)	A-1-a(0)	A-1-b(0)
Terreno natural	Excelente a bueno	Excelente a bueno	Excelente a bueno
Contenido de humedad	1.74%	1.41%	7.25%

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

FIGURA N°03: Curva granulométría – calicata 01 (muestra 1)

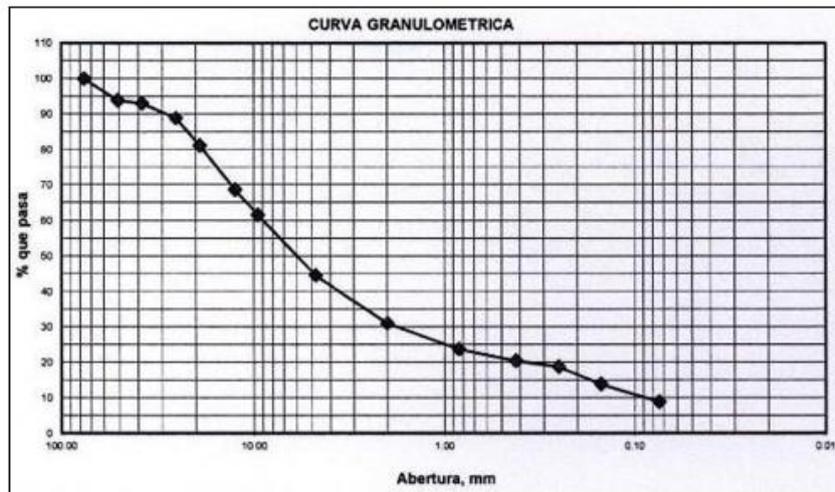


FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

En nuestra se puede observar que en la calicata 01 (muestra 1) tenemos agregados como grava teniendo un 55.47%, en arena un 35.56% y en finos 8.91%. La clasificación SUCS fue GP-GM que nos quiere decir que es grava mal graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°04: Curva granulométría – calicata 01 (muestra 2)

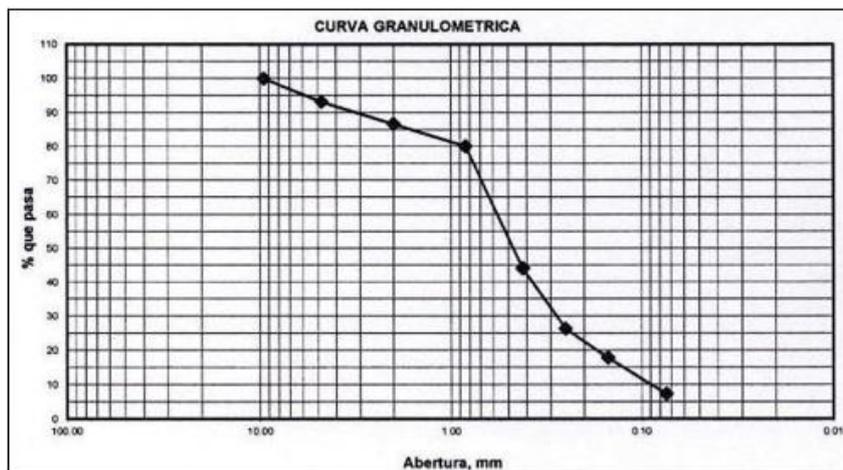


FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En la calicata 01 (muestra 2) tenemos agregados como grava teniendo un 54.03%, en arena un 36.38% y en finos 9.53%. La clasificación SUCS fue GW-GM que nos quiere decir que es grava bien graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°05: Curva granulométría – calicata 01 (muestra 3)



FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En la calicata 01 (muestra 3) tenemos agregados como grava teniendo un 6.85%, en arena un 85.83% y en finos 7.27%. La clasificación SUCS fue SW-SM que

nos quiere decir que es arena bien graduada con limo. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

GRAFICO N°01: *Porcentaje del contenido de humedad en la calicata 01 de nuestras 3 muestras*



FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 01, la cual en la muestra 1 nos da un 1.74% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 1.41% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 7.25% de contenido de humedad.

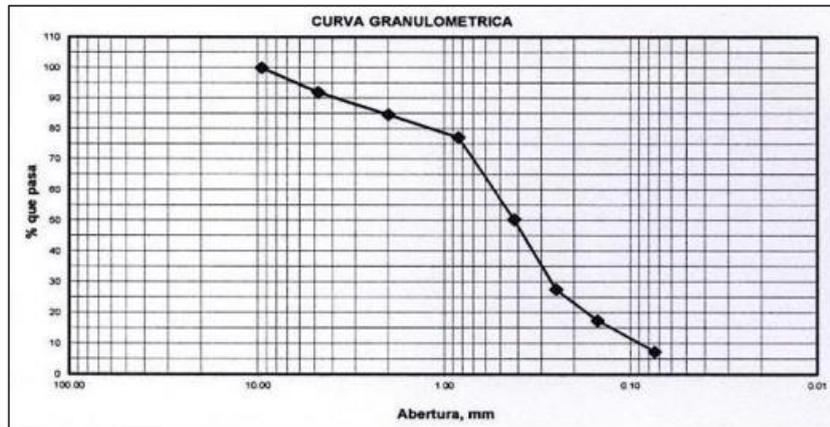
TABLA N°02: *Granulometría/contenido de humedad (calicata 02)*

	CALICATA 02		
	MUE STRA 1	MUE STRA 2	MUE STRA 3
Grava	53.16%	52.96%	8.06%
Arena	36.65%	37.11%	84.55%
Finos	8.12%	9.87%	7.33%
Clasificación SUCS	GW-GM	GW-GM	SW-SM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)
Terreno natural	Excelente a bueno	Excelente a bueno	Excelente a bueno
Contenido de humedad	1.90%	2.12%	3.99%

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

GM que nos quiere decir que es grava bien graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°08: Curva granulométrica – calicata 02 (muestra 3)



FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En la calicata 02 (muestra 3) tenemos agregados como grava teniendo un 8.06%, en arena un 84.55% y en finos 7.33%. La clasificación SUCS fue SW-SM que nos quiere decir que es arena bien graduada con limo. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

GRAFICO N°02: Porcentaje del contenido de humedad en la calicata 02 de nuestras 3 muestras



FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

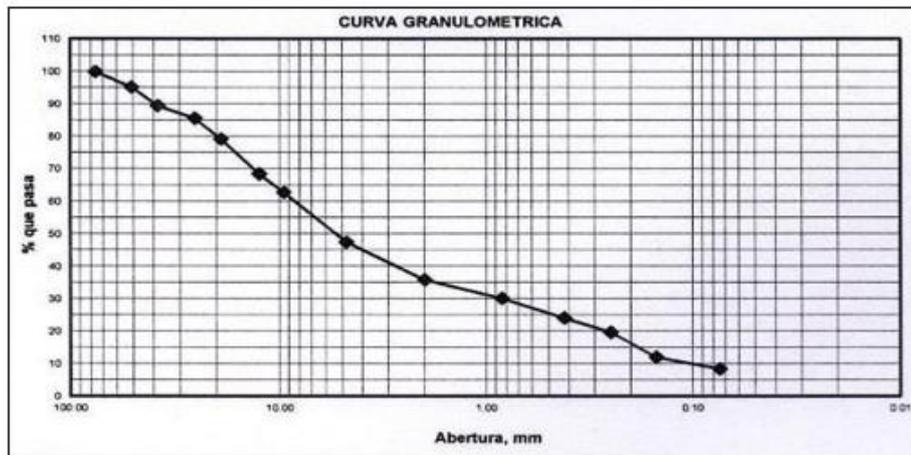
En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 02, la cual en la muestra 1 nos da un 1.90% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 2.12% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 3.99% de contenido de humedad.

TABLA N°03: Granulometría/contenido de humedad (calicata 03)

	CALICATA 03		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Grava	52.59%	54.23%	7.25%
Arena	38.95%	36.23%	86.29%
Finos	8.45%	9.47%	6.40%
Clasificación SUCS	GW-GM	GP-GM	SP-SM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)
Terreno natural	Excelente a bueno	Excelente a Bueno	Excelente a bueno
Contenido de humedad	2.02%	1.92%	6.84%

FUENTE: Elaboración propia de la autora

FIGURA N°09: Curva granulometría – calicata 03 (muestra 1)

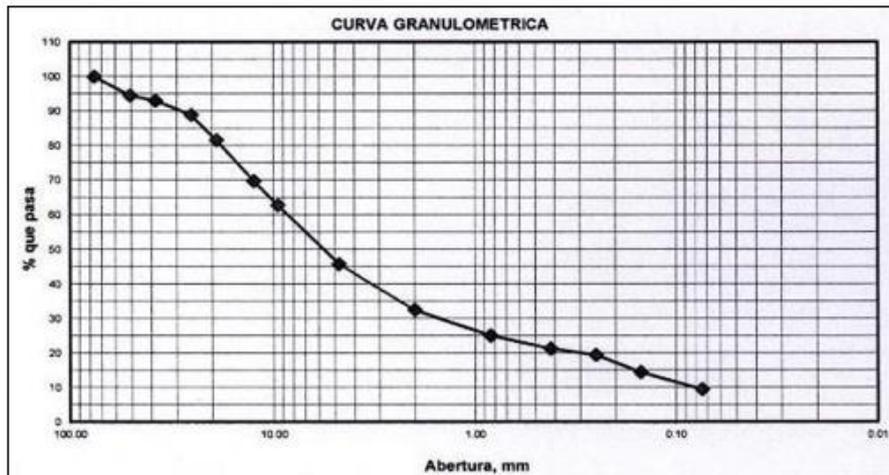


FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En nuestra tabla se puede observar que en la calicata 03 (muestra 1) tenemos agregados como grava teniendo un 52.59%, en arena un 38.95% y en finos 8.45%. La clasificación SUCS fue GW-GM que nos quiere decir que es grava bien graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°10: Curva granulométrica – calicata 03 (muestra 2)

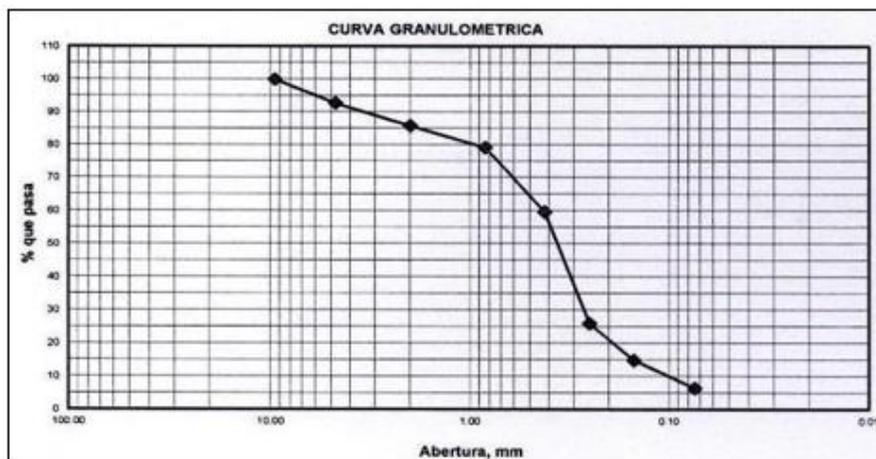


FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En la calicata 03 (muestra 2) tenemos agregados como grava teniendo un 54.23%, en arena un 36.23% y en finos 9.47%. La clasificación SUCS fue GP-GM que nos quiere decir que es grava bien graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°11: Curva granulométrica – calicata 03 (muestra 3)



FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En la calicata 03 (muestra 3) tenemos agregados como grava teniendo un 7.25%, en arena un 86.29% y en finos 6.40%. La clasificación SUCS fue SP-SM que nos

quiere decir que es arena mal graduada con limo. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

GRAFICO N°03: *Porcentaje del contenido de humedad en la calicata 03 de nuestras 3 muestras*



FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

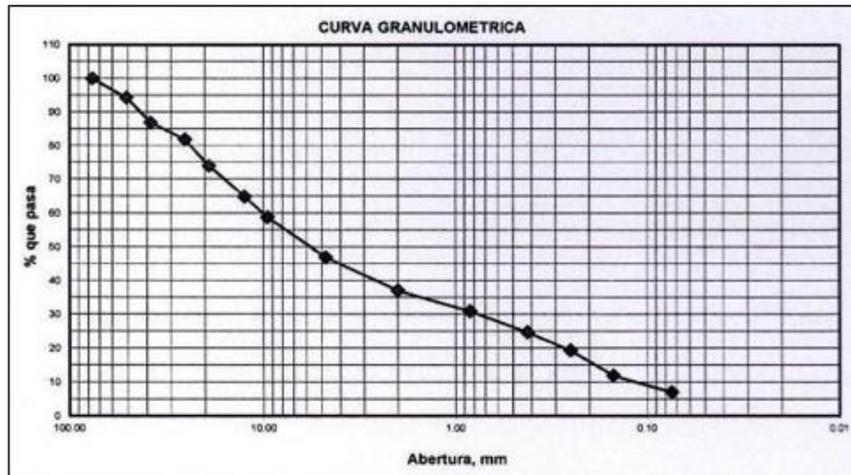
En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 03, la cual en la muestra 1 nos da un 2.02% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 1.92% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 6.84% de contenido de humedad.

TABLA N°04: *Granulometría/contenido de humedad (calicata 04)*

	CALICATA 04		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Grava	53.05%	52.99%	7.99%
Arena	39.89%	38.19%	84.55%
Finos	7.01%	8.76%	7.40%
Clasificación SUCS	GW-GM	GW-GM	SW-SM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)
Terreno natural	Excelente a bueno	Excelente a bueno	Excelente a bueno
Contenido de humedad	2.05%	2.17%	11.41%

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

FIGURA N°12: Curva granulométría – calicata 04 (muestra 1)

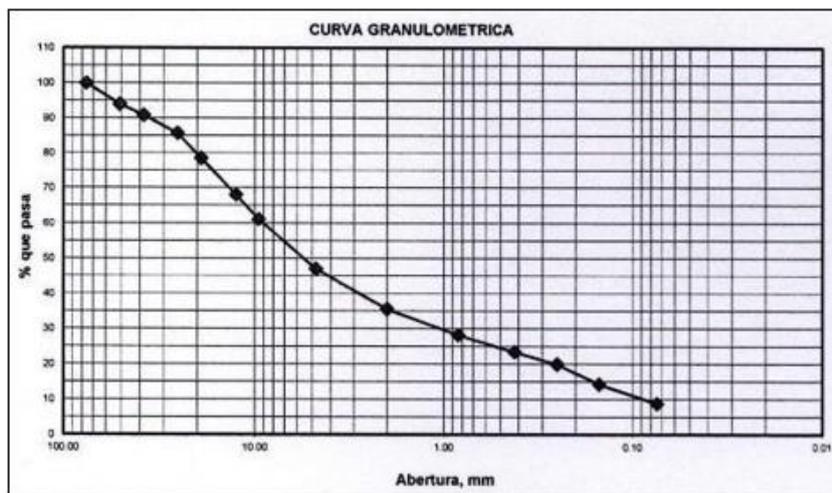


FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

En nuestra tabla se puede observar que en la calicata 04 (muestra 1) tenemos agregados como grava teniendo un 53.05%, en arena un 39.89% y en finos 7.01%. La clasificación SUCS fue GW-GM que nos quiere decir que es grava bien graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°13: Curva granulométría – calicata 04 (muestra 2)



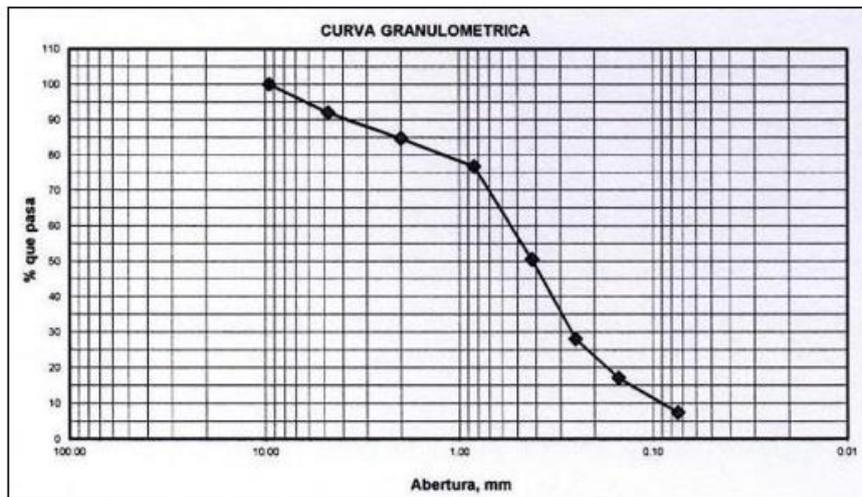
FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

En la calicata 04 (muestra 2) tenemos agregados como grava teniendo un 52.99%, en arena un 38.19% y en finos 8.76%. La clasificación SUCS fue GW-

GM que nos quiere decir que es grava bien graduada con limo y arena. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

FIGURA N°14: Curva granulométrica – calicata 04 (muestra 3)



FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En la calicata 04 (muestra 3) tenemos agregados como grava teniendo un 7.99%, en arena un 84.55% y en finos 7.40%. La clasificación SUCS fue SP-SM que nos quiere decir que es arena bien graduada con limo. Dándonos como terreno natural de excelente a bueno.

GRAFICO N°04: Porcentaje de la arena en la calicata 04 de nuestras 3 muestras



FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 04, la cual en la muestra 1 nos da un 2.05% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 12.17% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 11.41% de contenido de humedad.

4.1.2. Proctor Modificado (sub – rasante, sub – base, base)

Tabla N°05: *Proctor modificado*

PROCTOR MODIFICADO	SUB - RASANTE		SUB - BASE	BASE
CALICATA	C - 02	C - 04	C - 03	C - 03
Densidad máxima seco (gr/cm³)	1.983	1.964	2.270	2.278
Humedad Optima (%)	9.24	9.94	6.28	6.81

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

En la tabla podemos observar que en nuestra Sub – rasante de dos calicatas, calicata 02 nos indica que tiene una densidad máxima seca es 1.983, en la humedad optima es de 9.24 y en la calicata 04 nos indica también que tiene una densidad máxima seca de 1.964, en la humedad optima es de 9.94. En la Sub – base de la calicata 03 nos indica que tiene una densidad máxima seca es 2.270, en la humedad optima es de 6.28. En la Base de la calicata 03 nos indica que tiene una densidad máxima seca es 2.278, en la humedad optima es de 6.81

4.1.3. Relación de soporte california (sub – rasante, sub – base, base)

TABLA N°06: Relación de soporte california

C.B.R.		SUB - RASANTE		SUB - BASE	BASE
CALICATA		C - 02	C - 04	C - 03	C - 03
C.B.R. al 95%	0.1"	11.87	10.72	48.85	50.21
	0.2"	14.19	15.27	69.14	69.51
C.B.R. al 100%	0.1"	15.75	18.53	85.92	86.72
	0.2"	18.53	23.6	136.87	137.75

FUENTE: Elaboración propia de la autora

Interpretación:

Como se puede observar en el CBR se obtuvo resultados de la calicata 04, 03, 04 estando en su 95% y 100% de penetración 0.1", 0.2", la cual se ha considerado que el valor más crítico es 15.75% y no es adecuado para el pavimento.

4.2. Condición de las principales vías de Puerto Casma, mediante el método del PCI

TABLA N°07: Evaluar el pavimento flexible según su condición de las principales vías de Puerto Casma, mediante el método del PCI

MUESTRAS	ABS INICIAL	ABS FINAL	AREA TRAMO	PCI	CALIFICACIÓN
1	0+153.75	0+184.9	223.20	36	MALO
2	0+309.5	0+240.65	223.20	23.47	MUY MALO
3	0+465.25	0+296.4	223.20	13.02	MUY MALO
4	0+621	0+252.15	223.20	26.02	MALO
5	0+276.75	0+307.9	223.20	67	BUENO
6	0+232.4	0+363.65	223.20	54.52	REGULAR
7	1+088.25	1+121.4	223.20	64.91	BUENO
8	1+244	1+275.15	223.20	36.97	MALO
9	1+202.75	1+230.9	223.20	40.47	REGULAR
10	1+255.5	1+286.65	223.20	40	MALO
11	1+211.25	1+42.4	223.20	46.52	REGULAR
12	1+267	1+380.15	223.20	55	REGULAR
13	2+022.75	2+053.9	223.20	42	REGULAR
14	2+178.5	2+209.65	223.20	48	REGULAR
PCI				40.14	REGULAR

FUENTE: Manual del PCI

Interpretación:

Determinamos que en la muestra 01, 04, 08 y 10 tiene un índice de clasificación (MAL), muestra 02, 03 (MUY MALO), muestra 05, 07 (BUENO) y muestra 06, 09, 11, 12, 13,14 (REGULAR), su cálculo fue de 40.14 según el PCI. Sin embargo, el tramo de estudio de las principales vías de puerto Casma, tiene un estado REGULAR, ya que según el PCI su muestra es calificada como 14.

TABLA N°08: Condiciones de las muestras (PCI)

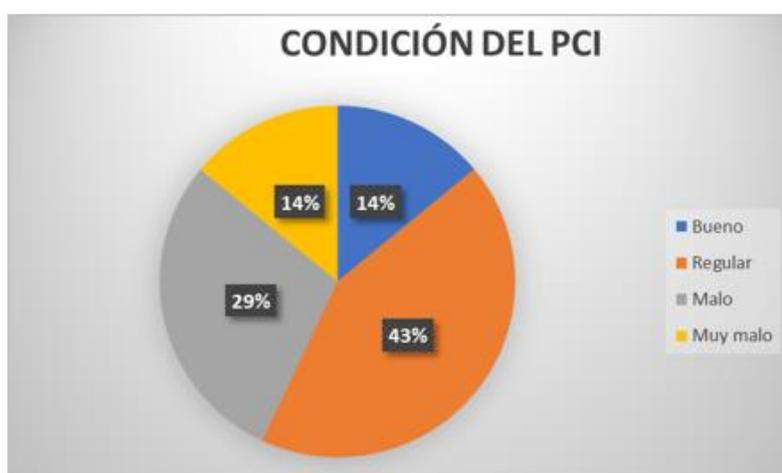
Bueno	2	14%
Regular	6	43%
Malo	4	29%
Muy malo	2	14%
TOTAL	14	100%

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Interpretación:

En la siguiente tabla se observa el estado de condición del pavimento y el porcentaje que tiene cada una de las 14 muestras de los 5.4Km, teniendo 2 muestras BUENO (70 - 55 en rango de PCI) con un porcentaje de 14%, 6 muestras obtuvo la calificación de REGULAR (55 - 40 en rango de PCI) con un porcentaje de 43%, 4 muestra obtuvo el resultado de MALO (20 - 25 en base a rango PCI) obtuvieron un porcentaje del 29%, 2 muestra obtuvo un resultado de MUY MALO (25 - 10 a base del rango PCI) teniendo así un 14%.

GRAFICO N°05: *Porcentaje de la condición del PCI*



FUENTE: *Elaboración propia*

Interpretación:

En este grafico se puede observar los porcentajes de cada nivel de severidad que se determinó en las 14 muestras, de las cuales su totalidad del PCI se encuentra en un estado regular. También tenemos en Calificación bueno en 14%, regular 43%, malo 29 %, muy malo 14%

4.3. Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO-93, mediante la propuesta de mejora en las principales vías de Puerto Casma

TABLA N°09: Parámetros de diseño

ESAL (W 18)	188.279
CBR	15.75%
MR (Psi)	15662
TP	TP2
Etapas 1	1
conf. %	80.00%
ZR	-0.263
So	0.45
Pi	3.8
Pt	2
ΔPSI	1.8
SNR	3

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Descripción:

En la siguiente tabla se pueden ver los datos para determinar el número de estructuras requeridas, mostrando un CBR de 17.75% y un cálculo de ESAL de 188.279 EE para determinar el módulo de elasticidad del subsuelo MR (psi), también debido a los resultados de ESAL cálculos El módulo de tráfico (TP1) se puede definir con un nivel de confianza del 80% y una desviación estándar de -0.263, estos valores son del Manual de Transporte y Comunicaciones.

TABLA N°10: Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

a1	a2	a3
0.17	0.052	0.047

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Descripción:

Como se puede observar en la tabla, cuando se alcanza el volumen de construcción requerido, se interpreta como el espesor total de la estructura vial y también se modifica por el espesor efectivo de cada ronda de diseño, es decir base, sub - base y sub - rasante.

TABLA N°11: Coeficiente de drenaje

m2	m3
1.10	1.10

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

TABLA N°12: Espesores de capa

D1	D2	D3
5.0 cm	14.0 cm	17.0 cm
Capa superficial	Base	Sub base

SNR (requerido)	2.12	Debe cumplir SNR (resultado) > SNR (requerido)
SNR (resultado)	2.32	Si cumple

FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

Descripción:

La estructura del pavimento consta de una sub – rasante 5 cm de espesor, sub - base 15 cm de espesor y capa base 20 cm de espesor, de los cuales el proyecto de construcción supera el requisito de 0, 10

V. DISCUSIÓN

La discusión del estudio se realizó teniendo en cuenta los resultados de medición para cada objetivo específico frente a los antecedentes y reglas de trabajo descritas por separado en el marco teórico.

Según Zevallos (2018), obtuvo como resultado un PCI de 47 y 48 y se halla en un estado de condición "Regular". comparado con los resultados que se obtuvieron en la evaluación del pavimento flexible de las principales vías de puerto Casma fue un promedio de PCI de 40.14 dando una condición Regular, lo que indica que estos errores no afectan el paso de los vehículos. Asimismo, la cantidad de vehículos que transitan por estas carreteras por lo cual para Zevallos obtuvo un IMDA de 759 veh/día, mientras que para esta investigación fue de 213 veh/día lo cual explica el deterioro de la capa superficial; además esto también se debe a la capacidad que tiene el terreno con un CBR por parte del autor fue de 9.30 % y del proyecto fue de 9.24%; por lo se concuerda con los datos contrastados ya que la condición del pavimento se evalúa en la capa superficial según el método PCI pero estos resultados dependen de factores como el tráfico y la capacidad portante del terreno a las cargas.

Según Rivas y Vargas (2017) se determinó que la avenida Domingo Orué tiene un PCI de 37.03, por lo que el estado de conservación en el que se encuentra es MALO y deberán establecerse los métodos de rehabilitación a realizar. En la cual en esta investigación de las principales vías de Puerto Casma – Casma nos dio como resultado un PCI de 40.14 dando una condición Regular. Las principales fallas encontradas por los autores fueron la piel de cocodrilo, parcheo y huecos con severidades entre altas, medias y bajas pero las principales severidades fueron entre medias y bajas; mientras que en esta investigación se encontraron baches, desprendimiento de agregado y grieta de borde, con estos datos encontrados se pueden evidenciar las variaciones en los resultados esto generalmente dado por los vehículos que transitan como es el caso del auto que obtuvo un IMDA de 185 veh/día y en este proyecto se obtuvo 213 veh/día si bien la cantidad de vehículos que transitan en por las principales vías de puerto Casma – Casma es mayor a la otra vía evaluada lo que genera que el pavimento de este

proyecto esté menos dañado, es debido a que por esta transitan menos vehículos pesados a comparación de la otra vía. Por lo cual, se está de acuerdo con el autor ya que tomó en consideración el tráfico de la zona para poder evaluar el pavimento y poder conocer las causas de la condición en que este se encuentra.

El pavimento flexible, diseñado para el camino más crítico que se encuentra con la carretera, logra un espesor de base de 8 pulgadas, un espesor de base de 8 pulgadas y un espesor de capa de asfalto de 2 pulgadas según el método AASHTO. Sin embargo, Laura (2019) desarrolló un pavimento flexible con un espesor base de 12,6 pulgadas, un espesor de sub - base de 7,8 pulgadas y una capa asfáltica de 2 pulgadas, aunque también en la zona de La Molina con un CBR de sub rasante de 17,3%, es muy diferente que mi nuestro estudio. Esto se debe principalmente a la vía diseñada de la autora tiene un alto volumen de tráfico las 24 horas del día, asegura una carga vehicular moderada y, a diferencia de las principales vías de puerto Casma tiene un tráfico de automóviles mínimo.

Se menciona que el diseño de pavimentos flexibles requiere de una evaluación del estado del suelo para entender su comportamiento a partir de datos obtenidos de diferentes tipos de estructuras como el espesor. Para cada pavimento granular, contrariamente a la información proporcionada en el estudio, aceptamos la teoría de los autores de que se deben evaluar las condiciones del suelo, y el más representativo en nuestro estudio es una mezcla cuidadosamente seleccionada de grava, un material fino. Cambios de tamaño de partículas mixtos clasificados por AASHTO y SUC como se muestra en los resultados de la mecánica del suelo.

Según Salamanca y Zuluaga (2014) en su proyecto titulada: “Diseño de una composición de pavimento flexible en el departamento de Del Cesar”, se concluyó que la construcción del pavimento mediante el procedimiento AASHTO 93 consistió en una capa de asfalto de 16 cm, una base granular de 15 cm y una base granular de 15 cm, a diferencia de esta investigación que se obtuvo una capa superficial de 5 cm y el espesor de la sub base y base es de 20 cm.

Cabezas.J. (2017). En la carretera Panamericana norte km 176.5 – 178 Lima. Tuvo como resultado tiene que el porcentaje para 2 o más caras fracturadas variaba mucho por lo que no se pudo lograr llegar al límite inferior. Finalmente se logró disminuir hasta aproximadamente un 19.2% el porcentaje de 1 cara fracturada obteniendo valores muy cercanos al CBR óptimo para base granular, en esta investigación de las principales vías de puerto Casma – Casma, nos dio como resultado que en el material de sub - rasante, según su clasificación (SW - SM), se considera en la categoría de sub - rasante BUENA (De $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$). Material de sub - base según su clasificación (GP - GM) y el valor del CBR referido al 100% de la MDS y una penetración de carga de 0.1" de 85.82%; Se considera que el material cumple con el requerimiento de ensayos especialmente con un mínimo de 40%. Material de base, según su clasificación (GW - GM) y el valor del CBR referido al 100% de la MDS y una penetración de carga de 0.1" de 86.72%; se considera que el material cumple con el requerimiento de ensayo especialmente un mínimo de 80%

Según el manual de carreteras (2018), para determinar las propiedades físicas del suelo a excavar, técnicamente llamado calicata, la calicata tiene una profundidad de al menos 1,5 metros, y aun cuando el flujo de tráfico es bajo, se excava un tajo por cada kilómetro. La cantidad de baches dependerá del tipo de vía que se diseñe, y los estudios respaldan lo que establece la norma, ya que determinar si el volumen de tráfico es alto o bajo se basa en la cantidad de vehículos por semana para determinar el tipo de tráfico y poder establecer criterios en función del tipo de tráfico Número de baches especificados.

Para determinar el pavimento flexible y sus propiedades se realizó el análisis de tráfico y los ensayos de suelos para comprobar las fallas obtenidas, para ellos se realizó 4 calicatas.

De acuerdo con el estándar MTC, el límite de Atterberg da como resultado el índice de plasticidad. Los parámetros básicos deben estar entre = 25% máx. y 6% mín. Para cimentaciones y sub - bases, para la pavimentación de

la vía principal en puerto Casma. Con las 4 calicatas de muestra y los ensayos correspondientes nos dice que no presenta índice de plasticidad.

Según Salamanca y Zuluaga (2014) tuvo como resultado para su propuesta de mejora: una capa de asfalto de 16 cm, una subbase de 15 cm y una base de 15 cm resultados concluyeron que la construcción del pavimento utilizando el método AASHTON – 93, a diferencia de los resultados de la autora, que tuvo como capa de asfalto de 5cm, una subbase de 20cm y una base de 20cm la diferencia entre estos espesores es debido al IMDA que para Matta y Pulido trabajaron con 143 veh./día mientras que en este proyecto fue de 213 veh./día y esto también es debido a las características del terreno como es el caso de CBR al 100% para Matta y Pulido fue de 13.86% mientras que para esta investigación fue de 17.3% estos datos fueron algunos de los que variaron los espesores del pavimento flexible.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** En primer lugar, al determinar la evaluación del pavimento realizado en las principales vías de Puerto Casma, nos permitió encontrar las propiedades físicas del suelo, lo que dio como resultado la clasificación AASHTO de material tipo A-1-a con el 100% de la muestra, con Atterberg como límite, el índice de plasticidad no se muestra debido al límite líquido y el límite plástico no se aplica. Finalmente, el índice CBR está en el rango normal.
- 2.** Luego de haber evaluado de haber evaluado el pavimento flexible de las principales vías de puerto Casma mediante el método de índice de condición del pavimento, se concluye que se encuentra en un estado regular con un valor de PCI de 40.14%, cuyo nivel de severidad es medio encontrándose que las fallas con mayor incidencia son los baches 50%, fisura 15%, piel de cocodrilo 10% que nos da a entender que la mayoría de las fallas son funcionales, no afectan el tráfico normal de los vehículos.
- 3.** Se concluyó en la evaluación que el pavimento de las vías de Puerto Casma que se encuentra en mal estado necesitando con ello una propuesta de diseño utilizando el método AASHTON - 93, la cual dio los siguientes resultados capa de rodadura de 5 cm, una base de 20 cm y una subbase de 20 cm.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir los parámetros del levantamiento de suelos con base en las propiedades físicas. La cual fue desarrollado en un momento en que se estaba investigando el pavimento flexible y se encontró que tiene un terreno excelente que ayudará a optimizar el diseño y mejorar la accesibilidad vehicular en beneficio de los residentes de Puerto Casma.

De acuerdo a la interpretación del PCI, en el trayecto se examinarán 14 muestras, las cuales se encuentran en condiciones normales dentro de la clasificación PCI, por lo que se recomienda a las autoridades competentes diagnosticar el estado del estado que se encuentra en la vía principal de Puerto Casma.

Para futuros investigadores que diseñen estructuras de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93, consulte también la sección de Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos, que se basa en AASHTO 93 pero adaptado a las condiciones peruanas. Y si estos dos enfoques se complementan, se lograrán mejores resultados; También se recomienda preparar un presupuesto para este proyecto, ya que este es un punto importante para presentar esta propuesta a esta unidad.