



**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](https://orcid.org/0000-0003-4156-1528))

**ASESORA:**

Mgtr. Alvarez Asto, Luz Esther ([orcid.org/0000-0001-6491-6569](https://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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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  $\leq 20$  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

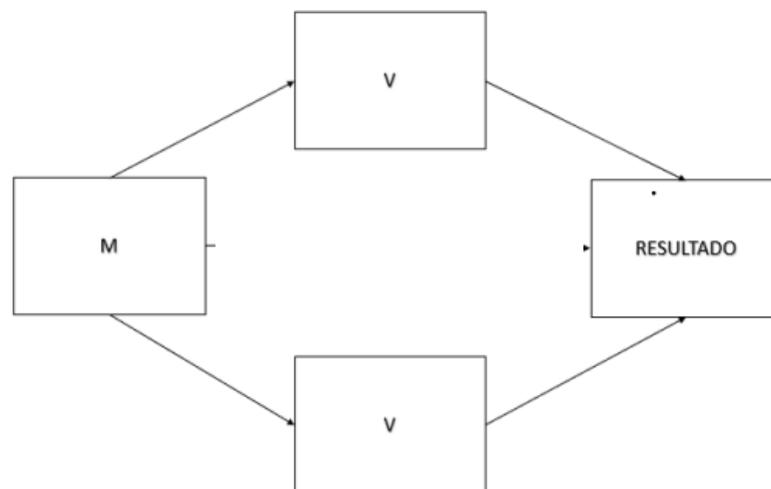
##### 3.1.1. Tipo de investigación

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.

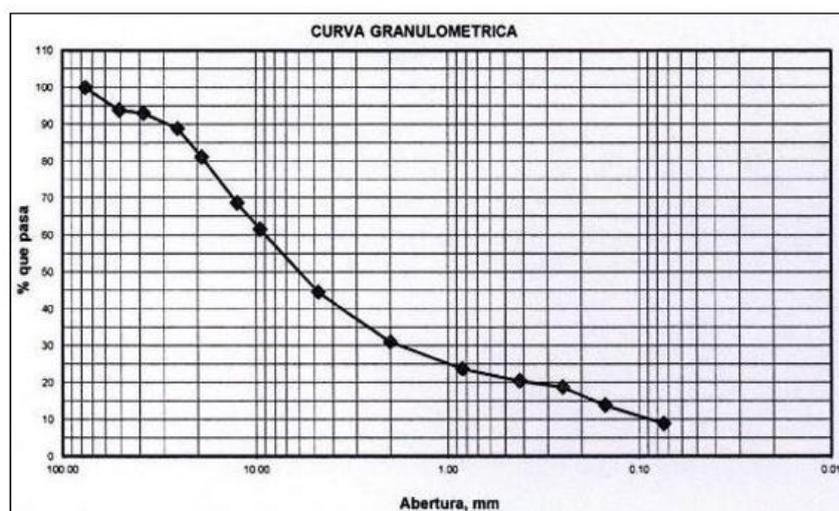
#### 4.1.1. Granulometría y Contenido de humedad (subrasante)

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)

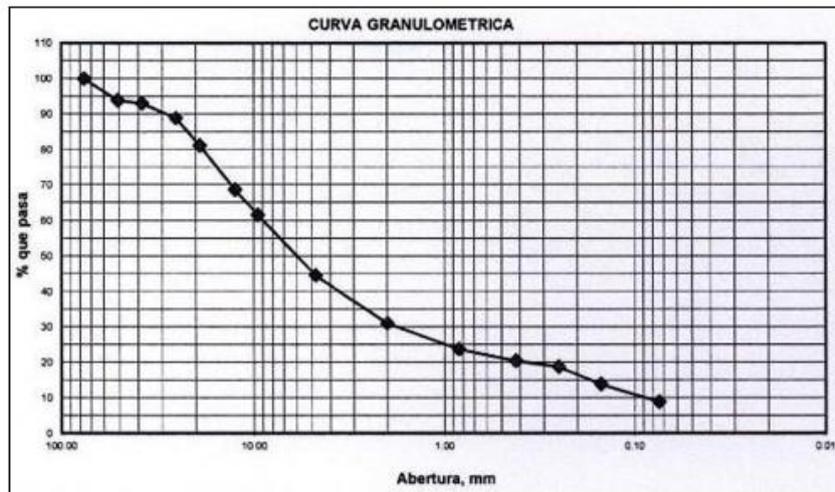


FUENTE: *Elaboración propia de la autora*

#### 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)

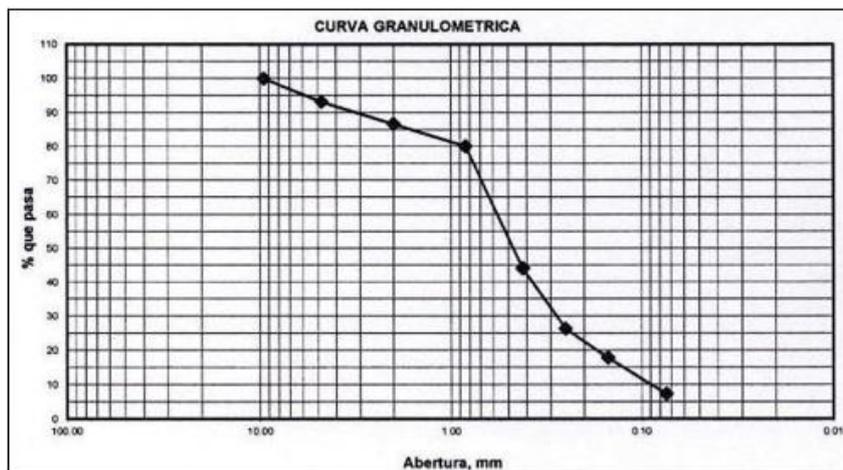


**FUENTE:** Elaboración propia de la autora

**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:**

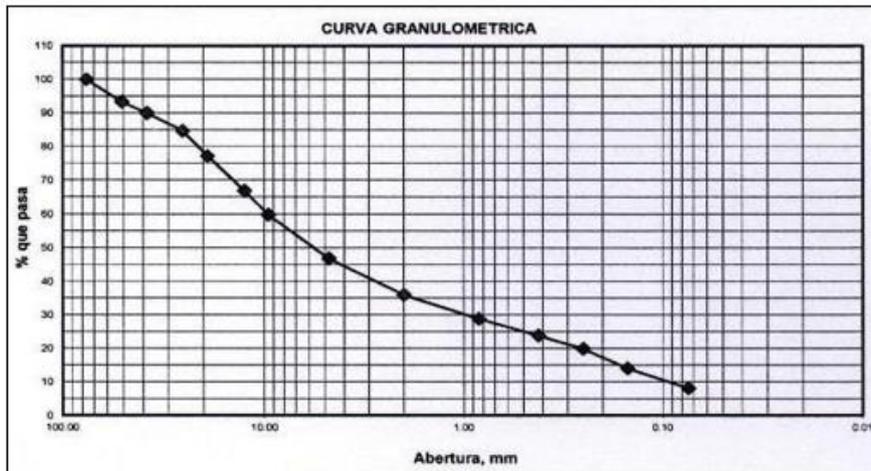
En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 01, la cual en la muestra 1 nos da un 1.74% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 1.41% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 7.25% de contenido de humedad.

**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*

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

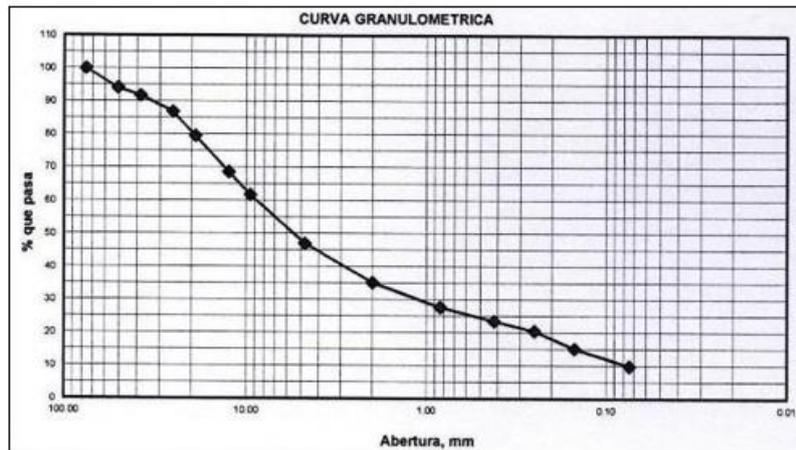


**FUENTE:** Elaboración propia de la autora

### Interpretación:

En nuestra tabla se puede observar que en la calicata 02 (muestra 1) tenemos agregados como grava teniendo un 53.16%, en arena un 36.65% y en finos 8.12%. 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°07:** Curva granulométrica – calicata 02 (muestra 2)



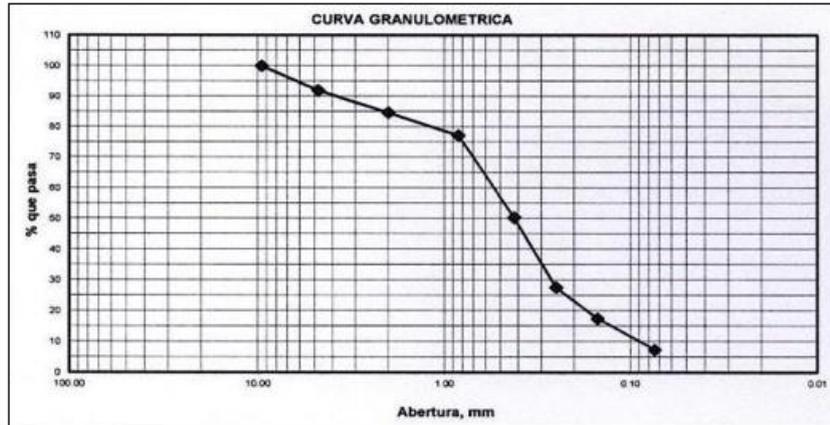
**FUENTE:** Elaboración propia de la autora

### Interpretación:

En la calicata 02 (muestra 2) tenemos agregados como grava teniendo un 52.96%, en arena un 37.11% y en finos 9.87%. 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°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:**

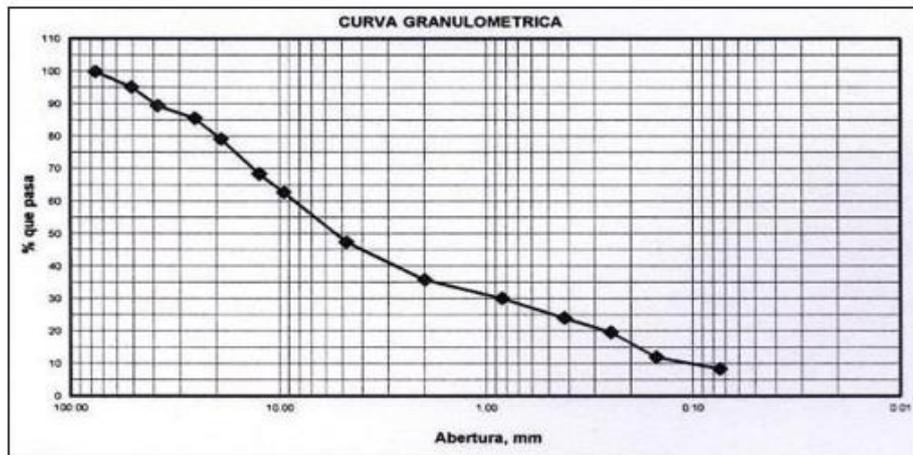
En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 02, la cual en la muestra 1 nos da un 1.90% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 2.12% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 3.99% de contenido de humedad.

**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)

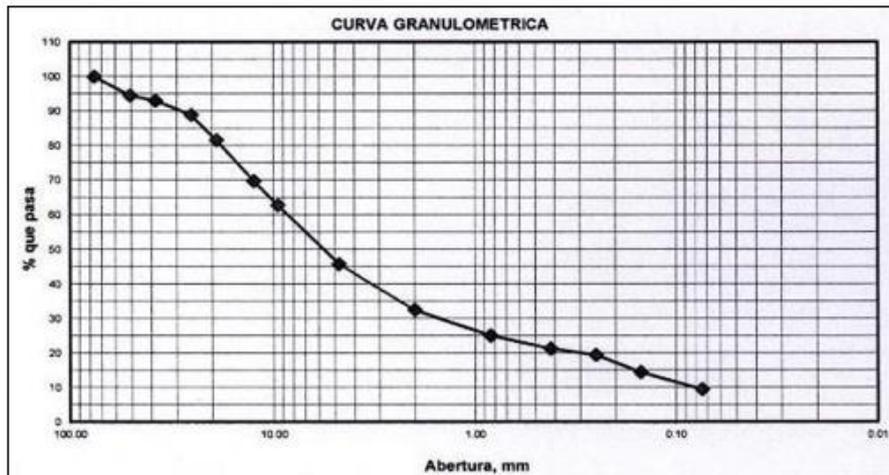


**FUENTE:** Elaboración propia de la autora

**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)

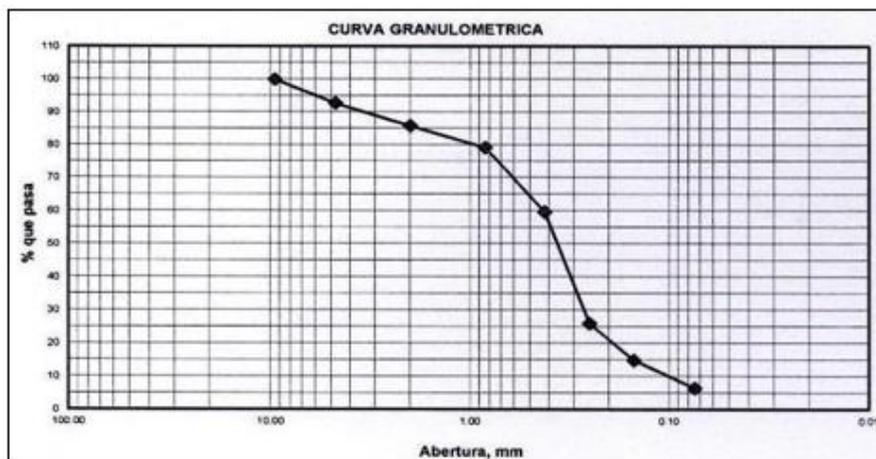


**FUENTE:** Elaboración propia de la autora

**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:**

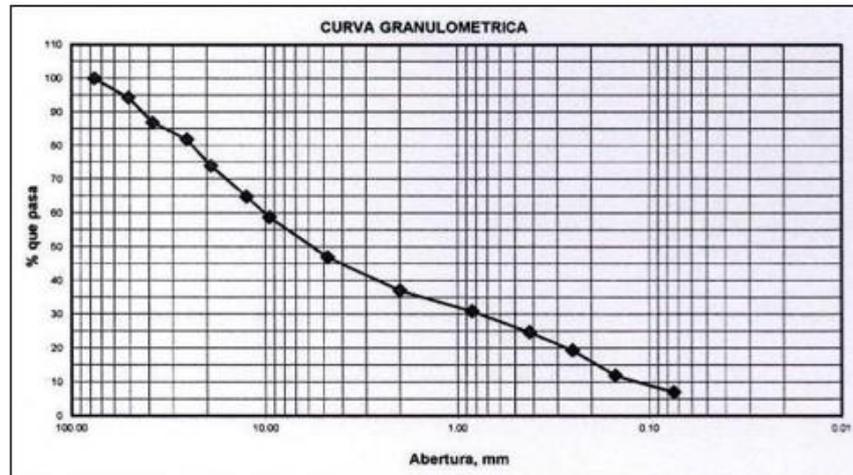
En el gráfico podemos observar los porcentajes del contenido de humedad en nuestra Calicata 03, la cual en la muestra 1 nos da un 2.02% de contenido de humedad, en la muestra 2 nos da un 1.92% de contenido de humedad, en la muestra 3 nos da un 6.84% de contenido de humedad.

**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)

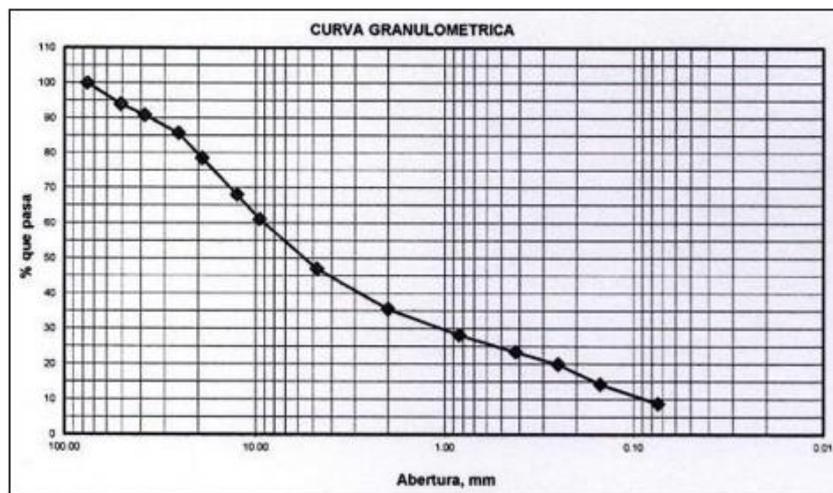


**FUENTE:** *Elaboración propia de la autora*

**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)



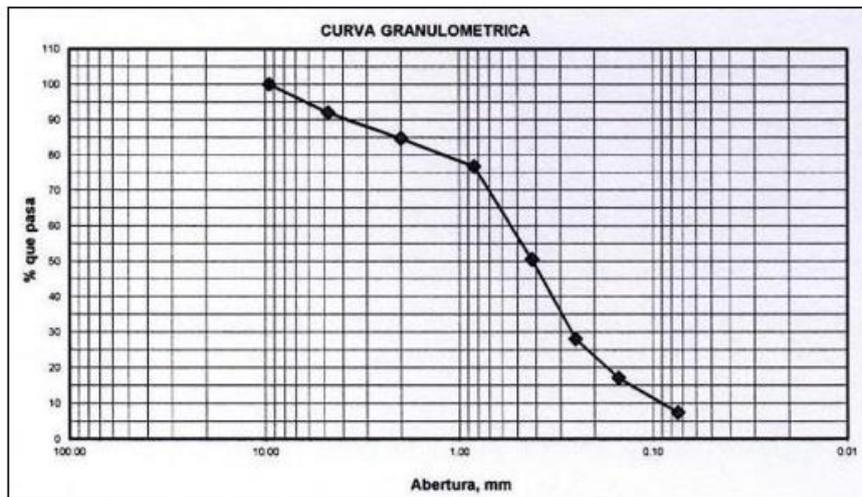
**FUENTE:** *Elaboración propia de la autora*

**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**

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	<b>SUB - RASANTE</b>		<b>SUB - BASE</b>	<b>BASE</b>
<b>CALICATA</b>	<b>C - 02</b>	<b>C - 04</b>	<b>C - 03</b>	<b>C - 03</b>
<b>Densidad máxima seco (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.983	1.964	2.270	2.278
<b>Humedad Optima (%)</b>	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)

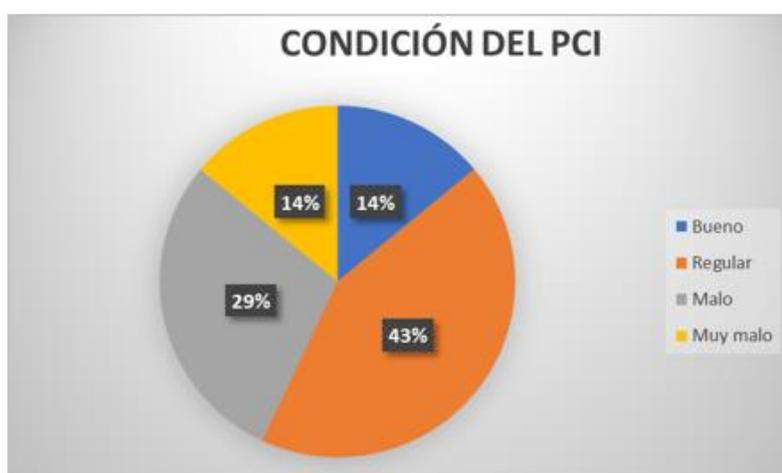
Bueno	2	14%
Regular	6	43%
Malo	4	29%
Muy malo	2	14%
TOTAL	14	100%

**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*

<b>ESAL (W 18)</b>	188.279
<b>CBR</b>	15.75%
<b>MR (Psi)</b>	15662
<b>TP</b>	TP2
<b>Etapas 1</b>	1
<b>conf. %</b>	80.00%
<b>ZR</b>	-0.263
<b>So</b>	0.45
<b>Pi</b>	3.8
<b>Pt</b>	2
<b><math>\Delta PSI</math></b>	1.8
<b>SNR</b>	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:** *Coefficientes estructurales de las capas del pavimento*

<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>
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.

## REFERENCIAS

1. FRANCESC Carles. Carreteras en ruinas [en línea]. Elpais.com. 8 agosto de 2016. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2018].  
Disponible en:  
[https://elpais.com/elpaís/2016/08/07/opinión/1470593398\\_054252.html](https://elpais.com/elpaís/2016/08/07/opinión/1470593398_054252.html)
2. ANUAL de Carreteras: conservación vial. Lima: Dirección General de Ferrocarriles y caminos, 2013. 1220pp.
3. HURTADO, Roger. En su investigación titulada: La rehabilitación de la carretera, tramo Puente Pallar – El Molino; y su Impacto Social y Económico en la Provincia de Sánchez Carrion 2013.
4. HERNÁNDEZ Gino. Evaluación Estructural Y Propuesta De Rehabilitación De La Infraestructura Vial De La Av. Fitzcarrald, Tramo Carretera Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre. Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, Facultad De Ingeniería, Arquitectura Y Urbanismo, 2016. 159pp.
5. MACÍAS Michael. Diseño De Pavimento Rígido Para La Vía Baba- La Estrella. Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, 2014. 275pp.
6. SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2021].  
Disponible en:  
<https://1library.co/document/yng3lxlz-manual-terminos-investigacion-cientificatecnologica-humanistica.html>
7. CHÁVEZ Víctor. Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-VCHI. 4ª ed. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015. 36 pp.  
ISBN: 942-08-1922- 4
8. BOWEN Li. Characterization of Minerals, Metals, and Materials. Springer. USA. 2017, 872PP  
ISBN: 3319513826

9. BRAJA Das. Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2017. 800 pp.  
ISBN: 1305635183
10. BRAJA Das. Bearing Capacity and Settlement, Third Edition. CRC Press: USA, 2017. 384 pp.  
ISBN: 1351672444
11. CARTHIGESU Gnanendran. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2016. 512pp.  
ISBN: 1305386647
12. SIVAKUGAN Nagaratnam. Introduction to Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA 2015. 448pp.  
ISBN: 1305446046
13. REYES Fredy. Diseño racional de pavimentos. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2014. 45 pp.  
ISBN: 9586836223
14. REYES Fredy. Pavimentos: Materiales, construcción y diseño. Ecoe Ediciones: Colombia, 2015. 450pp.  
ISBN: 9587711769
15. AMERATUNGA Jay. Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering. Springer: USA, 2015. 228pp.  
ISBN: 8132226291
16. AASHTO. 1993. AASHTO guide for design of pavement structures. [En línea] 1993. [Citado el: 05 de octubre de 2020.]  
Disponible en:  
<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
17. ZANS José. Mecánica de suelos. Eyrolles: Barcelona, 2015. 223 pp.  
ISBN: 847146165X
18. TULADHAR Rabin. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2017. 512pp  
ISBN: 9781337291699
19. SOBHAN Khaled. Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2016. 784pp.  
ISBN: 1305970934

20. JAIN Hemant. SSC-JE Conventional 2019: Civil Engineering. Infinity Educations: USA, 2018. 270pp.  
ISBN: 8193935659
21. MANUAL de ensayo de materiales Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2016. 91pp.
22. MANUAL de inventarios viales. Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014. 330pp.
23. ESPINOZA José. Fundamentos Básicos y Guía en la Construcción de Carretera. Impresora Conadex: Republica Dominicana, 2016. 370pp.  
ISBN: 9945409360
24. AASHTO Guide for design of pavement structures 1993. Washington, D.C. American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. 624pp.
25. GUTIÉRREZ José. Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2016. 26 pp.
26. GUILLEN Arturo. Mal estado de las vías es la causa principal de accidentes de tránsito [en línea]. El-nacional.com. 24 de septiembre de 2017. 01pp. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2018].  
Disponible en:  
[http://www.el-nacional.com/noticias/sucesos/mal-estado-las-vias-causas-principal-accidentestransito\\_204949](http://www.el-nacional.com/noticias/sucesos/mal-estado-las-vias-causas-principal-accidentestransito_204949)
27. MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). NP, R.D. N°18-MTC/14: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: INN, 2016. 1272 pp.
28. MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). NP E 101, R.D. N°25213/14.MTC: Manual de ensayos de materiales. Lima: INN, 2016. 1269pp.
29. ASTM International. Designation D6433 – 11 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index. West Conshohocken: 2011, 48 pp.
30. WANG Linbing. Pavements and Materials: Characterization, Modeling, and Simulation: Characterization, Modeling, and Simulation: Proceedings

of Symposium on Pavement Mechanics and Materials at the 18th ASCE Engineering Mechanics Division (EMD) Conference, June 3-6, 2007, Blacksburg, Virginia. American Society of Civil Engineers: USA, 2018. 178pp.

ISBN: 0784472416

31. CORREA, María y Del Carpio, Luis. Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2019, 280 pp.
32. DÍAZ, Juan. Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada, 2016, 45 pp.
33. MICHELS, Dominic. Pavement Condition Index and Cost of Ownership Analysis on Preventative Maintenance Projects in Kentucky. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Kentucky: University of Kentucky, Facultad de Ingeniería Civil, 2017, 60 pp.
34. HERRA, Luis. 2019. Conceptualización del procesamiento digital de imágenes para la evaluación de superficies de pavimento en Costa Rica. Revista Infraestructura Vial [en línea]. Lugar: LanammeUCR, 20(35), p.p. 20-26 [consulta: 25 de noviembre de 2020]. ISSN: 14094045.  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/331009793\\_Conceptualization\\_of\\_the\\_digital\\_image\\_processing\\_for\\_the\\_assessment\\_of\\_pavement\\_surfaces\\_in\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/331009793_Conceptualization_of_the_digital_image_processing_for_the_assessment_of_pavement_surfaces_in_Costa_Rica)
35. HUACCHA, Cristhian. Evaluación del pavimento flexible de la Av. Mario Urteaga mediante el Rugosímetro de Merlín y el Método PCI para determinar el estado de condición del pavimento, 2017. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, 2019, 300 pp.
36. LAURA, Guzmán. Análisis comparativo entre dos tipos de pavimentos para el campus de la UNALM. Tesis (Título de Ingeniería Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Ingeniería Agrícola, 2019, 270 pp.

37. RAMIREZ, Lina. Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Colombia, Envigado: Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2019, 103 pp.
38. VÁSQUEZ, Ricardo. Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2002, 90 pp. VILLA, Victor. Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas aplicación: Colegio FAP Manuel Polo Jiménez. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2007, 165 pp.
39. TACZA, Erica y Rodríguez, Braulio. 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. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2018, 117 pp.
40. CORDO, Oscar. Diseño de Pavimentos (AASHTO-93). 3ra Edición, La Paz: Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón (IBCH), 2009. 246 pp.

# **ANEXOS**

## TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Evaluación del pavimento flexible</b>	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.	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 los ensayos granulométrico 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.	Sub - rasante	Granulometría	Razón
				Límite de Atterberg	
				Proctor y CBR	
			Sub - base	Granulometría	Razón
				Límite de Atterberg	
				Proctor y CBR	
			Base	Granulometría	Razón
				Límite de Atterberg	
				Proctor y CBR	
<b>Propuesta de mejora</b>	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.	Esto consiste en la optimización de las condiciones de la vía que esta en un mal estado.	Diseño vial	Aliniamiento	Razón
				Pendiente	
				Estudio de suelos	Razón

### PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

DATOS	
<b>PROYECTO</b>	"Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"
<b>TRAMO</b>	CASMA - PUERTO CASMA
<b>DEPARTAMENTO</b>	Ancash
<b>PROVINCIA</b>	Casma
<b>DISTRITO</b>	Comandante Noel

CARACTERISTICAS TECNICAS	
<b>Ancho de superficie de rodadura</b>	6.00m
<b>Ancho de berma</b>	1.00m
<b>Tipo de Pavimento</b>	Flexible- Asfalto en caliente
<b>Tipo de tratamiento</b>	Carpeta asfáltica en caliente
<b>Periodo de diseño</b>	20 años

<b>ESAL</b>	188.279
<b>CBR</b>	15.75%
<b>MR subrasante (Psi)</b>	15662
<b>Tipo de trafico (TP)</b>	TP2
<b>Número de etapas</b>	1
<b>Nivel de confiabilidad R (%)</b>	80.00%
<b>Coficiente estadísticos de desviación estándar normal (ZR)</b>	-0.263
<b>Desviación estándar combinada (So)</b>	0.45
<b>Serviciabilidad inicial (Pi)</b>	3.8
<b>Serviciabilidad final o terminal (Pt)</b>	2
<b>Variación de serviciabilidad (<math>\Delta PSI</math>)</b>	1.8

#### ITERACIÓN MANUAL

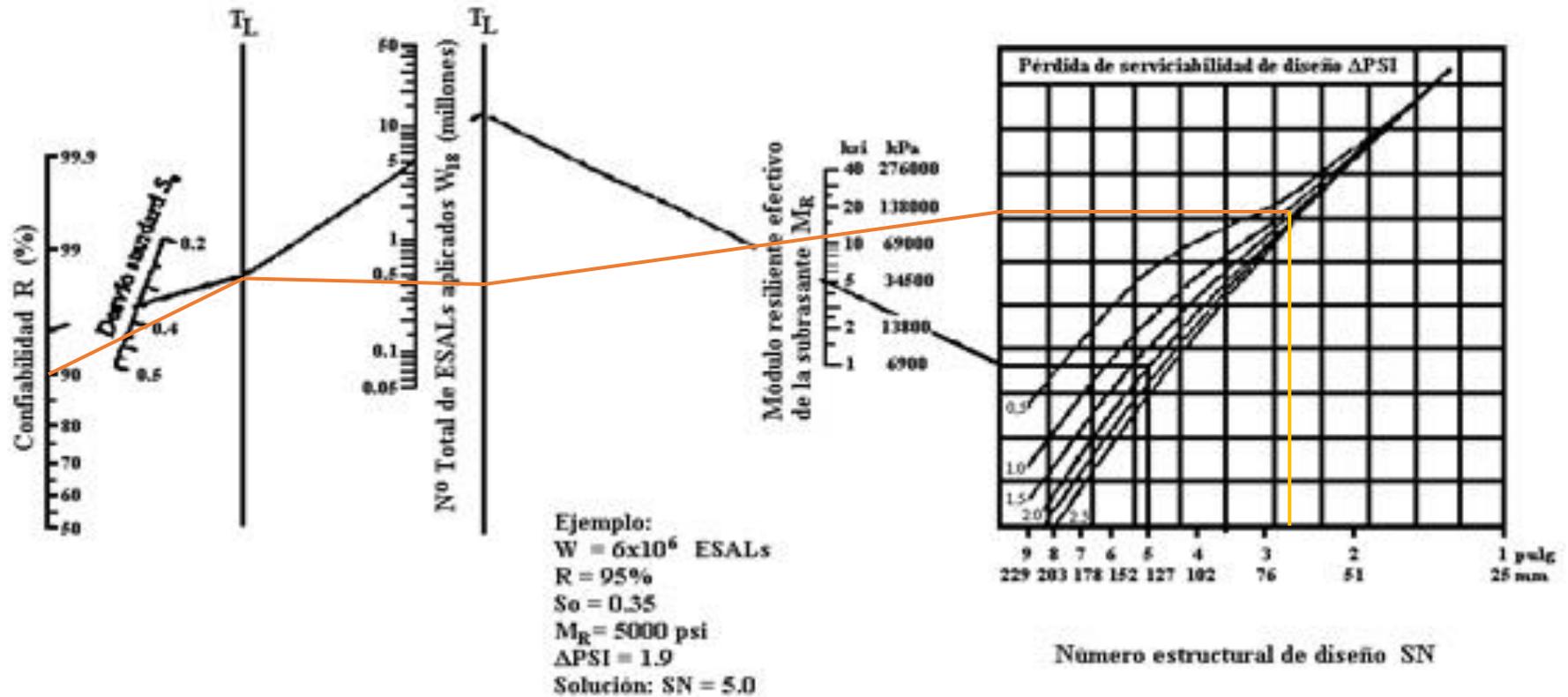
<b>Número estructural requerido (SNR)</b>	3.000
<b>N18 nominal</b>	5.772
<b>N18 calculado</b>	6.328

#### ITERACIÓN AUTOMÁTICA

<b>Número estructural requerido (SNR)</b>	2.432
<b>N18 nominal</b>	5.772
<b>N18 calculado</b>	5.770

El Número Estructural Requerido es de 3 usando la iteración manual y 2.43 mediante la iteración automático.

### Cálculo del Número Estructura Requerido (usando el Ábaco AASHTO)



Empleando el Abaco AASHTO, se tiene que el Número Estructural Requerido es **2.44**. Por lo tanto, se asume que el Número Estructural Requerido es **2.432** dado que en el ábaco presenta mayor confiabilidad.

### Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento flexible

a1	a2	a3
Carpeta asfáltica en caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) A 20°C (68 oF)	Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub base granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico	Capa de base recomendada para tráfico > 5'000, 000 EE	Capa de sub base recomendada para tráfico < 15'000,000 EE
0.17	0.052	0.047

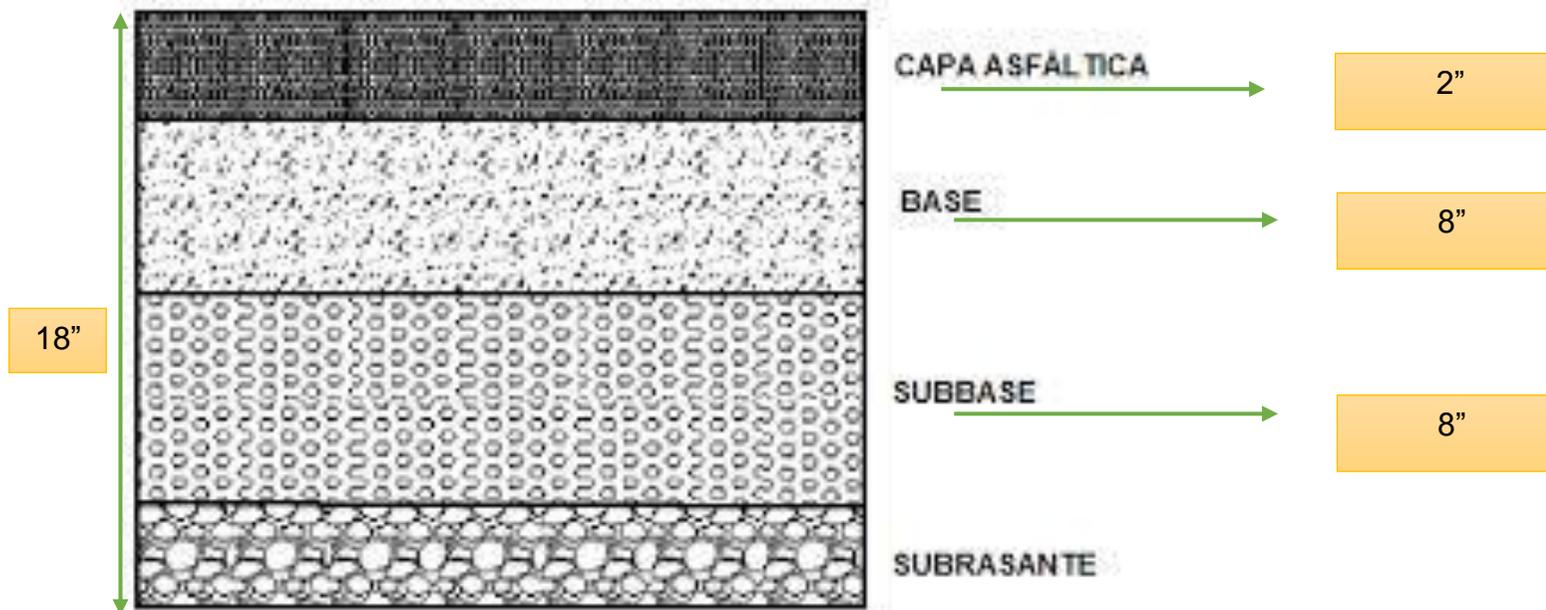
m1	m2
1.10	1.10

D1	D2	D3
5.0 cm	14.0 cm	17.0 cm
<b>Capa superficial</b>	<b>Base</b>	<b>Sub base</b>

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

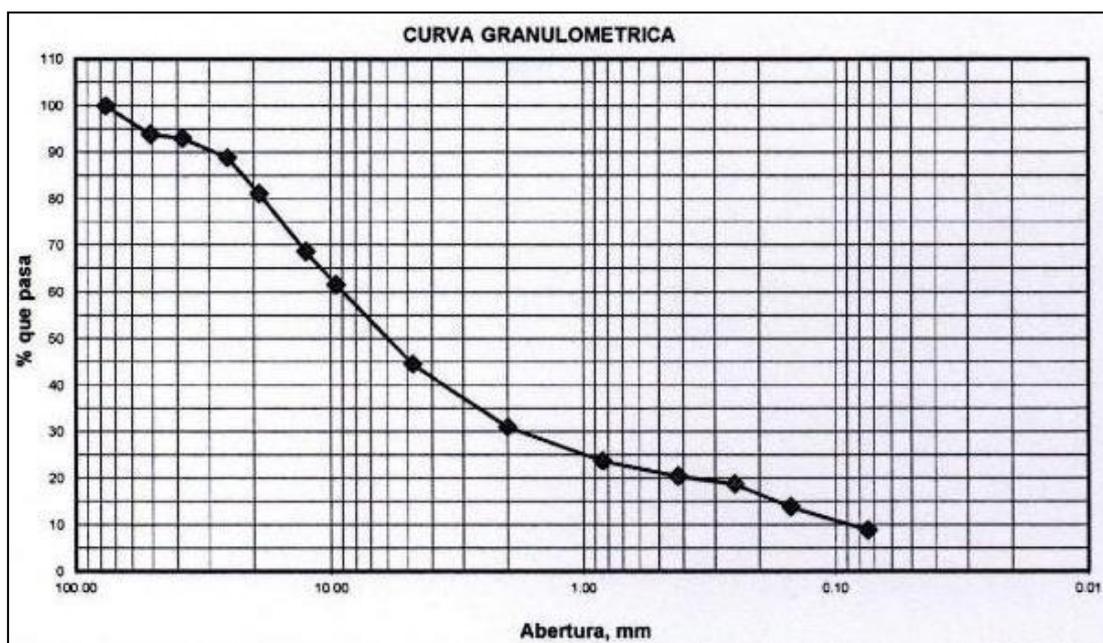
### Estructura Propuesta del Pavimento Flexible de las principales vías de Puerto Casma

<b>Carpeta asfáltica</b>	5 cm	2"
<b>Base</b>	20 cm	8"
<b>Sub base</b>	20 cm	8"



**ANEXO N°01: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-01(M-1)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>		4932.20	
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>		440.20	
<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000	0.00	100.00
2"	50.800	302.20	93.85
1 1/2"	38.100	39.10	93.06
1"	25.400	207.90	88.85
3/4"	19.050	381.10	81.12
1/2"	12.500	615.40	68.64
3/8"	9.525	349.30	61.56
N° 4	4.760	841.90	44.49
N° 10	2.000	661.70	31.07
N° 20	0.840	362.50	23.72
N° 40	0.420	163.40	20.41
N° 60	0.250	81.90	18.75
N° 100	0.150	242.40	13.86
N° 200	0.074	243.20	8.91
< N° 200		440.20	

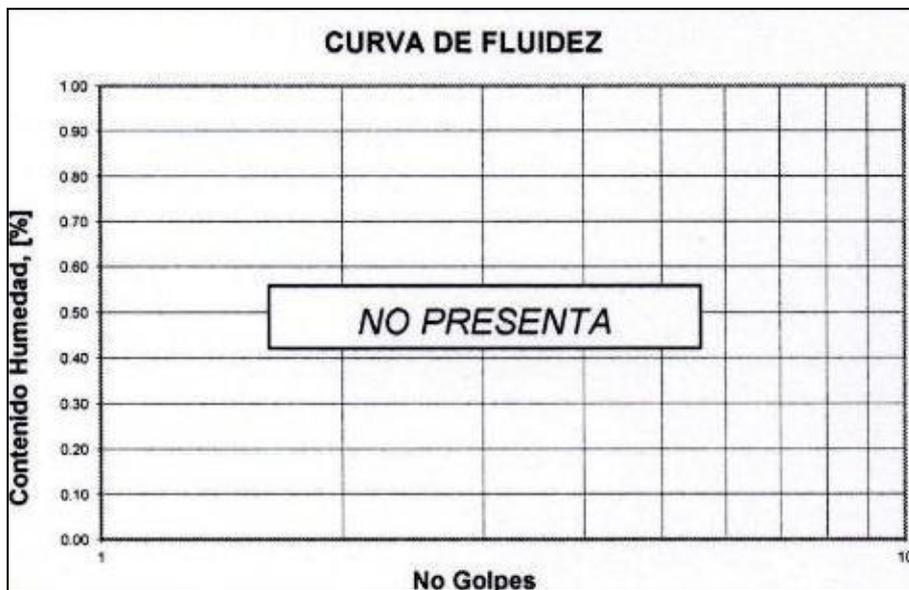


<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	<b>55.47%</b>
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	<b>35.56%</b>
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	<b>8.91%</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>GP-GM (Grava mal graduada con limo y arena)</b>
<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>A-1-a (0)</b>
<b>Terreno Natural</b>	<b>Excelente a bueno</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	21.38
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	206.48
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	203.28
4. Peso agua, (gr)	3.18
5. Peso suelo seco, (gr)	181.88
6. Contenido de humedad, (%)	<b>1.74%</b>

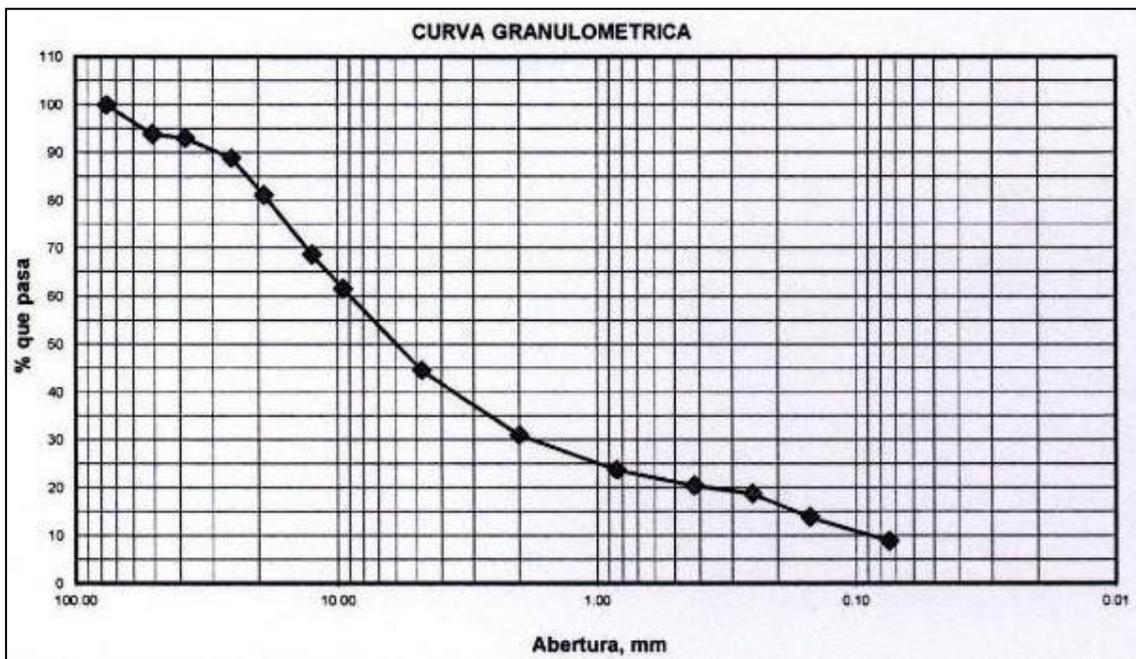


**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°02: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-01(M-2)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	5978.00
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	571.00

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000	0	<b>100.00</b>
2"	50.800	371.5	<b>93.77</b>
1 1/2"	38.100	114.5	<b>91.85</b>
1"	25.400	278.1	<b>87.20</b>
3/4"	19.050	450.6	<b>79.66</b>
1/2"	12.500	685.9	<b>68.19</b>
3/8"	9.525	420.1	<b>61.16</b>
N° 4	4.760	910.3	<b>45.93</b>
N° 10	2.000	731.5	<b>33.70</b>
N° 20	0.840	433.6	<b>26.44</b>
N° 40	0.420	234.2	<b>22.52</b>
N° 60	0.250	151.2	<b>20.00</b>
N° 100	0.150	310.9	<b>14.79</b>
N° 200	0.074	314.6	<b>9.53</b>
< N° 200		571	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	<b>54.03%</b>
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	<b>36.38%</b>
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	<b>9.53%</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>GW-GM (Grava bien graduada con limo y arena)</b>
<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>A-1-a (0)</b>
<b>Terreno Natural</b>	<b>Excelente a bueno</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	25.58
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	245.38
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	242.28
4. Peso agua, (gr)	3.08
5. Peso suelo seco, (gr)	216.68
6. Contenido de humedad, (%)	1.41%

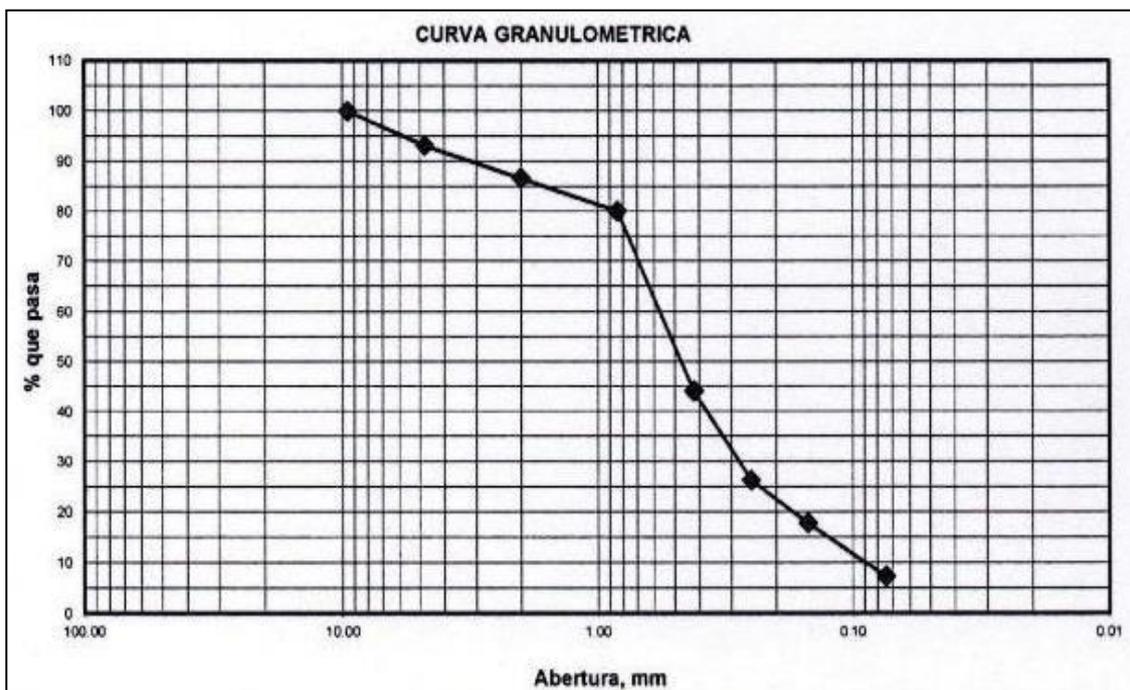


Fuente: *Elaboración Propia*

**ANEXO N°03: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-01(M-3)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	2691.10
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	196.10

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	<b>100.00</b>
N° 4	4.760	184.80	<b>93.11</b>
N° 10	2.000	174.10	<b>86.64</b>
N° 20	0.840	177.30	<b>80.06</b>
N° 40	0.420	970.30	<b>44.00</b>
N° 60	0.250	475.50	<b>26.33</b>
N° 100	0.150	230.20	<b>17.78</b>
N° 200	0.074	282.80	<b>7.27</b>
< N° 200		196.10	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	<b>6.85%</b>
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	<b>85.83%</b>
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	<b>7.27%</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>SW-SM (Arena bien graduada con limo)</b>
<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>A-1-b (0)</b>
<b>Terreno Natural</b>	<b>Excelente a bueno</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	25.48
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	286.48
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	268.78
4. Peso agua, (gr)	17.68
5. Peso suelo seco, (gr)	243.28
6. Contenido de humedad, (%)	7.25%



**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°04: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-02(M-1)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	8401.80
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	684.20

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>3"</b>	76.000	0.00	<b>100.00</b>
<b>2"</b>	50.800	557.50	<b>93.34</b>
<b>1 1/2"</b>	38.100	280.70	<b>90.00</b>
<b>1"</b>	25.400	446.80	<b>84.69</b>
<b>3/4"</b>	19.050	631.50	<b>77.17</b>
<b>1/2"</b>	12.500	864.10	<b>66.88</b>
<b>3/8"</b>	9.525	595.60	<b>59.80</b>
<b>N° 4</b>	4.760	1092.20	<b>46.80</b>
<b>N° 10</b>	2.000	903.60	<b>36.04</b>
<b>N° 20</b>	0.840	608.10	<b>28.80</b>
<b>N° 40</b>	0.420	414.60	<b>23.87</b>
<b>N° 60</b>	0.250	335.20	<b>19.88</b>
<b>N° 100</b>	0.150	492.30	<b>14.02</b>
<b>N° 200</b>	0.074	495.40	<b>8.12</b>
<b>&lt; N° 200</b>		684.20	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	<b>53.16%</b>
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	<b>36.65%</b>
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	<b>8.12%</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>GW-GM (Grava bien graduada con limo y arena)</b>
<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>A-1-a (0)</b>
<b>Terreno Natural</b>	<b>Excelente a bueno</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
	9
1. Peso tara, (gr)	25.58
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	189.78
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	186.68
4. Peso agua, (gr)	3.08
5. Peso suelo seco, (gr)	161.08
6. Contenido de humedad, (%)	1.90%

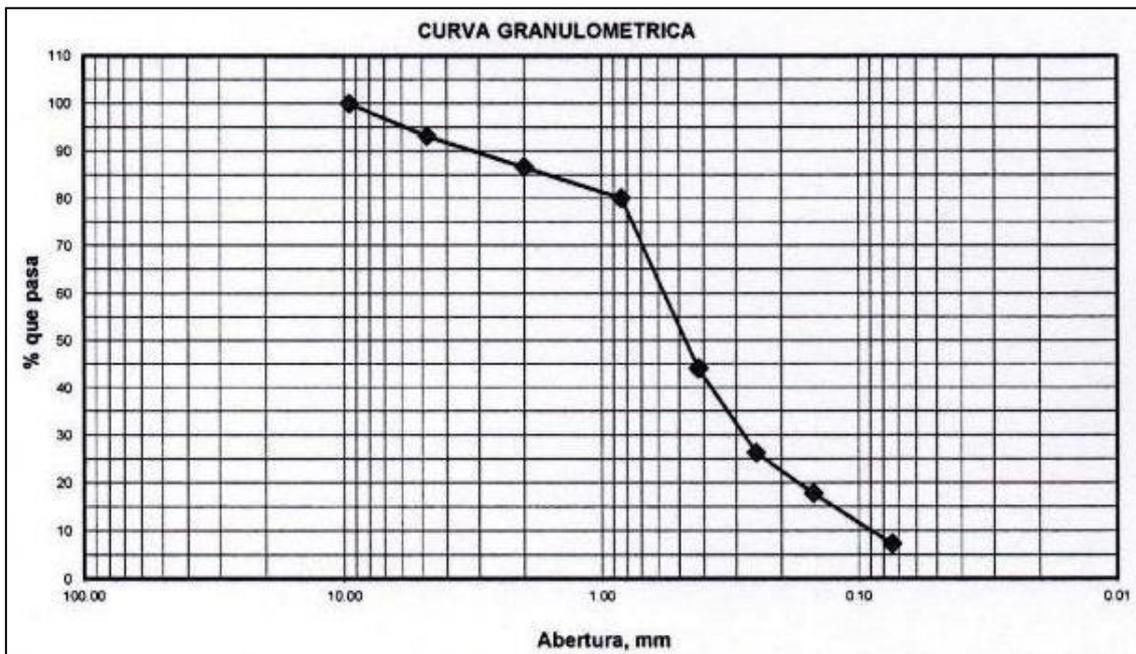


Fuente: *Elaboración Propia*

**ANEXO N°05: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-02(M-2)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	6378.00
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	630.90

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>3"</b>	76.000	0.00	<b>100.00</b>
<b>2"</b>	50.800	376.80	<b>94.07</b>
<b>1 1/2"</b>	38.100	150.40	<b>91.71</b>
<b>1"</b>	25.400	311.20	<b>86.83</b>
<b>3/4"</b>	19.050	469.90	<b>79.47</b>
<b>1/2"</b>	12.500	698.30	<b>68.52</b>
<b>3/8"</b>	9.525	435.50	<b>61.69</b>
<b>N° 4</b>	4.760	936.70	<b>47.00</b>
<b>N° 10</b>	2.000	754.10	<b>35.18</b>
<b>N° 20</b>	0.840	478.70	<b>27.68</b>
<b>N° 40</b>	0.420	266.60	<b>23.50</b>
<b>N° 60</b>	0.250	189.80	<b>20.52</b>
<b>N° 100</b>	0.150	342.20	<b>15.15</b>
<b>N° 200</b>	0.074	336.90	<b>9.87</b>
<b>&lt; N° 200</b>		630.90	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	NO PRESENTA		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	NO PRESENTA		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
Grava (No. 4 < Diam < 3")	52.96%
Arena (No. 200 < Diam < No.4)	37.11%
Finos (Diam < No.200)	9.87%
Clasificación SUCS	GW-GM (Grava bien graduada con limo y arena)
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)
Terreno Natural	Excelente a bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
	11
1. Peso tara, (gr)	21.38
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	212.48
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	208.48
4. Peso agua, (gr)	3.98
5. Peso suelo seco, (gr)	187.08
6. Contenido de humedad, (%)	2.12%

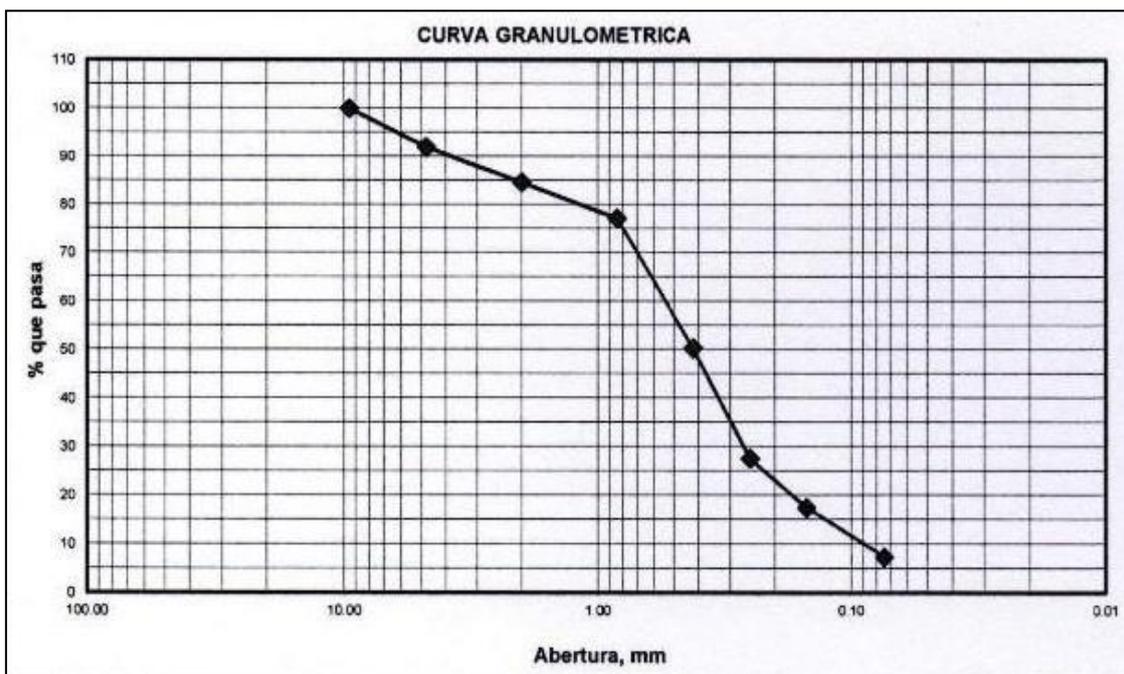


**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°06: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-02(M-3)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	2694.50
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	198.10

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	<b>100.00</b>
N° 4	4.760	217.60	<b>91.90</b>
N° 10	2.000	196.00	<b>84.65</b>
N° 20	0.840	202.20	<b>77.13</b>
N° 40	0.420	721.60	<b>50.35</b>
N° 60	0.250	614.50	<b>27.54</b>
N° 100	0.150	271.60	<b>17.46</b>
N° 200	0.074	272.90	<b>7.33</b>
< N° 200		198.10	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	<b>8.06%</b>
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	<b>84.55%</b>
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	<b>7.33%</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>SW-SM (Arena bien graduada con limo)</b>
<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>A-2-4 (0)</b>
<b>Terreno Natural</b>	<b>Excelente a bueno</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	20.28
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	186.48
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	180.08
4. Peso agua, (gr)	6.38
5. Peso suelo seco, (gr)	159.78
6. Contenido de humedad, (%)	3.99%

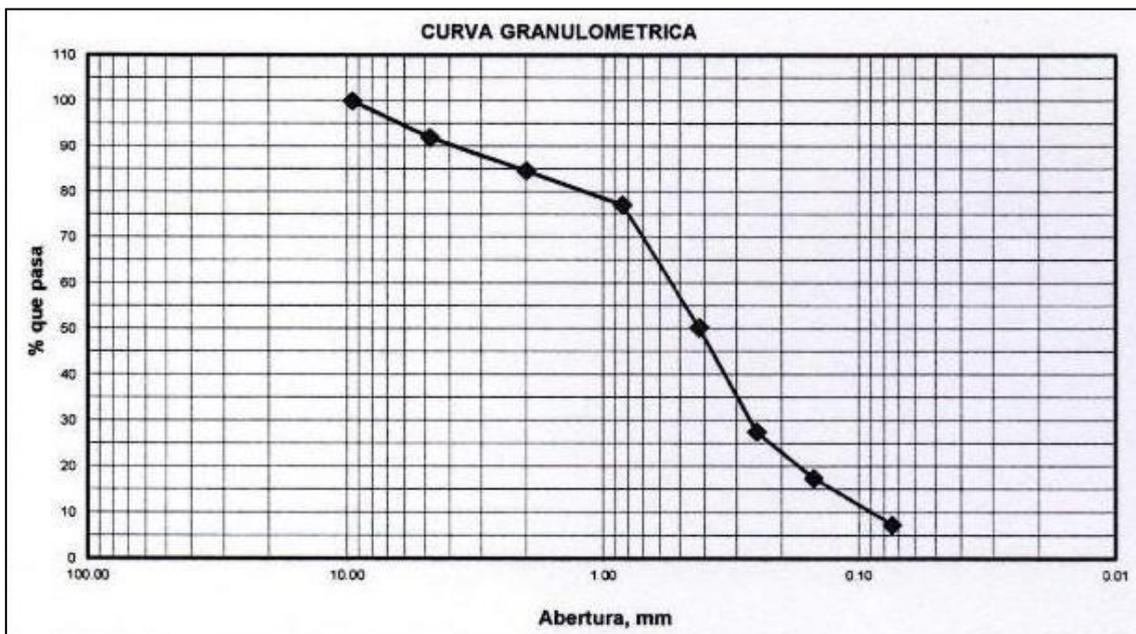


Fuente: *Elaboración Propia*

**ANEXO N°07: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-03(M-1)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	4932.20
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	440.20

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>3"</b>	76.000	0.00	<b>100.00</b>
<b>2"</b>	50.800	241.00	<b>95.21</b>
<b>1 1/2"</b>	35.100	288.80	<b>89.49</b>
<b>1"</b>	25.400	196.40	<b>85.60</b>
<b>3/4"</b>	19.050	322.00	<b>79.23</b>
<b>1/2"</b>	12.500	551.60	<b>68.31</b>
<b>3/8"</b>	9.525	280.90	<b>62.75</b>
<b>N° 4</b>	4.760	775.90	<b>47.39</b>
<b>N° 10</b>	2.000	583.80	<b>35.83</b>
<b>N° 20</b>	0.840	287.90	<b>30.13</b>
<b>N° 40</b>	0.420	305.10	<b>24.09</b>
<b>N° 60</b>	0.250	224.00	<b>19.65</b>
<b>N° 100</b>	0.150	385.60	<b>12.02</b>
<b>N° 200</b>	0.074	181.20	<b>8.43</b>
<b>&lt; N° 200</b>		427.00	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	52.59%
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	38.95%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	8.45%
<b>Clasificación SUCS</b>	GW-GM (Grava Bien Graduada con limo y Arena)
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a (0)
<b>Terreno Natural</b>	Excelente a bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
	5
1. Peso tara, (gr)	20.28
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	205.48
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	201.78
4. Peso agua, (gr)	3.68
5. Peso suelo seco, (gr)	181.48
6. Contenido de humedad, (%)	<b>2.02%</b>

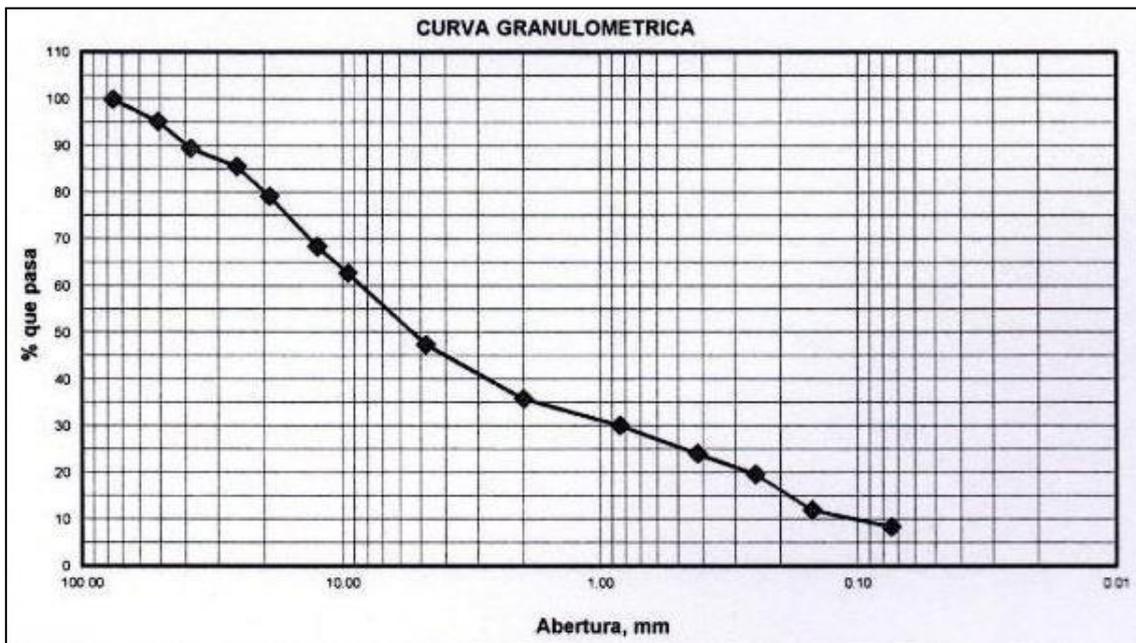


**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°08: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-03(M-2)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	4942.00
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	469.10

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>3"</b>	76.000	0.00	<b>100.00</b>
<b>2"</b>	50.800	2.68.90	<b>94.54</b>
<b>1 1/2"</b>	38.100	71.50	<b>93.09</b>
<b>1"</b>	25.400	210.80	<b>88.83</b>
<b>3/4"</b>	19.050	358.90	<b>81.56</b>
<b>1/2"</b>	12.500	589.40	<b>69.64</b>
<b>3/8"</b>	9.525	339.60	<b>62.77</b>
<b>N° 4</b>	4.760	842.10	<b>45.73</b>
<b>N° 10</b>	2.000	650.80	<b>32.56</b>
<b>N° 20</b>	0.840	369.90	<b>25.07</b>
<b>N° 40</b>	0.420	185.50	<b>21.32</b>
<b>N° 60</b>	0.250	93.50	<b>19.43</b>
<b>N° 100</b>	0.150	245.70	<b>14.46</b>
<b>N° 200</b>	0.074	246.30	<b>9.47</b>
<b>&lt; N° 200</b>		469.10	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	54.23%
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	36.23%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	9.47%
<b>Clasificación SUCS</b>	GW-GM (Grava Bien Graduada con limo y Arena)
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a (0)
<b>Terreno Natural</b>	Excelente a Bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
	9
1. Peso tara, (gr)	20.68
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	199.78
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	196.38
4. Peso agua, (gr)	3.38
5. Peso suelo seco, (gr)	175.68
6. Contenido de humedad, (%)	1.92%

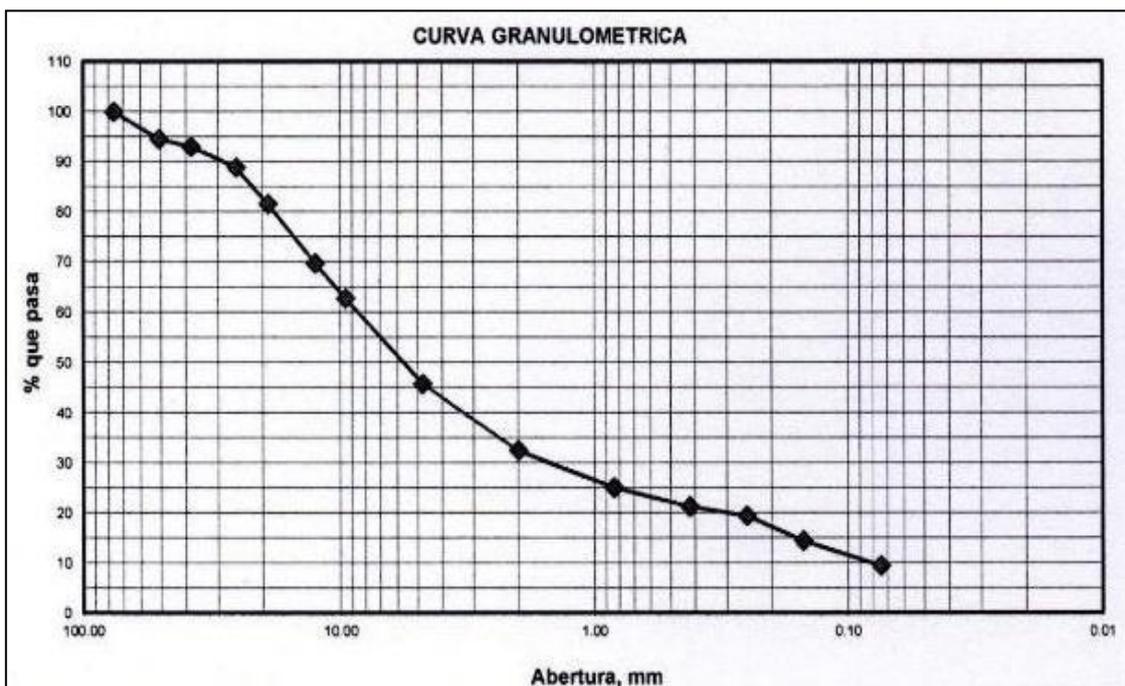


**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°09: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913)– C-03(M-3)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	2692.70
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	172.90

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	<b>100.00</b>
N° 4	4.760	195.80	<b>92.71</b>
N° 10	2.000	185.00	<b>85.84</b>
N° 20	0.840	181.70	<b>79.09</b>
N° 40	0.420	525.10	<b>59.59</b>
N° 60	0.250	905.00	<b>24.00</b>
N° 100	0.150	299.40	<b>14.86</b>
N° 200	0.074	227.80	<b>6.40</b>
< N° 200		172.90	

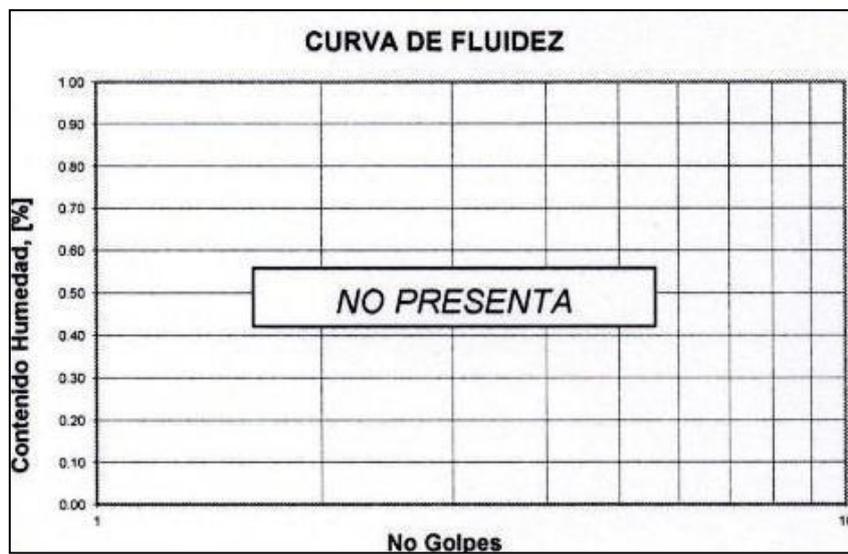


<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	7.25%
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	86.29%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	6.40%
<b>Clasificación SUCS</b>	GW-GM (Grava Bien Graduada con limo y Arena)
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a (0)
<b>Terreno Natural</b>	Excelente a bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	21.28
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	200.38
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	188.88
4. Peso agua, (gr)	11.48
5. Peso suelo seco, (gr)	167.58
6. Contenido de humedad, (%)	6.84%

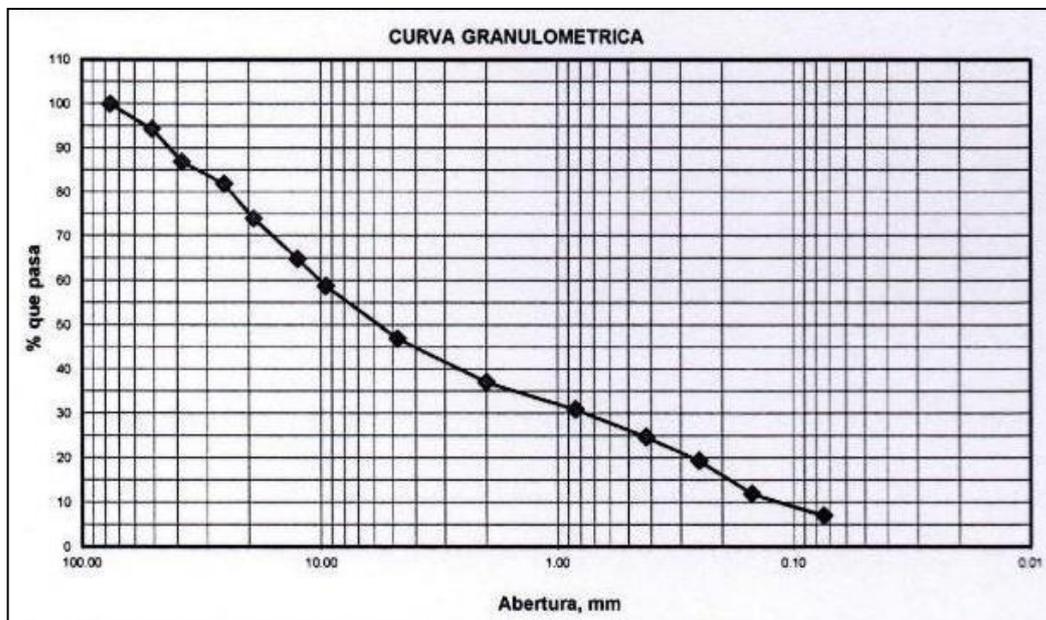


**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°10: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-04(M-1)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	8685.30
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	610.30

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000	0.00	<b>100.00</b>
2"	50.800	495.30	<b>94.28</b>
1 1/2"	38.100	639.20	<b>86.92</b>
1"	25.400	443.30	<b>81.81</b>
3/4"	19.050	682.00	<b>73.96</b>
1/2"	12.500	793.10	<b>64.83</b>
3/8"	9.525	529.60	<b>58.73</b>
N° 4	4.760	1026.50	<b>46.91</b>
N° 10	2.000	852.70	<b>37.10</b>
N° 20	0.840	531.10	<b>29.00</b>
N° 40	0.420	545.90	<b>24.70</b>
N° 60	0.250	463.60	<b>19.36</b>
N° 100	0.150	640.70	<b>10.00</b>
N° 200	0.074	432.00	<b>7.01</b>
< N° 200		610.3	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	53.05%
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	39.89%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	7.01%
<b>Clasificación SUCS</b>	GW-GM (Grava Bien Graduada con limo y Arena)
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a (0)
<b>Terreno Natural</b>	Excelente a bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	18.58
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	211.28
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	207.38
4. Peso agua, (gr)	3.88
5. Peso suelo seco, (gr)	188.78
6. Contenido de humedad, (%)	2.05%

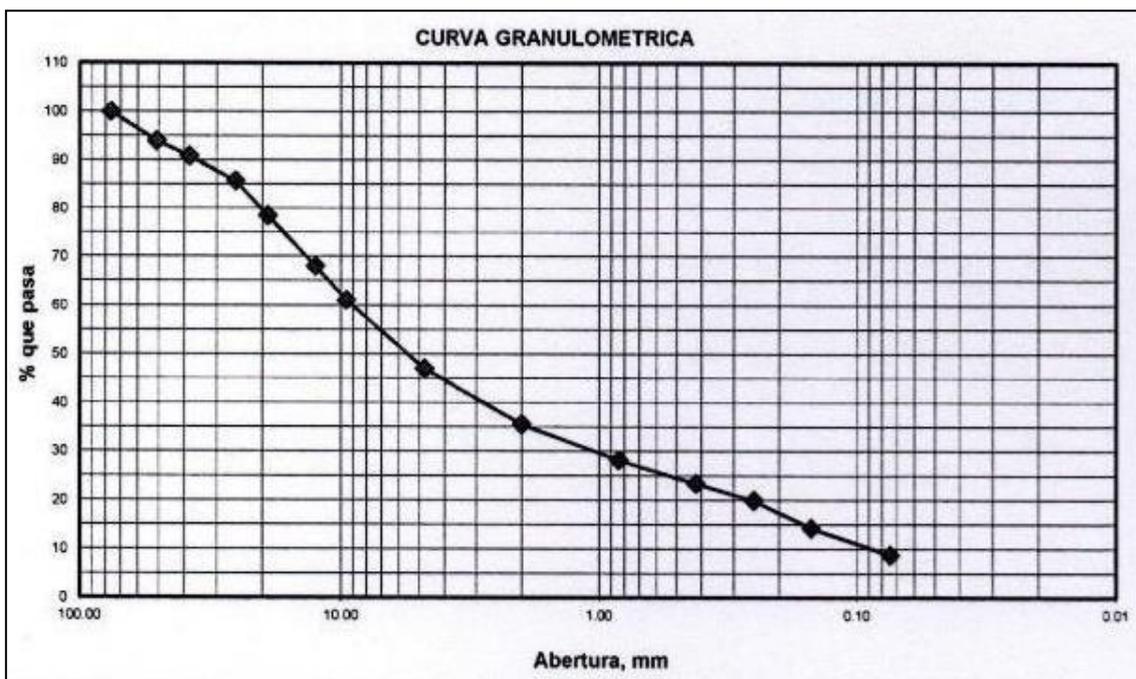


Fuente: *Elaboración Propia*

**ANEXO N°11: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913)– C-04(M-2)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	7057.00
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	619.60

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
<b>3"</b>	76.000	0.00	<b>100.00</b>
<b>2"</b>	50.800	422.10	<b>94.00</b>
<b>1 1/2"</b>	38.100	220.00	<b>90.88</b>
<b>1"</b>	25.400	363.40	<b>85.73</b>
<b>3/4"</b>	19.050	509.70	<b>78.51</b>
<b>1/2"</b>	12.500	739.30	<b>68.03</b>
<b>3/8"</b>	9.525	491.00	<b>61.08</b>
<b>N° 4</b>	4.760	995.40	<b>46.97</b>
<b>N° 10</b>	2.000	803.60	<b>35.58</b>
<b>N° 20</b>	0.840	520.50	<b>28.21</b>
<b>N° 40</b>	0.420	333.30	<b>23.48</b>
<b>N° 60</b>	0.250	248.70	<b>19.96</b>
<b>N° 100</b>	0.150	401.80	<b>14.27</b>
<b>N° 200</b>	0.074	388.60	<b>8.76</b>
<b>&lt; N° 200</b>		619.60	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	52.99%
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	38.19%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	8.76%
<b>Clasificación SUCS</b>	GW-GM (Grava Bien Graduada con limo y Arena)
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a (0)
<b>Terreno Natural</b>	Excelente a bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	18.48
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	205.28
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	201.28
4. Peso agua, (gr)	2.00
5. Peso suelo seco, (gr)	182.78
6. Contenido de humedad, (%)	2.17%

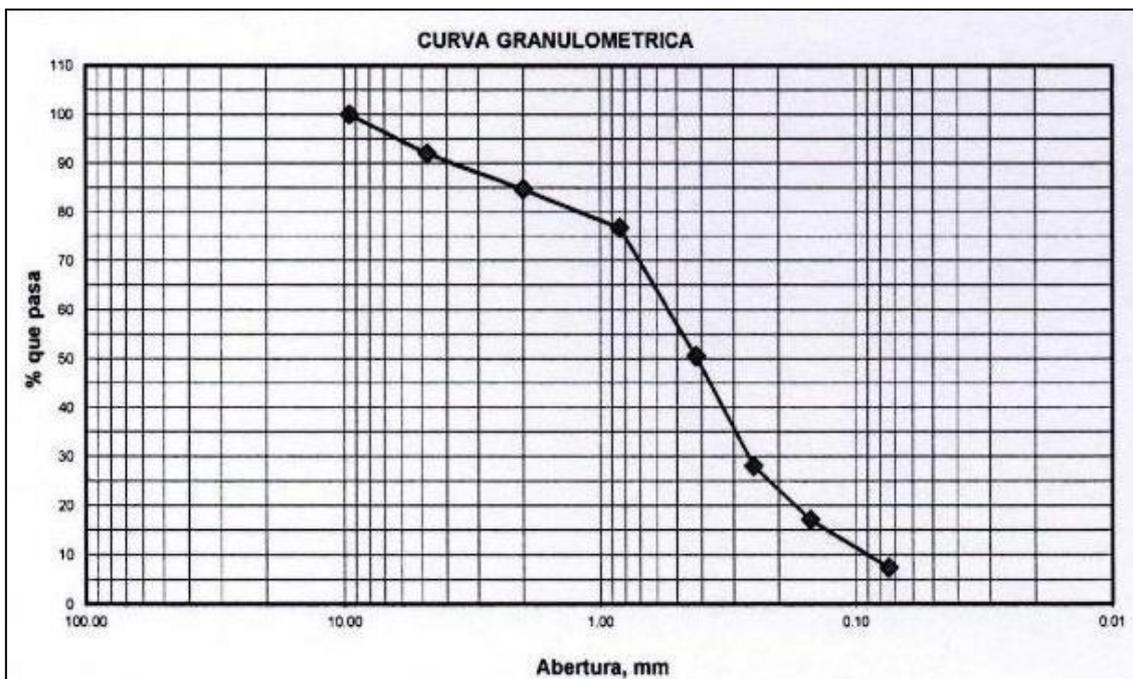


**Fuente:** *Elaboración Propia*

**ANEXO N°12: Análisis granulométrico por tamizado (AST-6913) – C-04(M-3)**

<b>Peso Inicial Seco, (gr)</b>	2726.60
<b>Peso Lavado y Seco, (gr)</b>	202.30

<b>Mallas</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso retenido (grs)</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	<b>100.00</b>
N° 4	4.760	218.50	<b>91.97</b>
N° 10	2.000	198.30	<b>84.69</b>
N° 20	0.840	215.40	<b>76.79</b>
N° 40	0.420	718.30	<b>50.45</b>
N° 60	0.250	610.20	<b>28.07</b>
N° 100	0.150	298.30	<b>17.13</b>
N° 200	0.074	265.30	<b>7.40</b>
< N° 200		202.30	



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. No de golpes			
2. Peso tara, (gr)			
3. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso tara + suelo seco, (gr)			
5. Peso agua, (gr)			
6. Peso suelo seco, (gr)			
7. Contenido de humedad, (%)			

<b>LÍMITE PLASTICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Tara N°</b>		
1. Peso tara, (gr)			
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)			
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>		
4. Peso agua, (gr)			
5. Peso suelo seco, (gr)			
6. Contenido de humedad, (%)			

<b>RESUMEN</b>	
<b>Grava (No. 4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	7.99%
<b>Arena (No. 200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	84.55%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	7.40%
<b>Clasificación SUCS</b>	GW-GM (Grava Bien Graduada con limo y Arena)
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a (0)
<b>Terreno Natural</b>	Excelente a bueno

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216)	
PROCEDIMIENTO	Tara N°
1. Peso tara, (gr)	1.00
2. Peso tara + suelo húmedo, (gr)	210.58
3. Peso tara + suelo seco, (gr)	189.28
4. Peso agua, (gr)	21.28
5. Peso suelo seco, (gr)	186.28
6. Contenido de humedad, (%)	<b>11.41%</b>



**Fuente:** *Elaboración Propia*

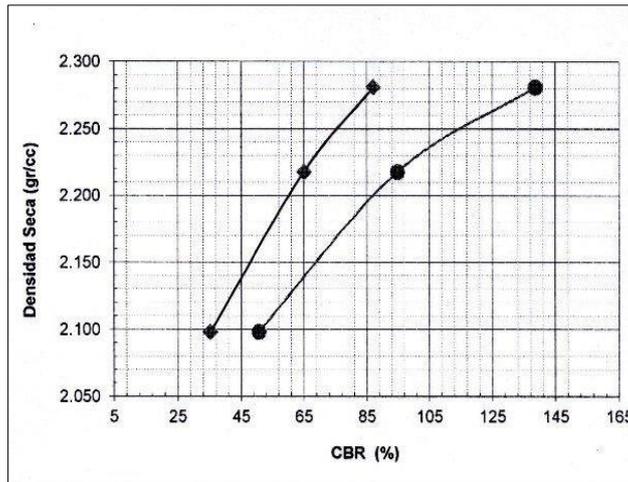
**ANEXO N°13: Relación de soporte california (CBR) (ASTM D-1883)**

**(Nivel: Base) – (Calicata: C-3) – (Clasf. SUCS: GW-GM) – (Clasf. AASHTO: A-1-a (0))**

COMPACTACIÓN						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	12268.00	12354.20	12053.00	12207.10	11793.00	12023.20
Peso de molde (g)	7094.00	7094.00	7031.00	7031.00	7018.00	7018.00
Peso del suelo húmedo (g)	5172.00	5256.20	5021.00	5174.10	4773.00	5003.20
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121.00	2121.00	2118.00	2118.00	2128.00	2128.00
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.435	2.475	2.367	2.440	2.240	2.348
Tara (n°)	4		8		11	
Peso suelo húmedo + tara (g)	228.50	5256.20	203.40	5174.10	219.30	5003.2
Peso suelo seco + tara (g)	215.10	4840.90	192.40	4699.79	206.60	4467.19
Peso de tara (g)	19.10	0.00	15.20	0.00	21.00	0
Peso de agua (g)	13.38	413.30	10.00	472.31	10.70	534.01
Peso de suelo seco (g)	194.00	4840.90	174.20	4699.79	183.60	4467.19
Contenido de humedad (%)	6.82	8.56	6.79	10.07	6.82	11.97
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.279	2.279	2.216	2.216	2.096	2.096

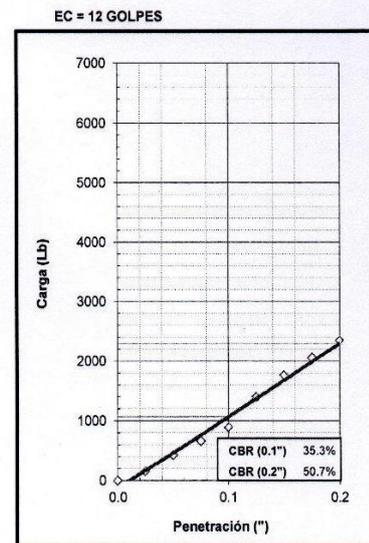
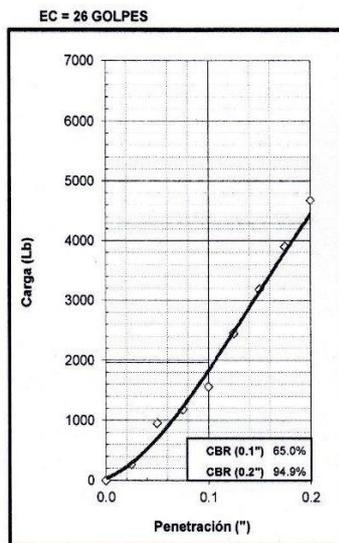
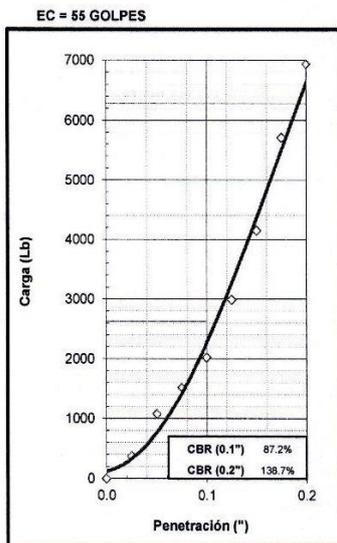
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/09/2022	14:25	00hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
16/09/2022	14:25	24hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/09/2022	14:25	48hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
18/09/2022	14:25	72hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			lb	lb	%		lb	lb	%		lb	lb	%
0.000			0			0				0			
0.025			376			262				156			
0.050			1076			951				424			
0.075			1514			1176				662			
0.100	1000		2014	2628	87.0	1557	1961	64.8		889	1063	35.1	
0.125			2988			2447				1395			
0.150			4150			3184				1758			
0.175			5710			3895				2058			
0.200	1500		6932	6275	138.5	4672	4291	94.7		2346	2291	50.5	
0.250			8806			5340				2921			
0.300			9614			6593				3502			
0.400			10700			7901				4337			
0.500			11741			9297				5293			



<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN:</b>	ASTM D1557
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	2.278
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):</b>	6.81

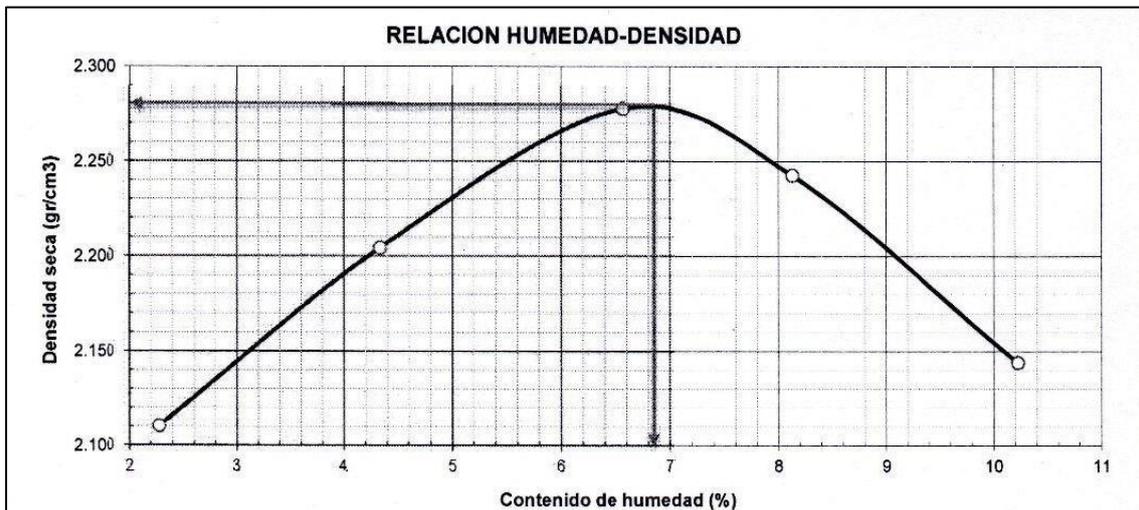
<b>CBR. Al 100% de MDS(%)</b>	<b>0.1":</b>	86.72	<b>0.2":</b>	137.75
<b>CBR. Al 95% de MDS(%)</b>	<b>0.1":</b>	50.21	<b>0.2":</b>	69.51



**ANEXO N°14: Ensayo de compactación Proctor Modificado (ASTM – D1557/91, MTC E115)**

**(Nivel: Base) – (Calicata: C-3) – (Clas. SUCS: GW-GM) – (Clas. AASHTO: A-1-a (0))**

Peso suelo + molde	gr	8722.00	9019.00	9287.00	9283.00	9153.00
Peso molde	gr	4183.00	4183.00	4183.00	4183.00	4183.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4537.00	4834.00	5102.00	5098.00	4968.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2100.91	2100.91	2100.91	2100.91	2100.91
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.14	2.28	2.41	2.41	2.34
Recipiente N°		14	5	8	10	9
Peso del suelo húmedo + tara	gr	203.30	196.60	202.80	223.30	214.50
Peso del suelo seco + tara	gr	199.20	189.20	191.50	208.00	196.30
Tara	gr	19.10	18.30	19.40	19.80	18.30
Peso de agua	gr	4.08	7.38	9.30	13.30	16.20
Peso del suelo seco	gr	178.10	168.90	170.10	186.20	176.00
Contenido de agua	%	2.26	4.31	6.55	8.11	10.20
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.108	2.202	2.276	2.241	2.142
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>2.278</b>
Humedad óptima (%)						<b>6.81</b>



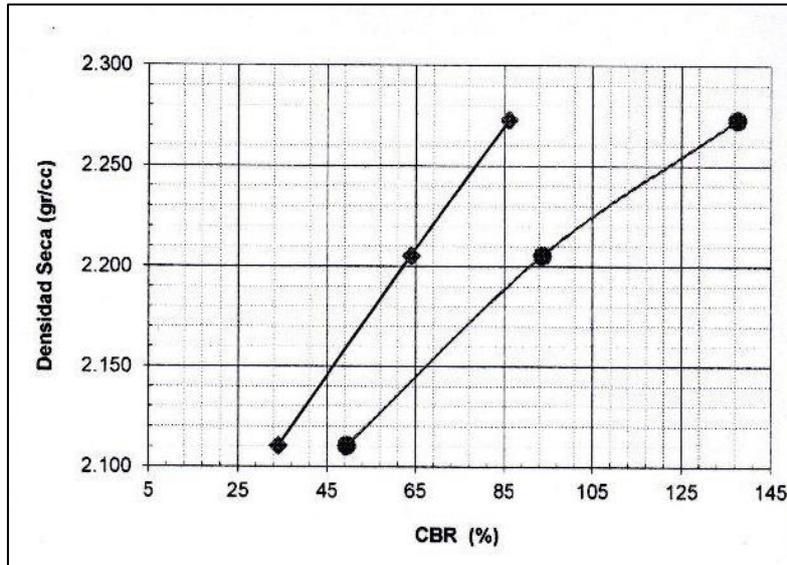
**ANEXO N°15: Relación de soporte califonia (CBR) (ASTM D-1883)**

**(Nivel: sub - base) – (Calicata: C-3) – (Clasf. SUCS: GP-GM) – (Clasf. AASHTO: A-1-a (0))**

COMPACTACIÓN						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	12210.00	12293.30	11991.00	12153.30	11793.00	11993.40
Peso de molde (g)	7082.00	7082.00	7026.00	7026.00	7023.00	7023.00
Peso del suelo húmedo (g)	5126.00	5209.30	4963.00	5125.30	4768.00	4968.40
Volumen del molde (cm3)	2120.00	2120.00	2116.00	2116.00	2124.00	2124.00
Densidad húmeda (g/cm3)	2.415	2.454	2.342	2.419	2.242	2.336
Tara (n°)	10		8		6	
Peso suelo húmedo + tara (g)	249.40	5209.30	196.60	5125.30	203.10	4968.40
Peso suelo seco + tara (g)	235.90	4821.30	185.80	4669.66	192.30	4484.79
Peso de tara (g)	22.20	0.00	13.80	0.00	21.20	0.00
Peso de agua (g)	11.50	386.00	8.80	453.64	8.80	481.61
Peso de suelo seco (g)	211.70	4821.30	170.00	4669.66	169.10	4484.79
Contenido de humedad (%)	6.30	8.02	6.26	9.73	6.29	10.76
Densidad seca (g/cm3)	2.271	2.271	2.204	2.204	2.108	2.108

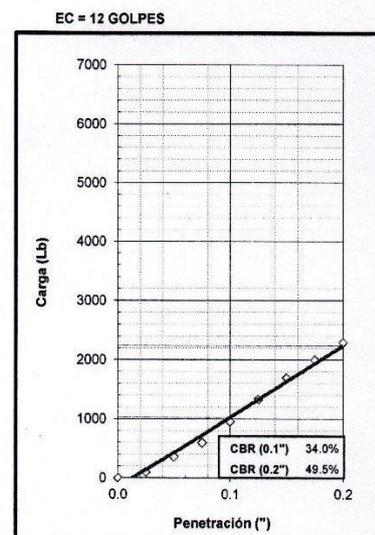
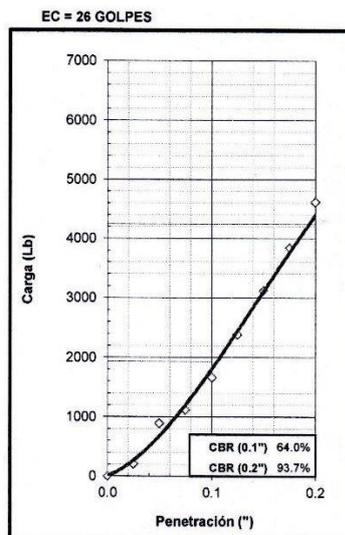
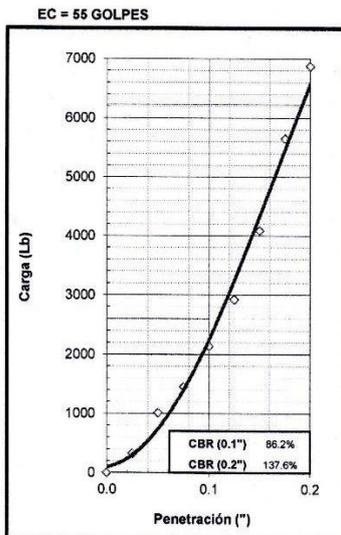
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/09/2022	14:25	00hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
16/09/2022	14:25	24hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/09/2022	14:25	48hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
18/09/2022	14:25	72hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			lb	lb	%		lb	lb	%		lb	lb	%
0.000			0			0				0			
0.025			320			206				100			
0.050			1013			888				361			
0.075			1450			1112				597			
0.100	1000		2133	2597	86.0	1666	1928	63.8		949	1023	33.8	
0.125			2925			2384				1332			
0.150			4085			3119				1694			
0.175			5663			3839				2001			
0.200	1500		6874	6226	137.4	4614	4241	93.5		2288	2236	49.3	
0.250			8743			5277				2858			
0.300			9547			6526				3436			
0.400			10635			7836				4272			
0.500			11677			9235				5229			



MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.270
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):	6.28

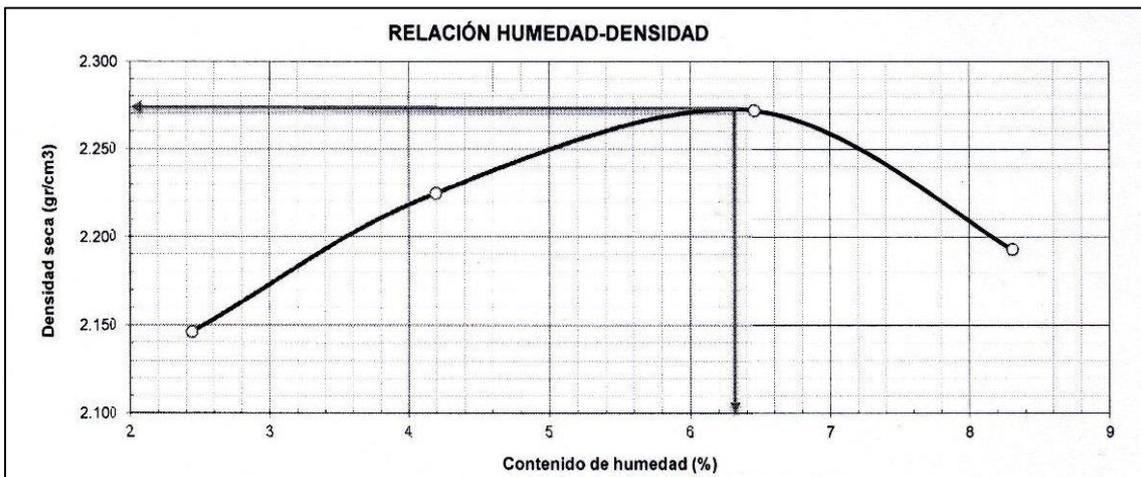
CBR. Al 100% de MDS(%)	0.1":	85.82	0.2":	136.87
CBR. Al 95% de MDS(%)	0.1":	48.85	0.2":	69.14



**ANEXO N°16: Ensayo de compactación Proctor Modificado (ASTM – D1557/91, MTC E115)**

**(Nivel: sub - base) – (Calicata: C-3) – (Clasf. SUCS: GP-GM) – (Clasf. AASHTO: A-1-a (0))**

Peso suelo + molde	gr	8822.00	9069.00	9277.00	9187.00	
Peso molde	gr	4276.00	4276.00	4276.00	4276.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4544.00	4791.00	4999.00	4909.00	
Volumen del molde	cm3	2065.57	2065.57	2065.57	2065.57	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	2.18	2.30	2.40	2.36	
Recipiente N°		8	11	12	10	
Peso del suelo húmedo + tara	gr	256.4	304.5	253.5	234.9	
Peso del suelo seco + tara	gr	250.8	293.2	239.3	218.4	
Tara	gr	21.5	23.8	19.4	19.8	
Peso de agua	gr	5.58	11.28	14.18	16.48	
Peso del suelo seco	gr	227.3	267.4	217.9	196.6	
Contenido de agua	%	2.42	4.17	6.44	8.29	
Peso volumétrico seco	gr/cm3	2.144	2.223	2.27	2.191	
Densidad máxima (gr/cm3)						<b>2.27</b>
Humedad óptima (%)						<b>6.28</b>



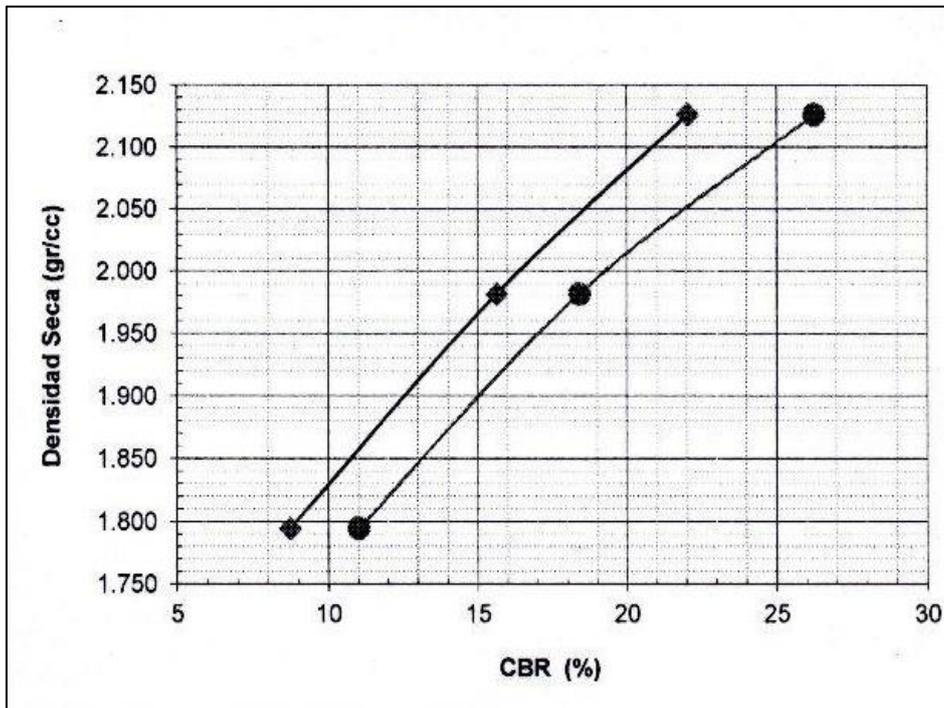
**ANEXO N°17: Relación de soporte california (CBR) (ASTM D-1883)**

**(Nivel: sub - rasante) – (Calicata: C-2) – (Clasf. SUCS: SW-SM) – (Clasf. AASHTO: A-2-4 (0))**

COMPACTACIÓN						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	12016.40	12083.30	11618.00	11753.30	11203.00	11393.40
Peso de molde (g)	7082.00	7082.00	7026.00	7026.00	7023.00	7023.00
Peso del suelo húmedo (g)	4932.40	4999.30	4590.00	4715.30	4178.00	4368.40
Volumen del molde (cm3)	2120.00	2121.70	2116.00	2118.54	2124.00	2129.53
Densidad húmeda (g/cm3)	2.323	2.353	2.166	2.223	1.964	2.048
Tara (n°)	4		5		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	252.30	4999.30	243.50	4715.30	230.60	4368.40
Peso suelo seco + tara (g)	232.90	4513.83	224.50	4200.50	212.60	3823.60
Peso de tara (g)	23.60	0.00	19.50	0.00	18.30	0.00
Peso de agua (g)	19.38	483.47	17.00	512.80	16.00	542.80
Peso de suelo seco (g)	206.30	4513.83	203.00	4200.50	192.30	3823.60
Contenido de humedad (%)	9.25	10.73	9.25	12.23	9.24	14.22
Densidad seca (g/cm3)	2.126	2.124	1.982	1.98	1.797	1.793

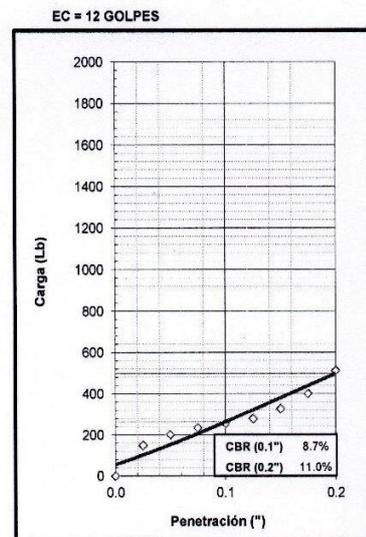
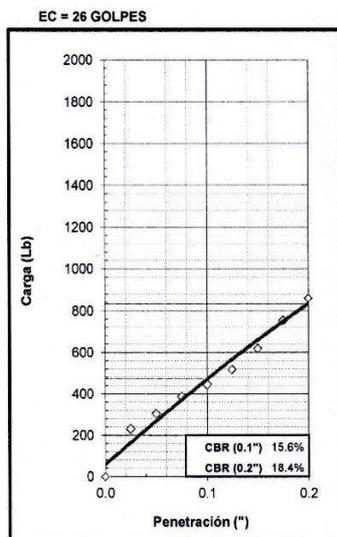
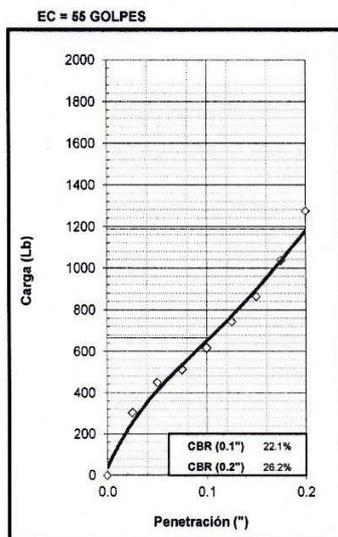
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/09/2022	16:35	00hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
16/09/2022	16:35	24hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0028	0.074	0.04	0.0068	0.176	0.12
17/09/2022	16:35	48hrs	0.0000	0.074	0.02	0.0038	0.100	0.06	0.0088	0.227	0.16
18/09/2022	16:35	72hrs	0.0000	0.100	0.06	0.0058	0.150	0.10	0.0128	0.328	0.24

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN-Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			lb	lb	%		lb	lb	%		lb	lb	%
0.000			0			0				0			
0.025			303			229				148			
0.050			448			304				201			
0.075			512			385				233			
0.100	1000		616	663	21.9	445	470	15.4		254	262	8.5	
0.125			744			517				277			
0.150			863			618				326			
0.175			1036			753				399			
0.200	1500		1275	1186	26.0	859	831	18.2		511	496	10.8	
0.250			1462			1014				669			
0.300			1629			1139				751			
0.400			1797			1327				839			
0.500			1982			1496				972			



<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN:</b>	ASTM D1557
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	1.983
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):</b>	9.24

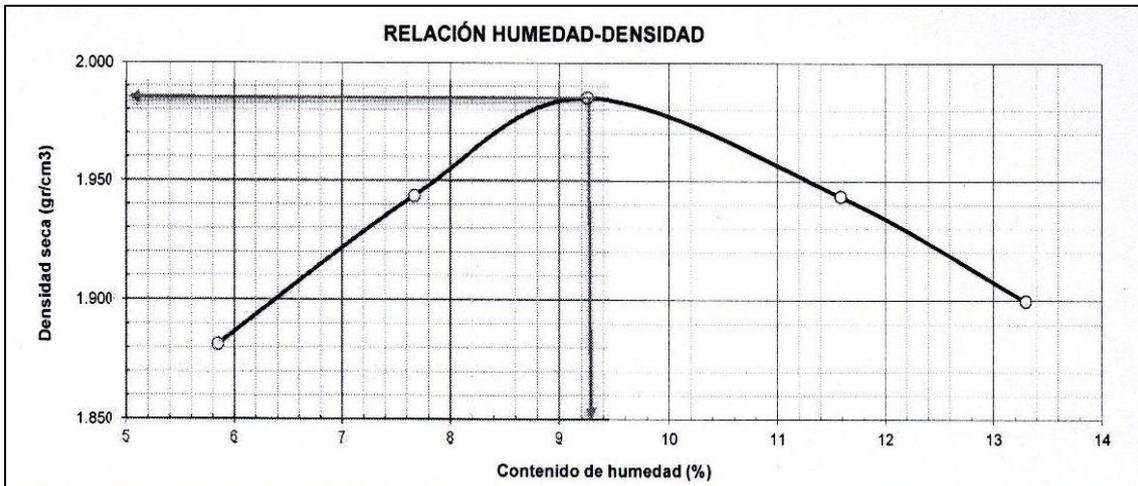
<b>CBR. Al 100% de MDS(%)</b>	<b>0.1":</b> 15.75	<b>0.2":</b> 18.53
<b>CBR. Al 95% de MDS(%)</b>	<b>0.1":</b> 11.87	<b>0.2":</b> 14.19



**ANEXO N°18: Ensayo de compactación Proctor Modificado (ASTM – D1557/91, MTC E115)**

**(Nivel: sub - rasante) – (Calicata: C-2) – (Clasf. SUCS: SW-SM) – (Clasf. AASHTO: A-2-4 (0))**

Peso suelo + molde	gr	3764.00	3857.00	3927.00	3927.00	3912.00
Peso molde	gr	1934.00	1934.00	1934.00	1934.00	1934.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1828.00	1921.00	1991.00	1991.00	1976.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	916.92	916.92	916.92	916.92	916.92
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.97	2.07	2.15	2.15	2.13
Recipiente N°		2	5	1	8	10
Peso del suelo húmedo + tara	gr	44.20	48.10	40.50	51.00	58.70
Peso del suelo seco + tara	gr	42.30	45.70	37.90	47.20	53.50
Tara	gr	9.80	14.40	9.80	14.40	14.40
Peso de agua	gr	1.880	2.38	2.58	3.78	5.18
Peso del suelo seco	gr	30.50	29.30	26.10	30.80	37.10
Contenido de agua	%	5.83	7.65	9.23	11.57	13.28
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.879	1.942	1.983	1.942	1.893
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>1.983</b>
Humedad óptima (%)						<b>9.24</b>



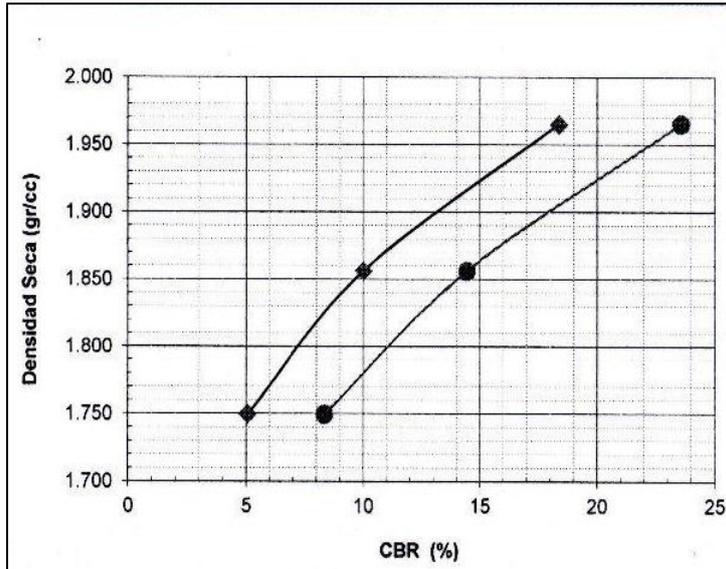
**ANEXO N°19: Relación de soporte california (CBR) (ASTM D-1883)**

**(Nivel: sub - rasante) – (Calicata: C-4) – (Clasf. SUCS: SW-SM) – (Clasf. AASHTO: A-2-4 (0))**

COMPACTACIÓN						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	11773.60	11823.30	11413.00	11533.00	11197.00	11353.80
Peso de molde (g)	7183.00	7183.00	7084.00	7084.00	7100.00	7100.00
Peso del suelo húmedo (g)	4588.60	4638.30	4327.00	4447.00	4095.00	4251.80
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2120.00	2122.12	2116.00	2118.54	2124.00	2127.83
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.161	2.183	2.042	2.096	1.925	1.995
Tara (n°)	14		2		1	
Peso suelo húmedo + tara (g)	261.00	4638.30	196.90	4447.00	167.20	4251.80
Peso suelo seco + tara (g)	239.50	4172.85	180.70	3934.34	153.40	3724.26
Peso de tara (g)	23.60	0.00	18.30	0.00	14.70	0.00
Peso de agua (g)	19.50	463.45	14.20	510.66	11.80	525.54
Peso de suelo seco (g)	213.90	4172.85	160.40	3934.34	136.70	3724.56
Contenido de humedad (%)	9.94	11.13	9.96	13.00	9.93	14.14
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.965	1.963	1.857	1.854	1.751	1.748

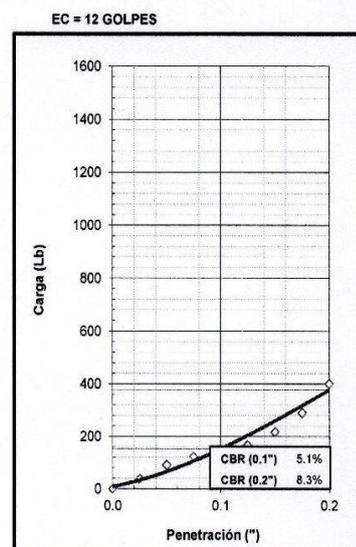
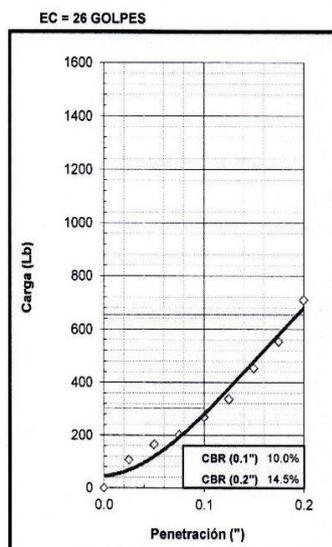
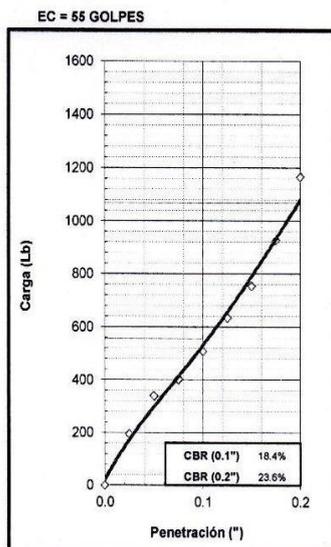
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/09/2022	15:50	00hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
16/09/2022	15:50	24hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0038	0.10	0.06	0.0058	0.150	0.10
17/09/2022	15:50	48hrs	0.0018	0.049	0.02	0.0048	0.125	0.08	0.0068	0.176	0.12
18/09/2022	15:50	72hrs	0.0048	0.125	0.08	0.0058	0.150	0.10	0.0089	0.227	0.16

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN-Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			lb	lb	%		lb	lb	%		lb	lb	%
0.000			0			0				0			
0.025			192			106				37			
0.050			337			163				90			
0.075			401			201				122			
0.100	1000		505	553	18.2	267	300	9.8		143	151	4.9	
0.125			6.33			334				167			
0.150			752			451				215			
0.175			925			551				288			
0.200	1500		1164	1065	23.4	708	652	14.3		400	376	8.1	
0.250			1351			886				558			
0.300			1518			1006				640			
0.400			1686			1141				728			
0.500			1872			1308				862			



<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN:</b>	ASTM D1557
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	1.964
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):</b>	9.94

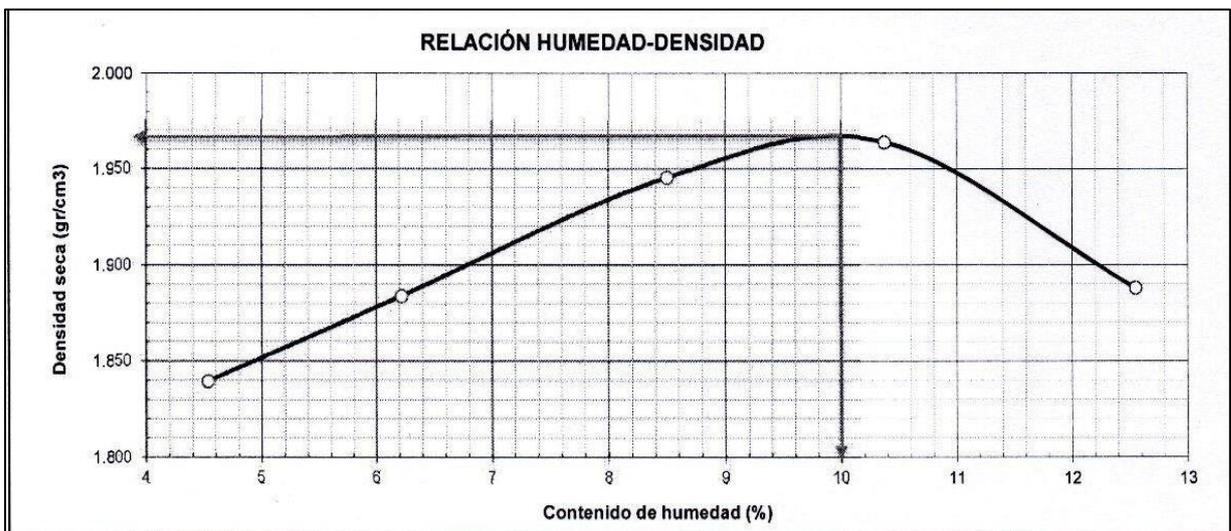
<b>CBR. Al 100% de MDS(%)</b>	<b>0.1":</b>	18.38	<b>0.2":</b>	23.6
<b>CBR. Al 95% de MDS(%)</b>	<b>0.1":</b>	10.72	<b>0.2":</b>	15.27



**ANEXO N°20: Ensayo de compactación Proctor Modificado (ASTM – D1557/91, MTC E115)**

**(Nivel: sub - rasante) – (Calicata: C-4) – (Clasf. SUCS: SW-SM) – (Clasf. AASHTO: A-2-4 (0))**

Peso suelo + molde	gr	3686.000	3757.00	3857.00	3909.00	3870.00
Peso molde	gr	1934.00	1934.00	1934.00	1934.00	1934.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1750.00	1821.00	1921.00	1973.00	1934.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	909.06	909.06	909.06	909.06	909.06
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.90	1.98	2.09	2.15	2.10
Recipiente N°		8	15	4	13	5
Peso del suelo húmedo + tara	gr	166.50	192.20	173.2	150.6	158.3
Peso del suelo seco + tara	gr	160.20	182.20	160.38	137.8	142.8
Tara	gr	21.20	21.30	9.8	14.4	19.3
Peso de agua	gr	6.28	9.98	12.79	12.78	15.48
Peso del suelo seco	gr	137.00	158.90	148.6	121.4	121.5
Contenido de agua	%	4.51	6.20	8.48	10.35	12.53
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.838	1.882	1.943	1.962	1.886
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>1.964</b>
Humedad óptima (%)						<b>1.964</b>



## ANEXO N°21: GUIA DE OBSERVACIÓN – DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR



### FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS	"Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	PRINCIPALES VÍAS DE PUERTO CASMA		
TESISTA	API MENDEZ MARIA FERNANDA		

ESTACION	CASMA			
CODIGO DE LA ESTACION	1			
DIA Y FECHA	LUNES	12	9	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	E																				
01-02	E																				
02-03	E																				
03-04	E																				
04-05	E																				
05-06	E																				
06-07	E																				
07-08	E	5																			
08-09	E	2			2																
09-10	E	4			4																
10-11	E	2			2																
11-12	E	2					1														
12-13	E						1														
13-14	E																				
14-15	E																				
15-16	E																				
16-17	E																				
17-18	E																				
18-19	E																				
19-20	E																				
20-21	E																				
21-22	E																				
22-23	E																				
23-24	E																				
PARCIAL:		26	0	10	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: MTC

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	"Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	PRINCIPALES VÍAS DE PUERTO CASMA	
TESISTA	API MENEZ MARIA FERNANDA	

ESTACION	CASMA		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	MARTES	13	9 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00-01	E																					
01-02	S																					
02-03	E																					
03-04	S																					
04-05	E																					
05-06	S																					
06-07	E																					
07-08	S																					
08-09	E		4																			
09-10	S		3																			
10-11	E		7		2																	
11-12	S		5		1																	
12-13	E		2																			
13-14	S		4																			
14-15	E		2																			
15-16	S		3																			
16-17	E																					
17-18	S																					
18-19	E																					
19-20	S																					
20-21	E																					
21-22	S																					
22-23	E																					
23-24	S																					
<b>PARCIAL:</b>		<b>39</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

FUENTE: MTC

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

<b>TESIS</b>	"Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"
<b>SENTIDO</b>	E ← S →
<b>UBICACIÓN</b>	PRINCIPALES VÍAS DE PUERTO CASMA
<b>TESISTA</b>	API MENDEZ MARIA FERNANDA

<b>ESTACION</b>	CASMA		
<b>CODIGO DE LA ESTACION</b>	1		
<b>DIA Y FECHA</b>	MIERCOLES	14	9 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	E S																				
01-02	E S																				
02-03	E S																				
03-04	E S																				
04-05	E S																				
05-06	E S																				
06-07	E S			2	1																
07-08	E S																				
08-09	E S																				
09-10	E S																				
10-11	E S	8																			
11-12	E S	4																			
12-13	E S	2																			
13-14	E S	1																			
14-15	E S	2																			
15-16	E S	2																			
16-17	E S																				
17-18	E S																				
18-19	E S																				
19-20	E S																				
20-21	E S																				
21-22	E S																				
22-23	E S																				
23-24	E S																				
<b>PARCIAL:</b>		<b>32</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

FUENTE: MTC

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	"Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	PRINCIPALES VIAS DE PUERTO CASMA	
TESISTA	API MENDEZ MARIA FERNANDA	

ESTACION	CASMA		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	JUEVES	15	9 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
00-01	E S																			
01-02	E S																			
02-03	E S																			
03-04	E S																			
04-05	E S																			
05-06	E S																			
06-07	E S																			
07-08	E S																			
08-09	E S																			
09-10	E S																			
10-11	E S	2																		
11-12	E S	3																		
12-13	E S	1																		
13-14	E S	2																		
14-15	E S	3																		
15-16	E S	3																		
16-17	E S																			
17-18	E S																			
18-19	E S																			
19-20	E S																			
20-21	E S																			
21-22	E S																			
22-23	E S																			
23-24	E S																			
PARCIAL:		23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: MTC

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	"Evaluación del pavimento flexible de las principales Vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	PRINCIPALES VIAS DE PUERTO CASMA		
TESISTA	API MENDEZ MARIA FERNANDA		

ESTACION	CASMA		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	VIERNES	16	9 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00-01	E S																				
01-02	E S																				
02-03	E S																				
03-04	E S																				
04-05	E S																				
05-06	E S																				
06-07	E S																				
07-08	E S		5																		
08-09	E S		3																		
09-10	E S		2																		
10-11	E S		1																		
11-12	E S		2																		
12-13	E S		1																		
13-14	E S																				
14-15	E S																				
15-16	E S																				
16-17	E S																				
17-18	E S																				
18-19	E S																				
19-20	E S																				
20-21	E S																				
21-22	E S																				
22-23	E S																				
23-24	E S																				
<b>PARCIAL:</b>		<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

FUENTE: MTC



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	"Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma – Casma – Ancash – 2022 – propuesta de mejora"		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	PRINCIPALES VIAS DE PUERTO CASMA		
TESISTA	API MENDEZ MARIA FERNANDA		

ESTACION	CASMA		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	DOMINGO	18	9 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00-01	E S																					
01-02	E S																					
02-03	E S																					
03-04	E S																					
04-05	E S																					
05-06	E S																					
06-07	E S																					
07-08	E S																					
08-09	E S													2								
09-10	E S													2								
10-11	E S		4																			
			2																			
11-12	E S		3																			
			2																			
12-13	E S		1																			
			2																			
13-14	E S		5		1																	
			2		1																	
14-15	E S		6																			
			3																			
15-16	E S		2																			
			2																			
16-17	E S		4																			
			2																			
17-18	E S																					
18-19	E S																					
19-20	E S																					
20-21	E S																					
21-22	E S																					
22-23	E S																					
23-24	E S																					
<b>PARCIAL:</b>			<b>40</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						

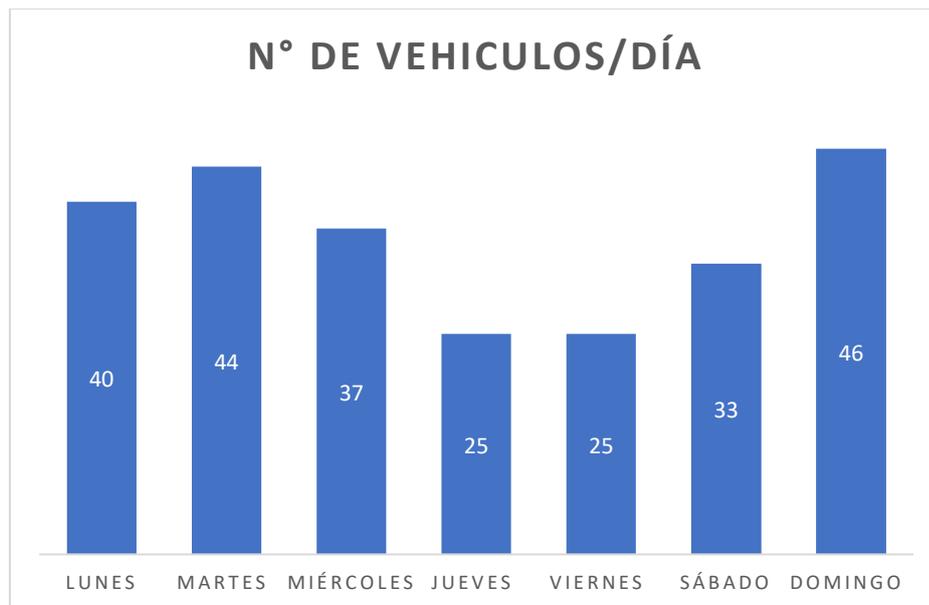
FUENTE: MTC

## 1. DETERMINACIÓN DEL TRANSITO ACTUAL

Resultados de los conteo de tráfico:

Mes: Septiembre

Tipo de vehiculo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	26	39	32	23	23	27	40
Camioneta	10	3	3	0	0	4	2
Camión 4E	4	2	2	2	2	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	<b>46</b>



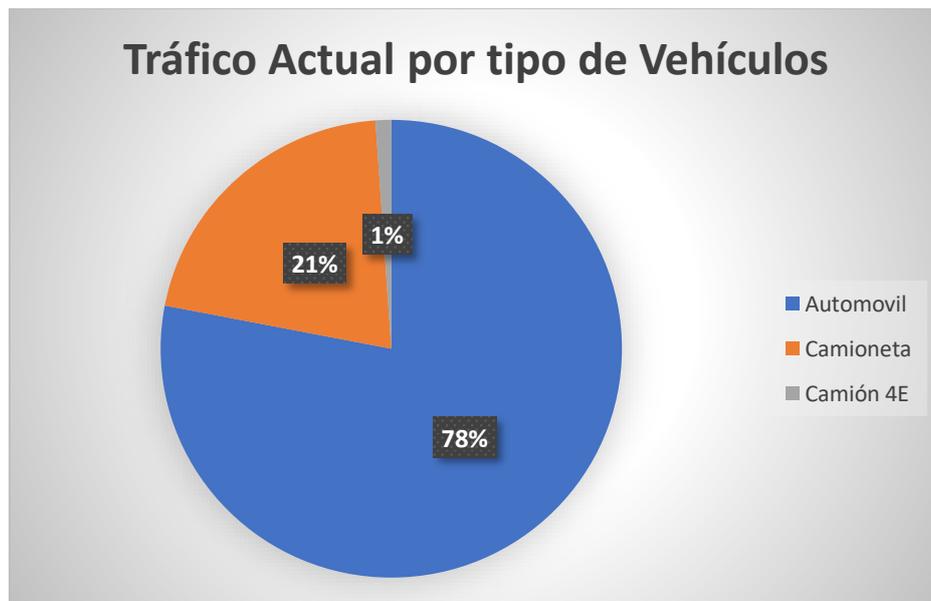
- Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Tipo de vehículo	TRÁFICO VEHÍCULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA							TOTAL	IMD	FC	IMD
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	SEMANA			
Automovil	26	39	32	23	23	27	40	210	120	0.9799	213
Camioneta	10	3	3	0	0	4	2	22	56	0.9799	57
Camión 4E	4	2	2	2	2	2	4	18	1	0.9748	3
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	<b>46</b>	<b>250</b>	<b>177</b>		<b>273</b>

Tráfico actual por tipo de vehículo		
	IMD	Distribución (%)
<b>Automovil</b>	213	78.02%
<b>Camioneta</b>	57	20.88%
<b>Camión 4E</b>	3	1.10%
<b>IMD</b>	<b>273</b>	<b>100.00%</b>



## ANEXO N°22: Manual del PCI



LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA  
Ingeniero Civil. Especialista en Vías y Transporte.  
Universidad Nacional de Colombia.

### 1. INTRODUCCIÓN

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

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

### 2. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index)

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro 1.  
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

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

### 3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las Figuras 1 y 2 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m <sup>2</sup> )	
INSPECCIONADA POR		FECHA	
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.
6	Depresión.	16	Desplazamiento.
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long y transversal.		
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>	<b>Total</b>
			<b>Densidad (%)</b>
			<b>Valor deducido</b>

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

**3.1. Unidades de Muestreo:**

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **230.0 ± 93.0 m<sup>2</sup>**. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Cuadro 2  
**LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS**

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

- Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **20 ± 8 losas**.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

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

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

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

### 3.3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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

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

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

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

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

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

### 3.4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, "cruce de línea férrea") queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una "unidad adicional" en lugar de una "unidad representativa" o aleatoria. Cuando

## ANEXO N°23: PCI (Índice de condición de pavimento)

### • DATOS:

- Longitud total de vía = 5.4 km
- Ancho de calzada = 7.20m
- Longitud de muestra = 31m
- ❖ Área = 7.2m \* 31m = 223.20m<sup>2</sup>
- ❖ #Total de muestras =  $\frac{5.4}{31} = 174.19 \cong 174$  unidades de muestra

Luego se calcula las unidades a ser evaluadas adoptando error (e=5%) y desviación estándar ( $\sigma = 10$ ) que se utiliza para pavimentos asfálticos, debido a que es la primera evaluación que se realiza:

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

$$n = \frac{174 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (174 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14$$

∴ Se concluyo que se tienen 174 unidades de muestra, de las cuales 14 serán evaluadas

Luego se seleccionan las unidades de muestreo para inspección:

$$i = \frac{174}{14}$$

$$i = 12.42 = 12$$

∴ Intervalo de muestreo sera 12

❖ **UM (01)**

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	M	0.676	2.3	1	1.693	0.757	18
Exudación	m2	L	1.78	0.6	1	1.42	0.643	3
Agrietamiento en bloque	m2	M	0.43	1.52	1	0.691	0.308	1
Abultamiento y hundimientos	m2	L	0.98	0.55	1	0.55	0.253	7.63
Grieta longitudinales	m2	M	3.98	0.7	1	3.4	1.611	5.43
Baches	unidad	H	2.98	1	1	3	1.342	56
<b>TOTAL VD</b>								<b>91.06</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos							VDT	Q	VDC
56	18	7.63	5.43	3	1		91.06	6	44
56	18	7.63	5.43	3	2		92.06	5	48
56	18	7.63	5.43	2	2		91.06	4	52
56	18	7.63	2	2	2		87.63	3	56
56	18	2	2	2	2		82	2	60
56	2	2	2	2	2		66	1	64
<b>Máximo VDC</b>									<b>64</b>
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>									<b>36</b>

Clasificación

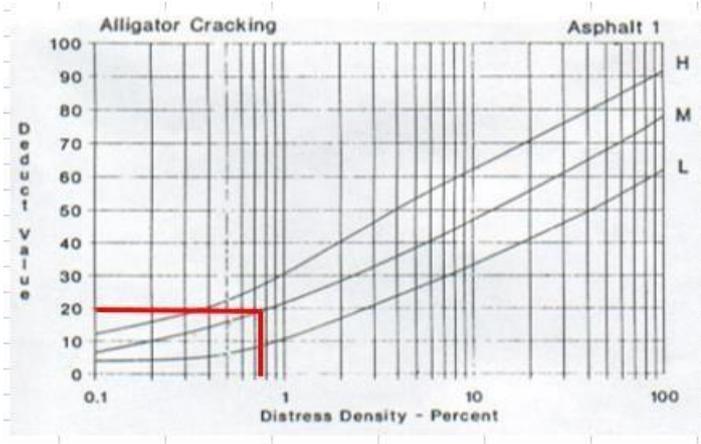
**MALO**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

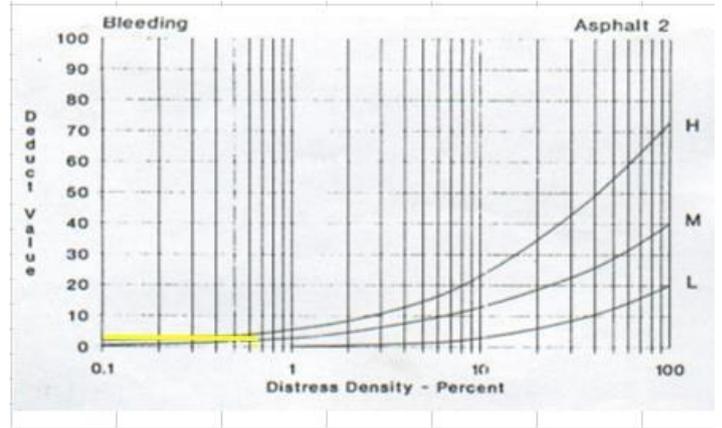
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

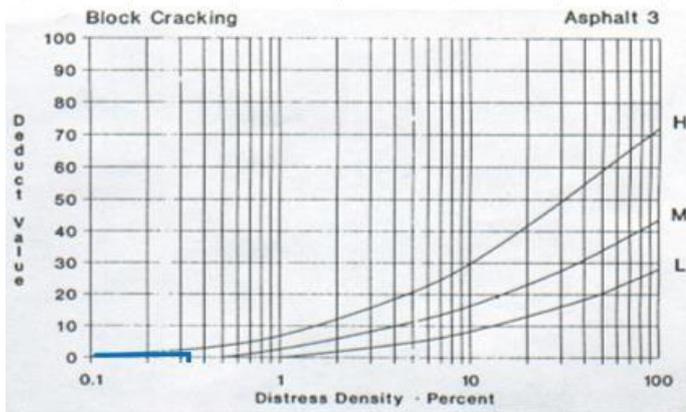
**PIEL DE COCODRILO (M)**



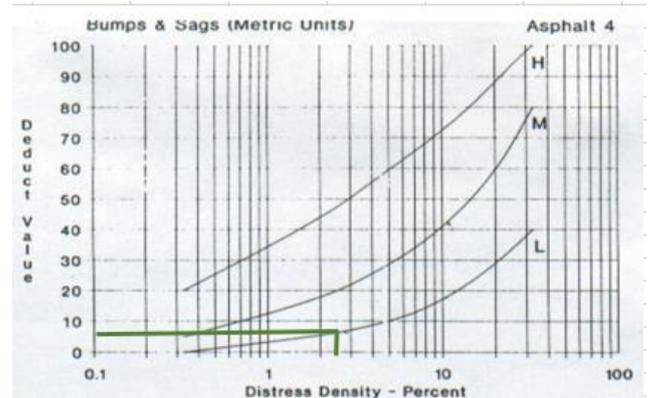
**EXUDACIÓN (L)**



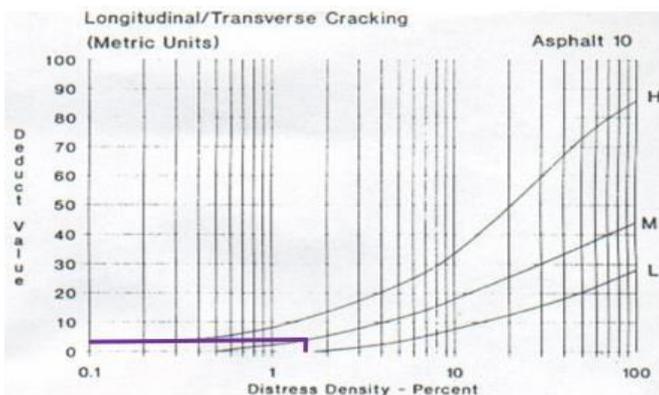
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**



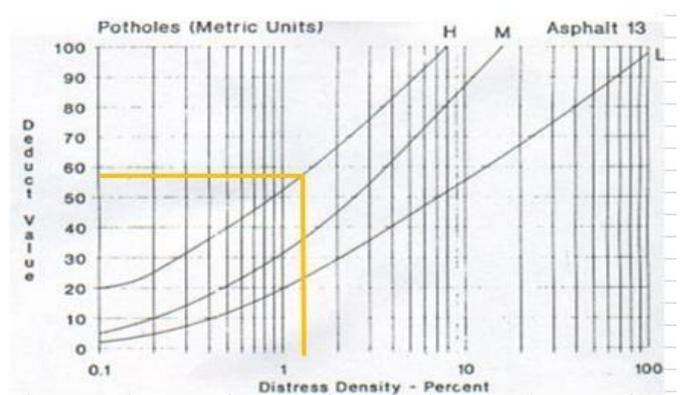
**ABULTAMIENTOS HUNDIMIENTOS (L)**

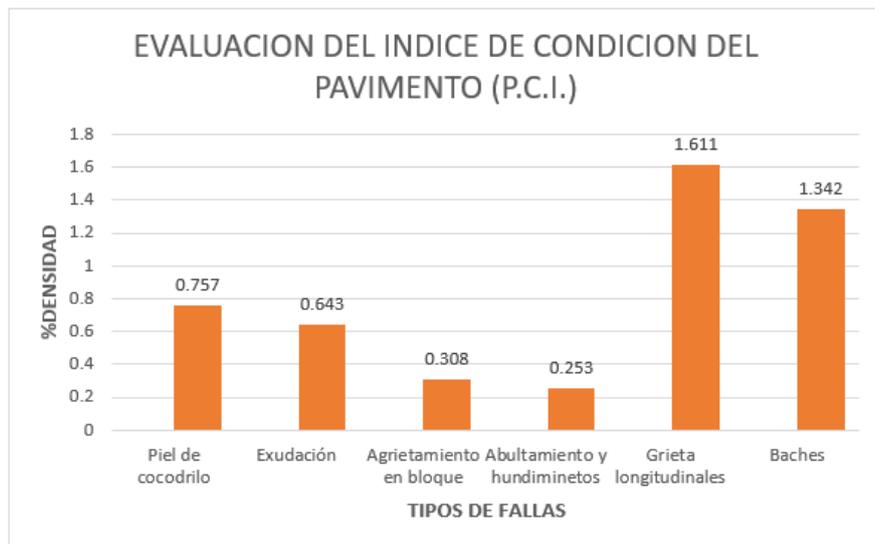
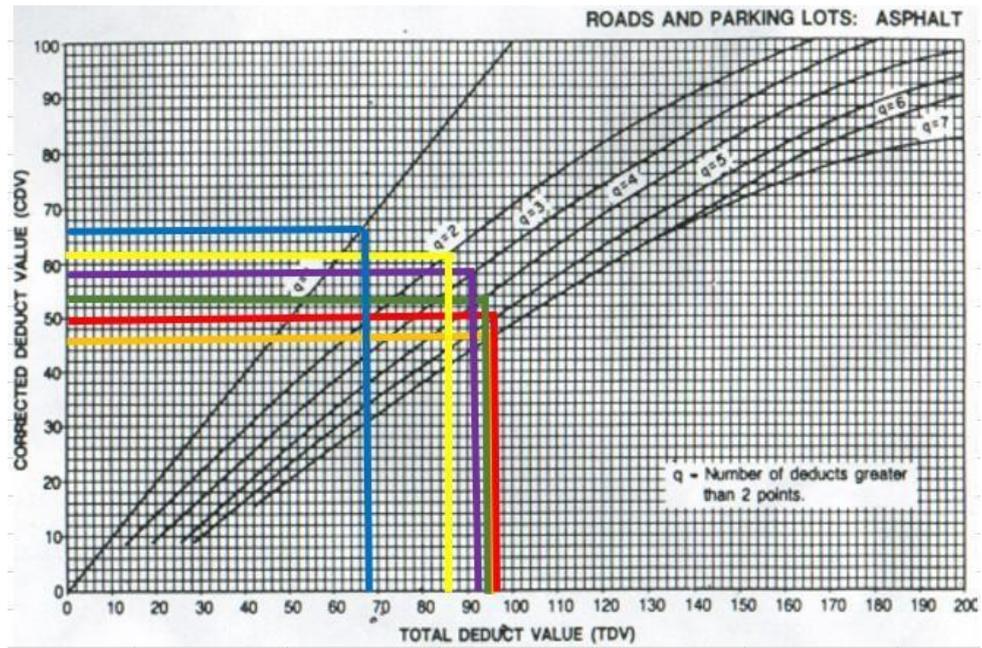


**GRIETA LONGITUDINALES (M)**



**BACHES (H)**





❖ UM (02)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	M	0.23	1.23	-	0.3123	0.138	9.3
Exudación	m2	H	0.93	0.78	-	0.74	0.339	3.3
Agrietamiento en bloque	m2	H	4	1.23	-	5	2.238	9.93
Abultamiento y hundimientos	m2	H	2.98	3.33	-	10.03	4.501	7.53
Grieta longitudinales	m2	H	3.98	0.88	-	3.4	1.611	11.33
Baches	unidad	H	8.48	-	-	8.48	3.806	65.13
Fisuramiento de long. Y trans	Mt	H	9.48	-	-	9.48	4.254	17.48
<b>TOTAL VD</b>								<b>124</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos							Total	Q	VDC
65.13	17.48	11.33	9.93	9.3	7.53	3.3	124	7	63.13
65.13	17.48	11.33	9.93	9.3	7.53	2	122.7	6	62.83
65.13	17.48	11.33	9.93	9.3	2	2	117.17	5	62.13
65.13	17.48	11.33	9.93	2	2	2	109.87	4	62.03
65.13	17.48	11.33	2	2	2	2	101.94	3	65.03
65.13	17.48	2	2	2	2	2	92.61	2	65.03
65.13	2	2	2	2	2	2	77.13	1	76.53
<b>Máximo VDC</b>									<b>76.53</b>

Clasificación

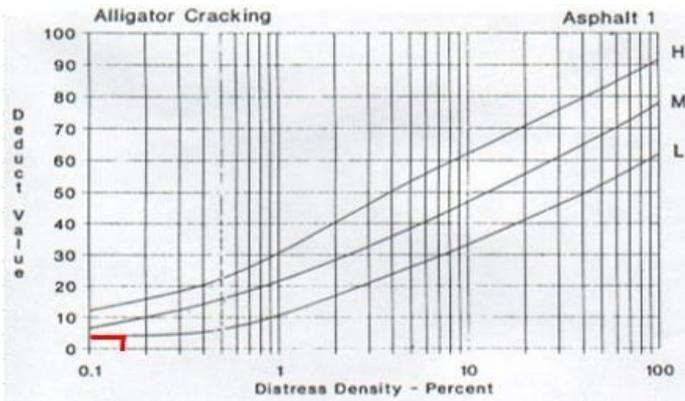
**MUY MALO**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

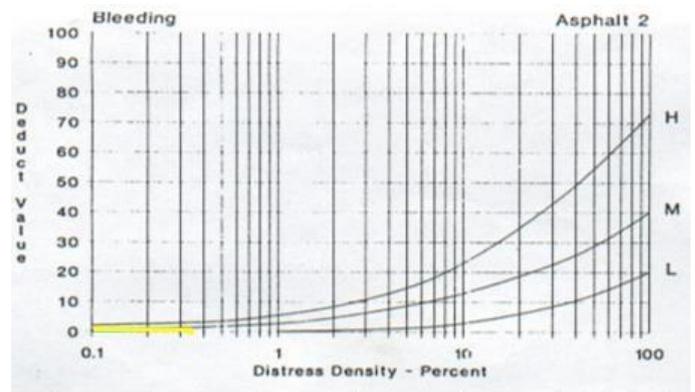
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

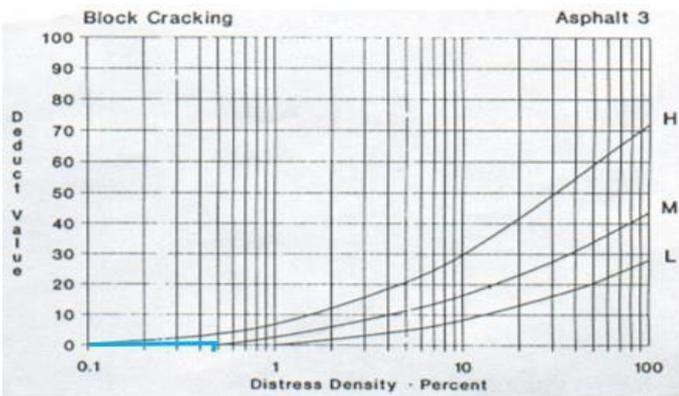
**PIEL DE COCODRILO (M)**



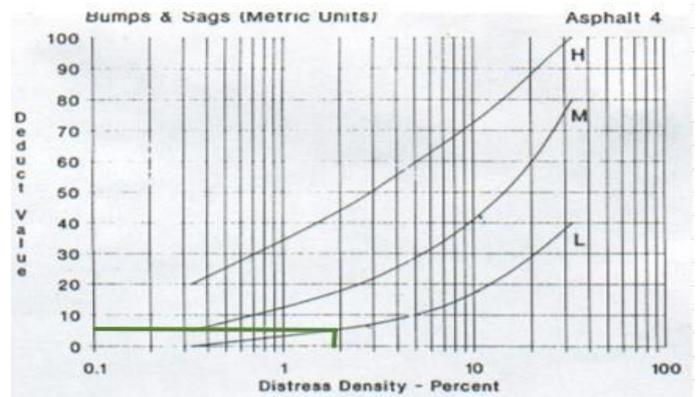
**EXUDACIÓN (H)**



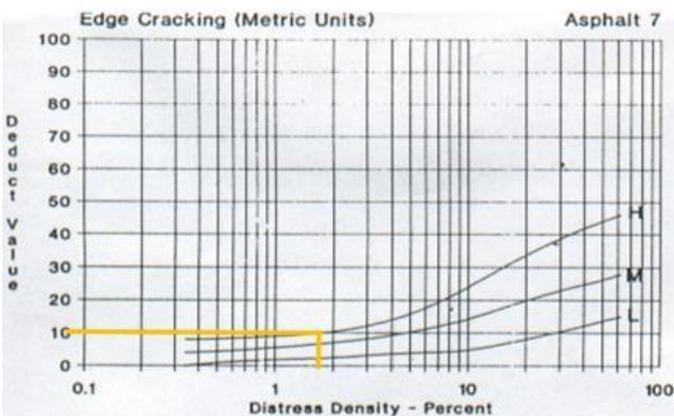
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (H)**



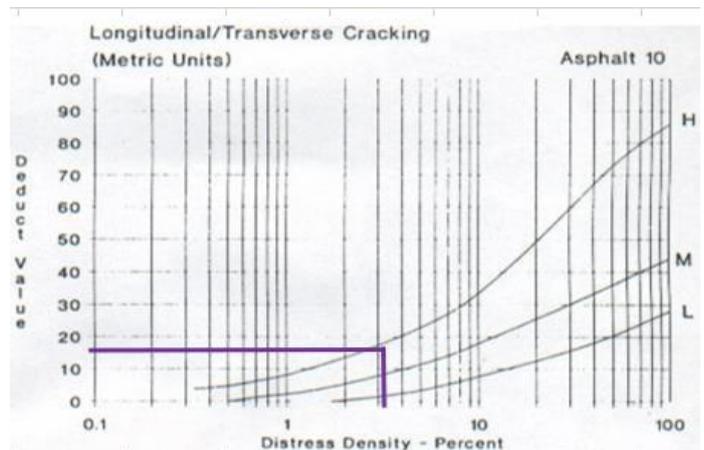
**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS(H)**



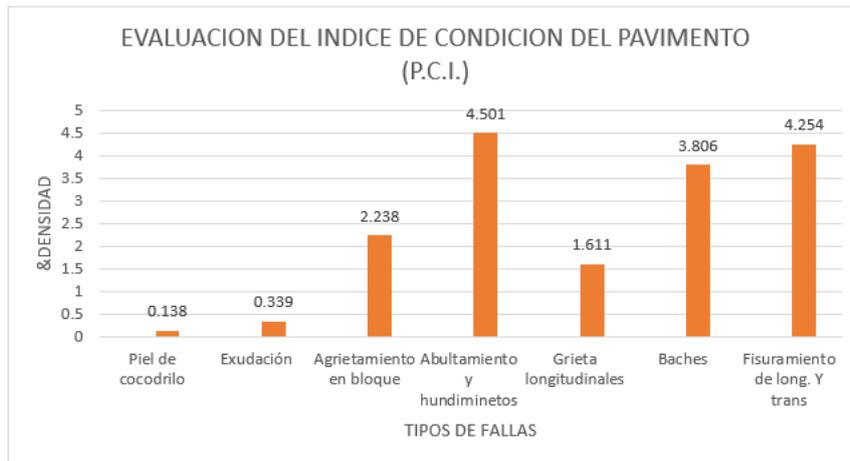
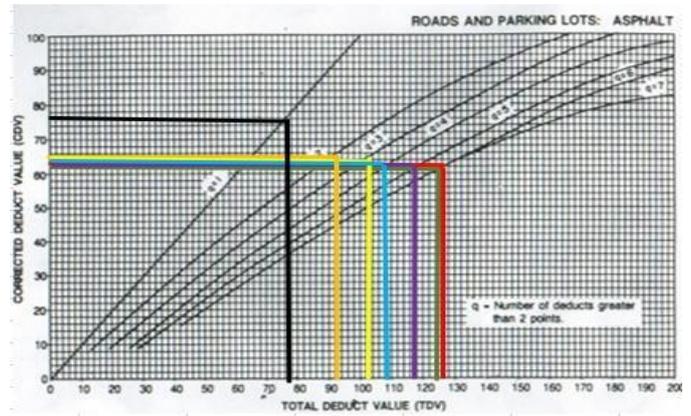
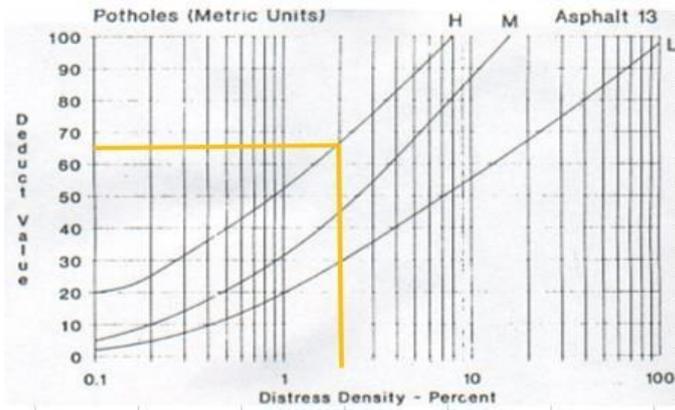
**GRIETA LONGITUDINAL (H)**



**FISURAS LONG. Y/O TRANSV. (H)**



## BACHES (H)



❖ UM (03)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	-	-	-	-	-	-
Exudación	m2	L	0.33	0.3	-	0.11	0.048	2
Agrietamiento en bloque	m2	M	0.84	1.23	-	1.073	0.48	1.1
Abultamiento y hundimientos	m2	H	3.98	1.23	-	5	2.238	44.5
Grieta longitudinales	m2	H	5.98	1.13	-	6.7	3.089	71.03
Baches	unidad	M	2	-	-	2	0.894	29.1
<b>TOTAL VD</b>								<b>147.73</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
71.03	44.5	29.1	2	1.1		147.73	5	70.03	
71.03	44.5	29.1	2	2		148.63	4	71.83	
71.03	44.5	29.1	2	2		148.63	3	86.98	
71.03	44.5	2	2	2		121.53	2	84.23	
71.03	2	2	2	2		79.03	1	77.98	
<b>Máximo VDC</b>								<b>86.98</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>13.02</b>	

Clasificación

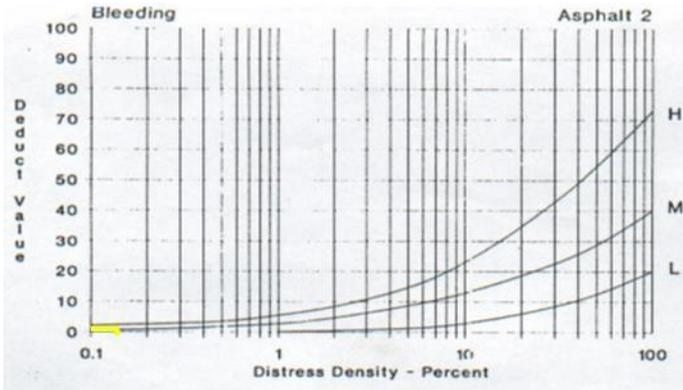
**MUY MALO**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

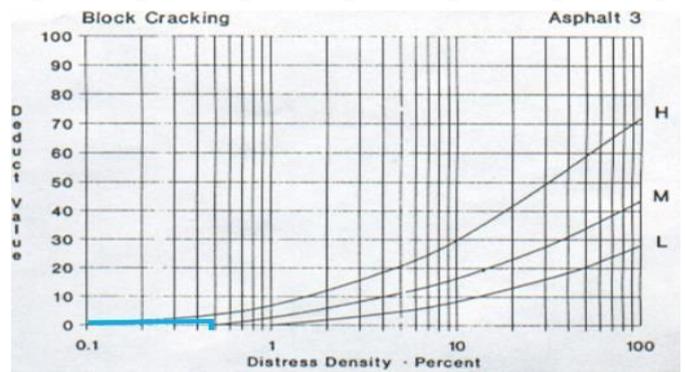
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

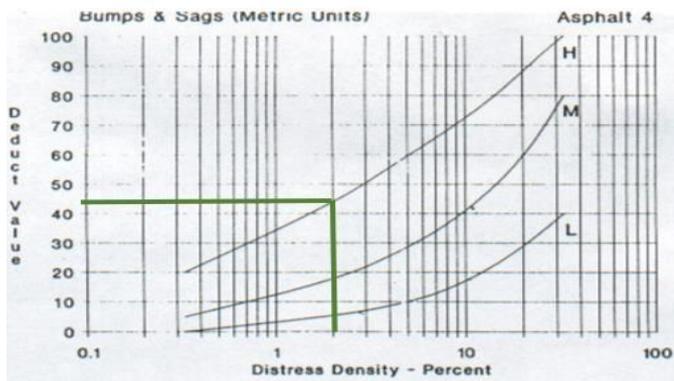
**EXUDACIÓN (L)**



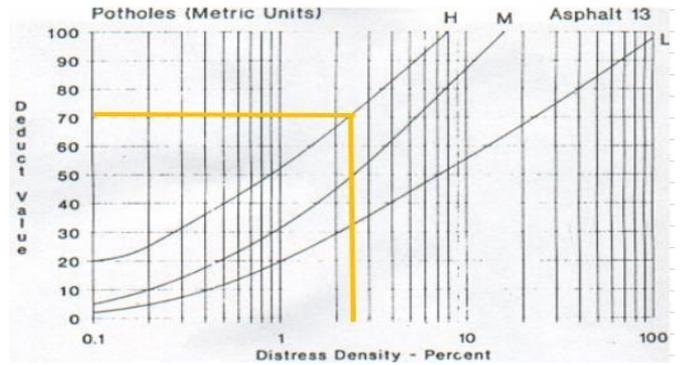
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**

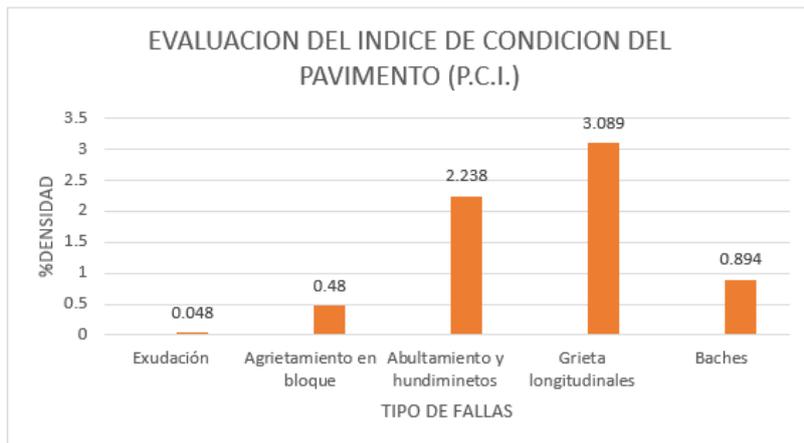
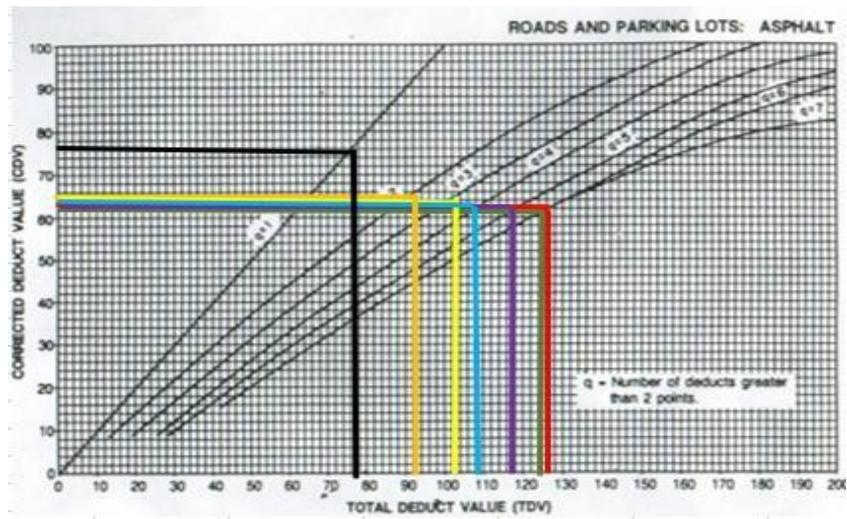


**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (H)**



**BACHES (M)**





❖ UM (04)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	-	-	-	-	-	-
Exudación	m2	L	-	-	-	-	-	-
Agrietamiento en bloque	m2	H	3	5.52	1	16.6	7.444	24.48
Abultamiento y hundimientos	m2	M	4.33	1.43	1	6.3073	2.824	41.03
Grieta longitudinales	m2	H	7.98	0.43	1	3.4	1.611	55.43
Baches	unidad	M	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>120.94</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
55.43	41.03	24.48				120.94	3	73.98	
55.43	41.03	2				98.46	2	71.73	
55.43	2	2				59.43	1	57.48	
<b>Máximo VDC</b>								<b>73.98</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>26.02</b>	

Clasificación

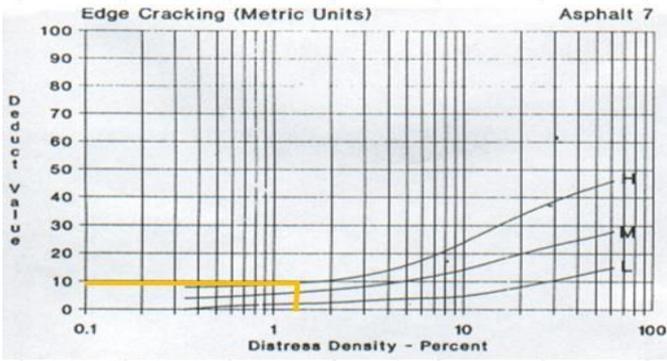
**MUY MALO**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

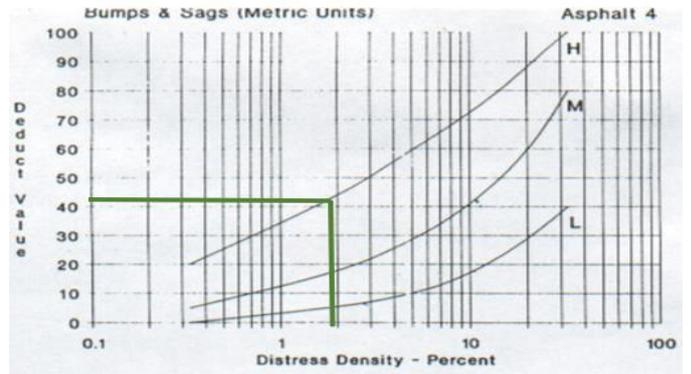
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

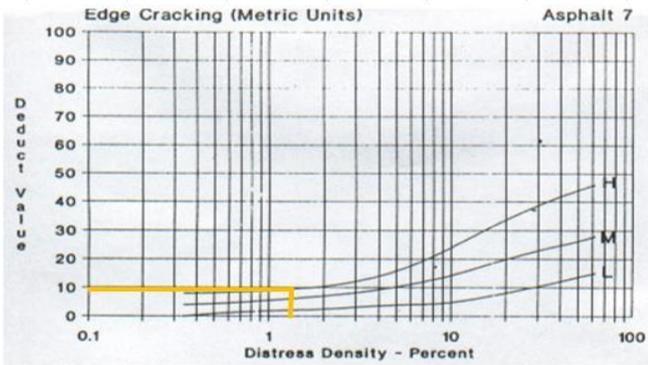
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (H)**



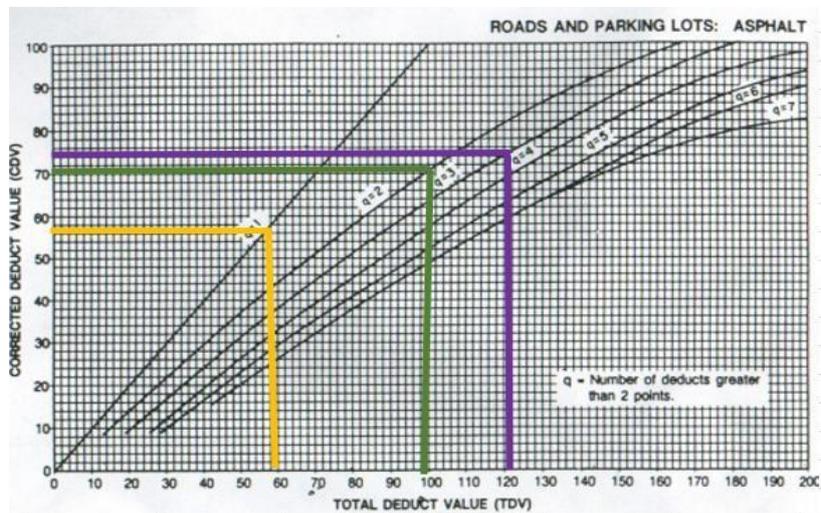
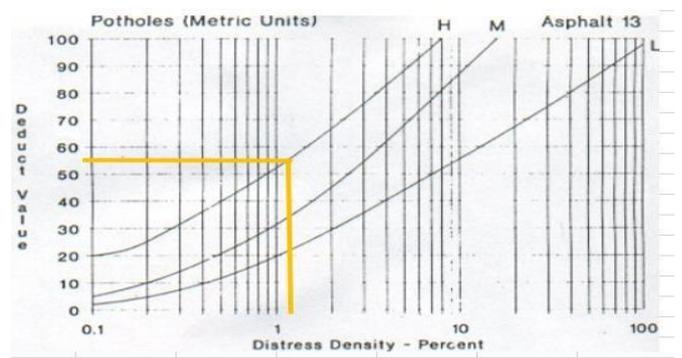
**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)**

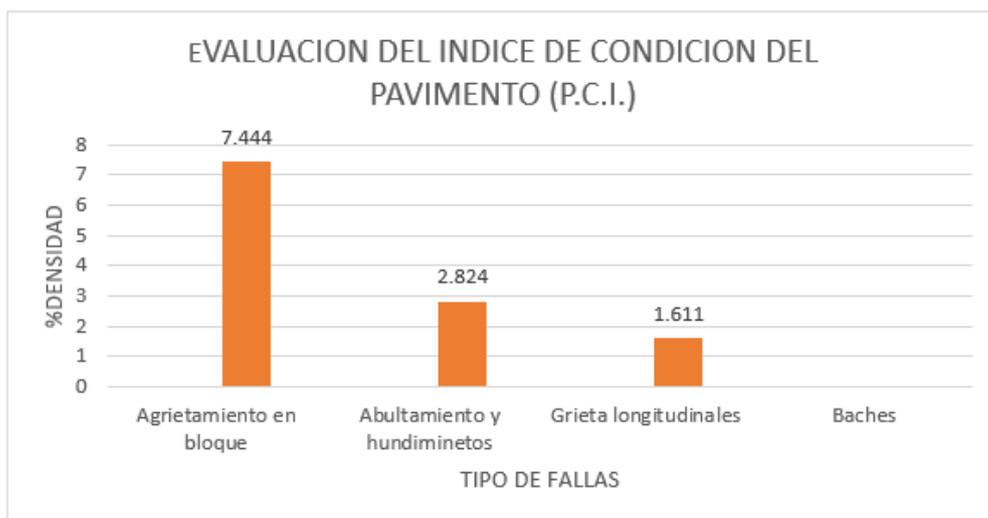


**GRIETA LONGITUDINAL (H)**



**BACHES (M)**





❖ UM (05)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	-	-	-	-	-	-
Exudación	m2	L	-	-	-	-	-	-
Agrietamiento en bloque	m2	M	4.23	5.33	-	22.72	10.185	19.8
Abultamiento y hundimientos	m2	L	1.98	1.23	1	2.48	1.118	4.18
Grieta longitudinales	m2	M	5.98	0.58	1	3.58	1.611	7.48
Baches	unidad	M	1	1	1	1	0.446	18
<b>TOTAL VD</b>								<b>49.46</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
18	19.8	7.48	4.18			49.46	4	28.28	
18	19.8	7.48	2			47.28	3	32.38	
18	19.8	2	2			41.8	2	33	
18	2	2	2			24	1	24.68	
<b>Máximo VDC</b>								<b>33</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>67</b>	

Clasificación

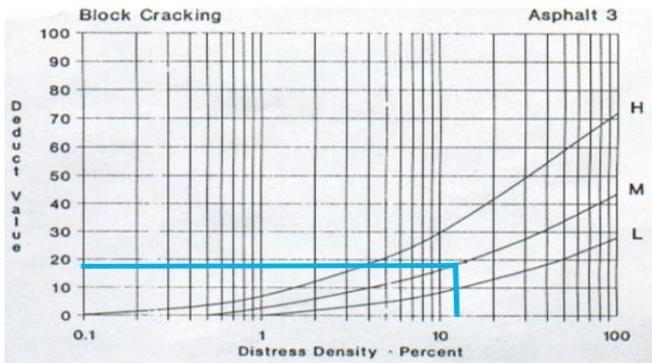
BUENO

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

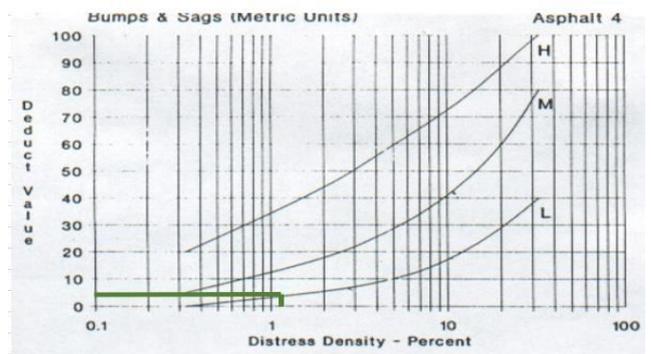
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

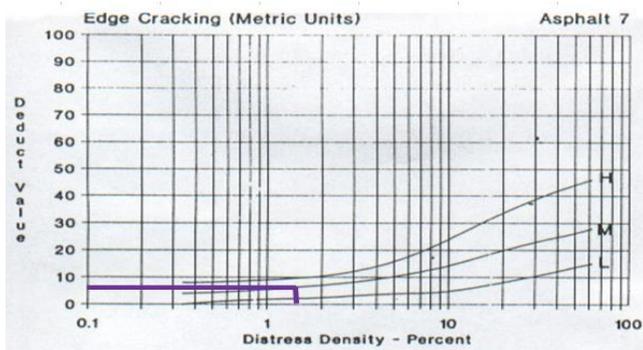
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**



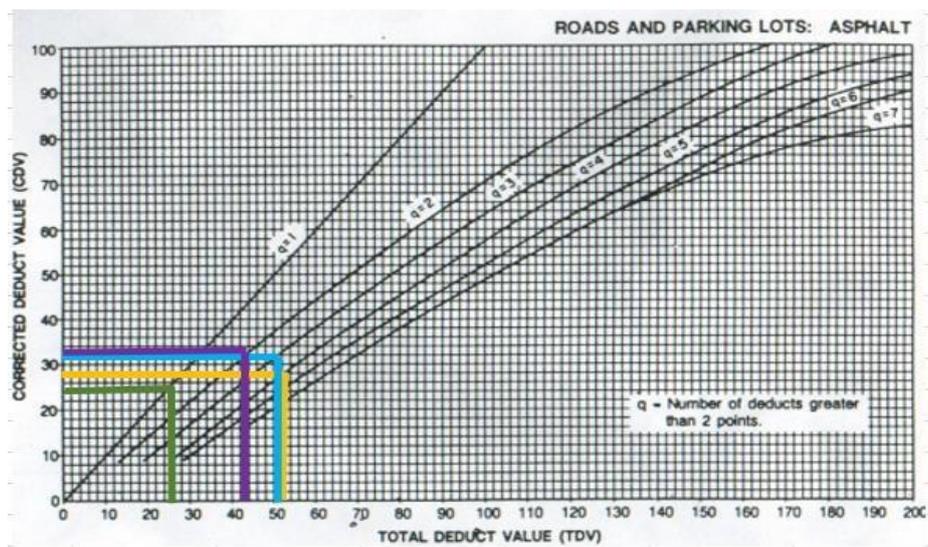
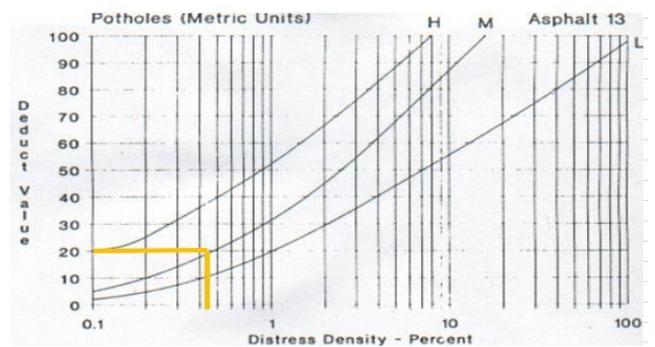
**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (L)**

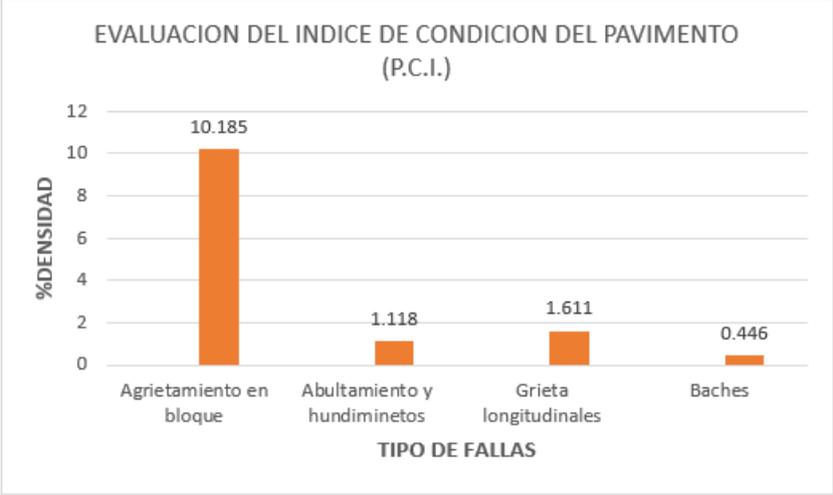


**GRIETA LONGITUDINAL (H)**



**BACHES (M)**





❖ UM (06)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	M	2.98	4.98	-	14.98	6.718	27.48
Exudación	m2	L	5.98	7.98	-	47.98	21.503	8.48
Agrietamiento en bloque	m2	M	4.23	5.33	-	22.72	10.185	17.53
Abultamiento y hundimientos	m2	L	1.98	1.23	-	2.48	1.118	4.53
Grieta longitudinales	m2	M	3.48	6	-	20.98	9.407	14.48
Baches	unidad	M	1	-	-	0.98	0.446	13.53
<b>TOTAL VD</b>								<b>86.03</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos							Total	Q	VDC
27.48	17.53	14.48	13.53	8.48	4.53		86.03	6	39.48
27.48	17.53	14.48	13.53	8.48	2		83.5	5	42.5
27.48	17.53	14.48	13.53	2	2		77.02	4	45.48
27.48	17.53	14.48	2	2	2		65.49	3	40
27.48	17.53	2	2	2	2		53.01	2	38.48
27.48	2	2	2	2	2		37.48	1	36.48
<b>Máximo VDC</b>									<b>45.48</b>
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>									<b>54.52</b>

Clasificación

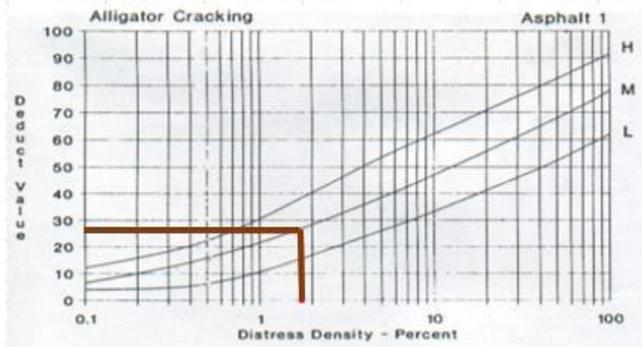
REGULAR

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

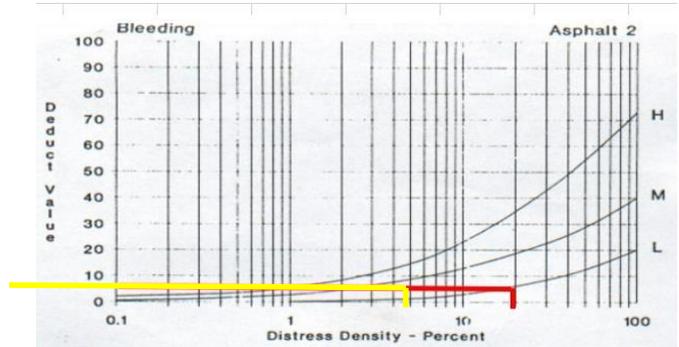
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

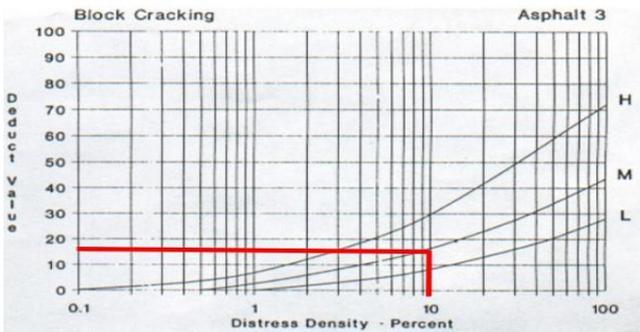
**PIEL DE COCODRILO (M)**



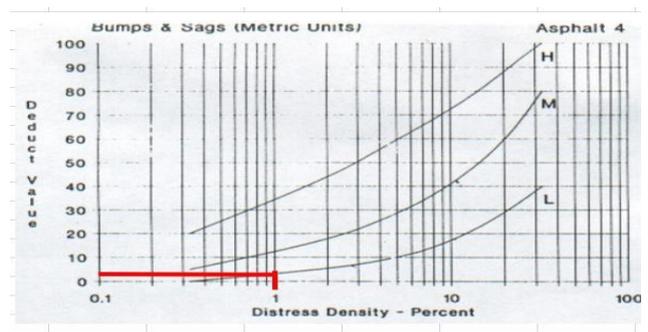
**EXUDACIÓN (L)**



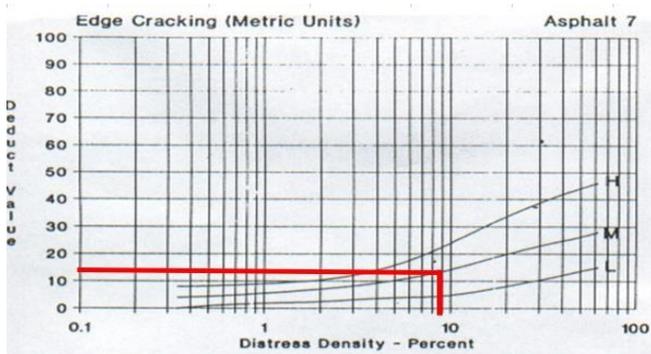
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**



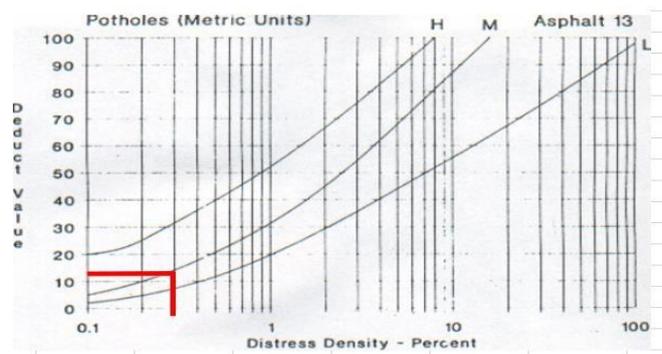
**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (L)**

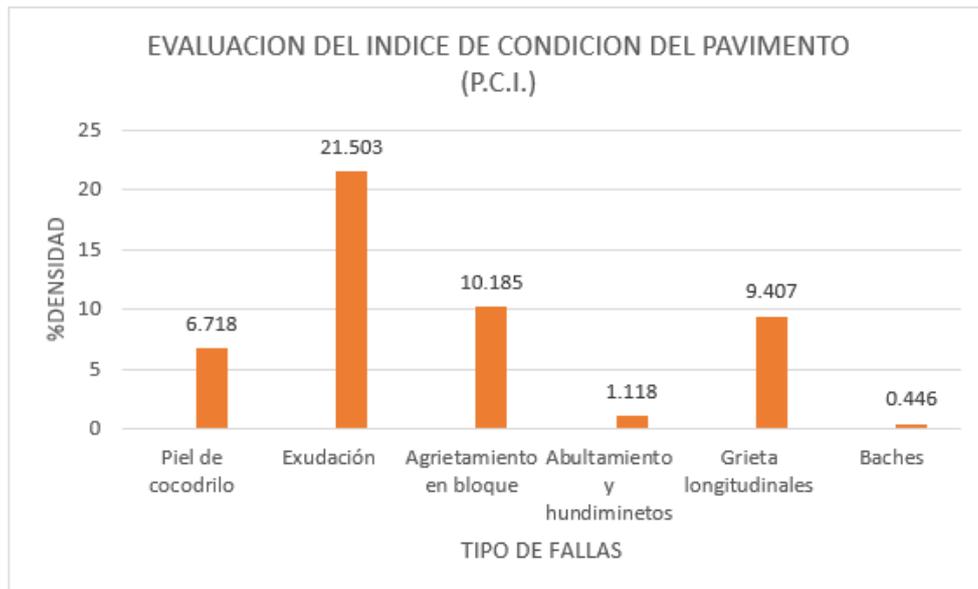
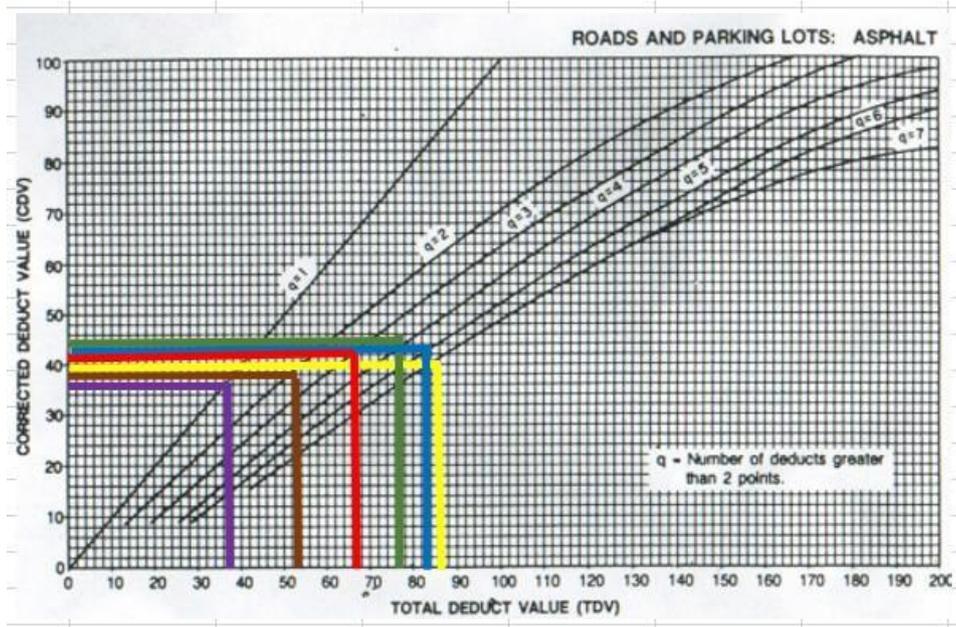


**GRIETA LONGITUDINAL (M)**



**BACHES (M)**





❖ UM (07)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	2.98	4.98	-	14.98	6.718	23.96
Exudación	m2	M	7.98	0.93	-	7.58	3.403	7.83
Agrietamiento en bloque	m2	M	4.23	5.33	-	22.72	10.185	17.93
Abultamiento y hundimientos	m2	L	1.83	0.83	-	1.55	0.703	3.23
Grieta longitudinales	m2	H	5.83	0.73	-	4.37	1.964	10.03
Baches	unidad	M	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>62.98</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
23.96	17.93	10.03	7.83	3.23		62.98	5	30	
23.96	17.93	10.03	7.83	2		61.75	4	33	
23.96	17.93	10.03	2	2		55.92	3	35.03	
23.96	17.93	2	2	2		47.89	2	35.09	
23.96	2	2	2	2		31.96	1	30.03	
<b>Máximo VDC</b>								<b>35.09</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>64.91</b>	

Clasificación

**BUENO**

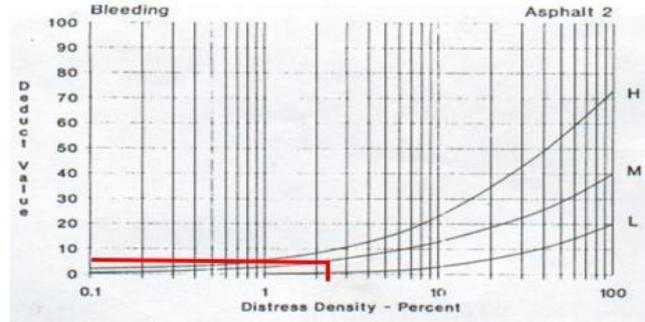
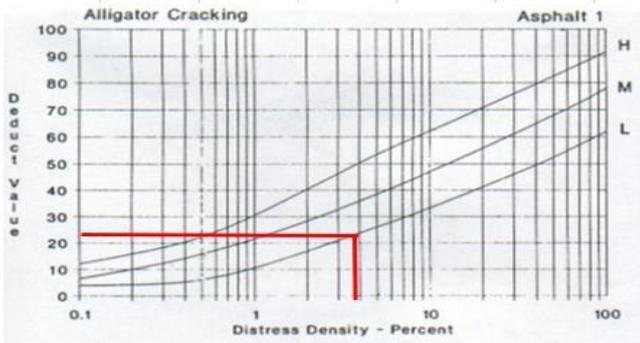
**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

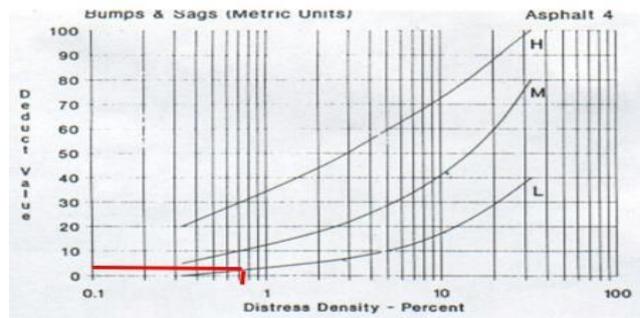
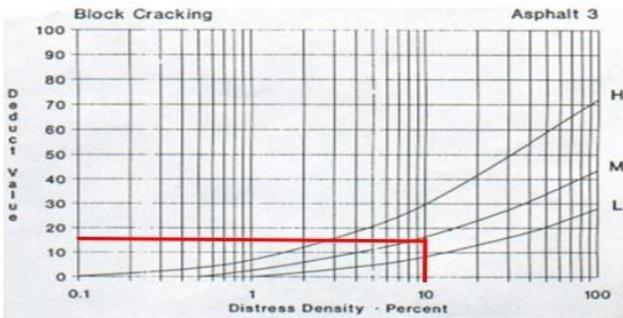
### PIEL DE COCODRILO (L)

### EXUDACIÓN (M)

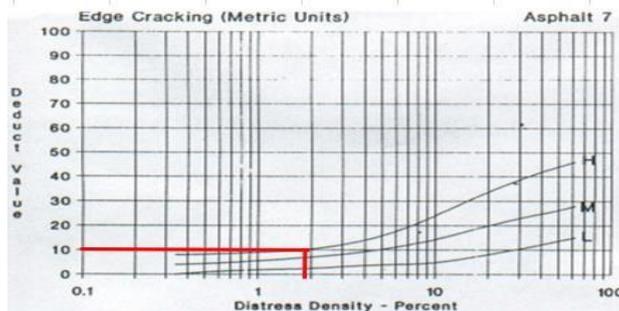


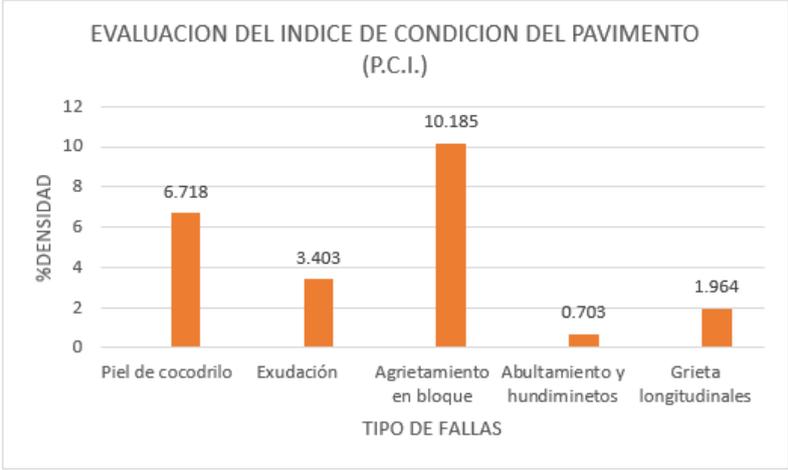
### AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)

### ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (L)



### GRIETA LONGITUDINAL (M)





❖ UM (08)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	2.98	4.98	-	14.98	6.718	24.53
Exudación	m2	L	6.13	0.93	-	5.82	2.616	2.63
Agrietamiento en bloque	m2	M	4.48	2.63	-	11.91	5.341	8.13
Abultamiento y hundimientos	m2	M	8.23	0.63	-	5.34	2.401	19.43
Grieta longitudinales	m2	H	3.13	2.83	-	8.96	4.02	13
Baches	unidad	M	2	-	-	1.98	0.894	27.73
<b>TOTAL VD</b>								<b>95.45</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos							Total	Q	VDC
27.73	24.53	19.43	13	8.13	2.63		95.45	6	50.73
27.73	24.53	19.43	13	8.13	2		94.82	5	63.03
27.73	24.53	19.43	13	2	2		88.69	4	58.23
27.73	24.53	19.43	2	2	2		77.69	3	55.23
27.73	24.53	2	2	2	2		60.26	2	60.48
27.73	2	2	2	2	2		37.73	1	51.32
<b>Máximo VDC</b>									<b>63.03</b>
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>									<b>36.97</b>

Clasificación

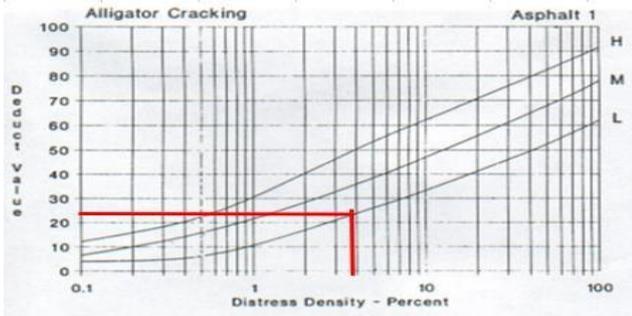
**MALO**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

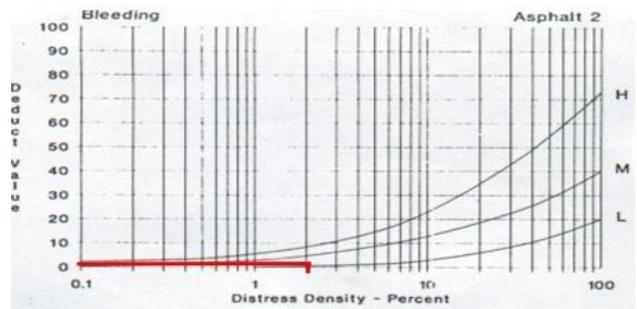
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

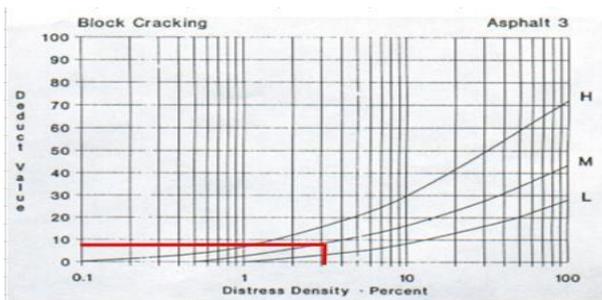
**PIEL DE COCODRILO (L)**



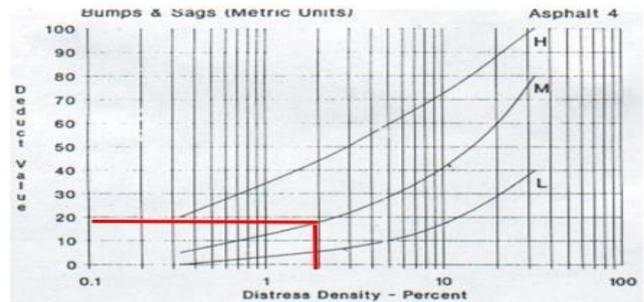
**EXUDACIÓN (L)**



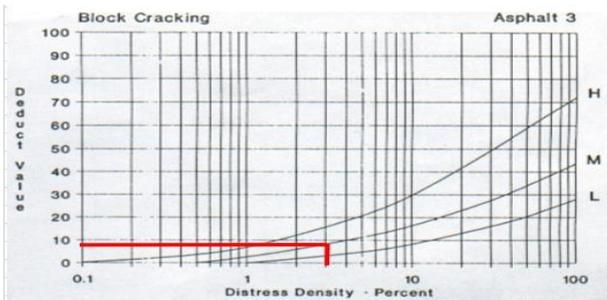
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**



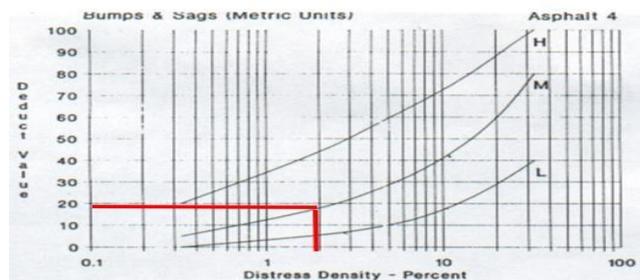
**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)**

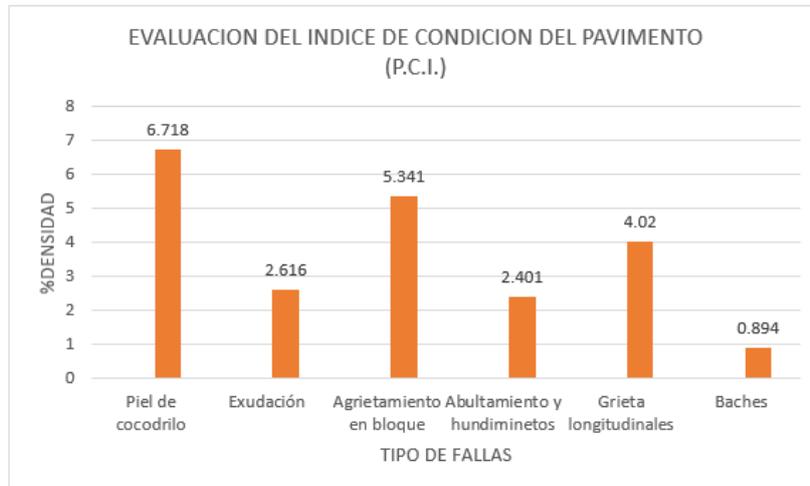
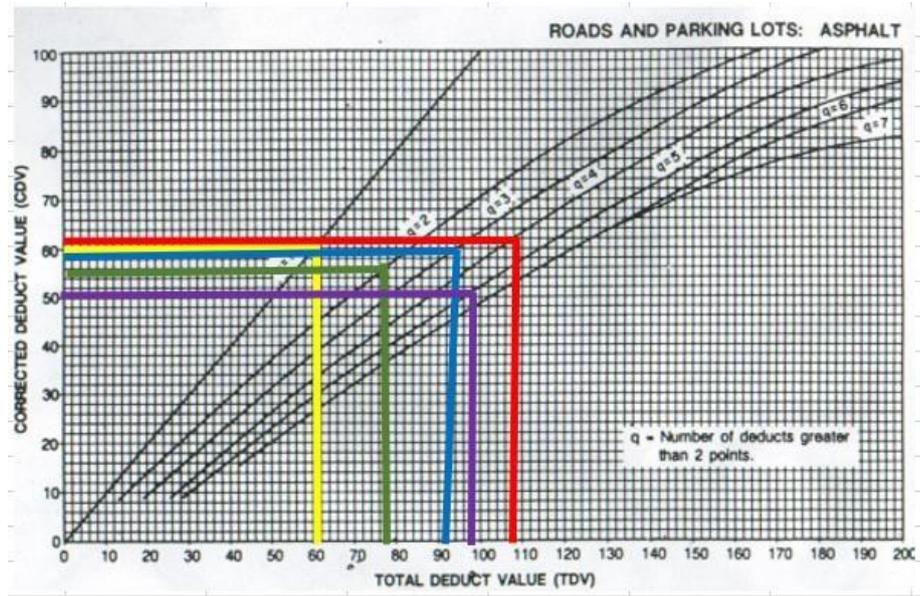


**RIETA LONGITUDINAL (M)**



**BACHES (M)**





❖ UM (09)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	M	4.54	4.13	-	18.9	8.476	44.53
Exudación	m2	M	2.24	1.98	-	4.5	2.023	6.73
Agrietamiento en bloque	m2	M	2.48	2.63	-	6.61	2.966	6.93
Abultamiento y hundimientos	m2	M	8.23	2.52	-	20.94	9.386	36.56
Grieta longitudinales	m2	L	4.98	0.63	-	3.23	1.454	7.83
Baches	unidad	M	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>102.58</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
44.53	36.56	7.83	6.93	6.73		102.58	5	53.48	
44.53	36.56	7.83	6.93	2		97.85	4	56.23	
44.53	36.56	7.83	2	2		92.92	3	59.53	
44.53	36.56	2	2	2		87.09	2	58.03	
44.53	2	2	2	2		52.53	1	52.53	
<b>Máximo VDC</b>								<b>59.53</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>40.47</b>	

Clasificación

REGULAR

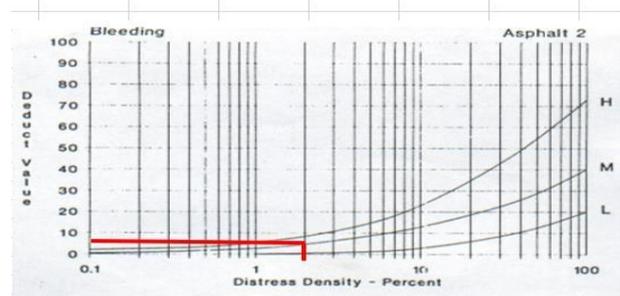
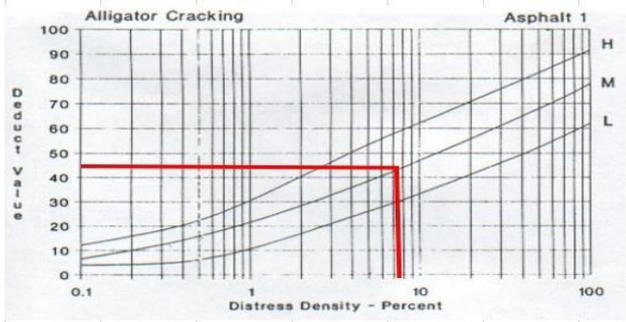
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

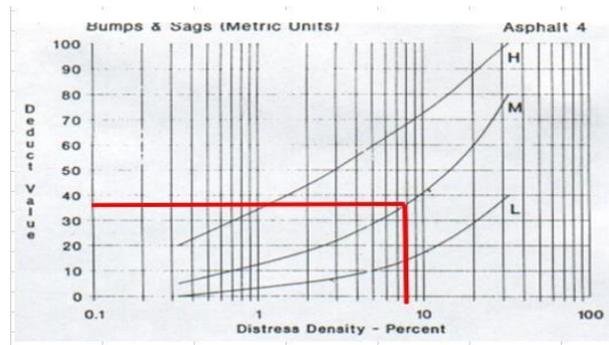
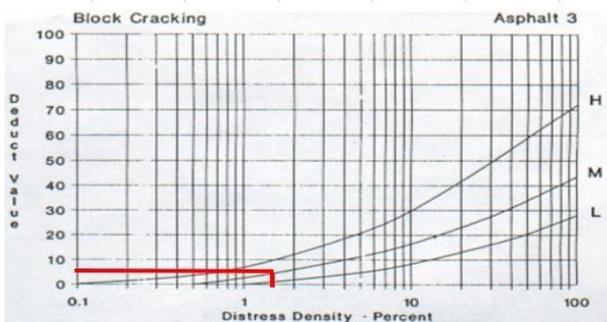
**PIEL DE COCODRILO (M)**

**EXUDACIÓN (M)**

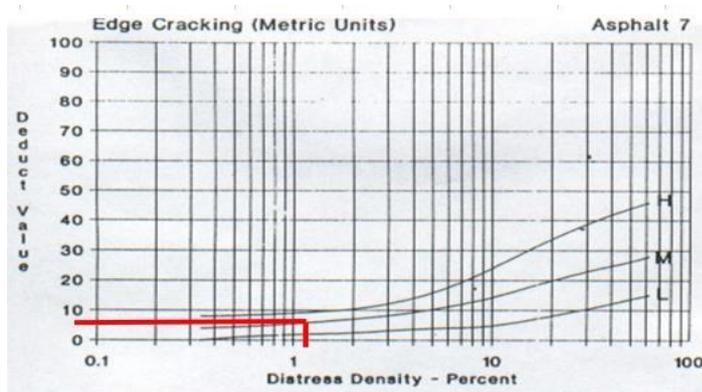


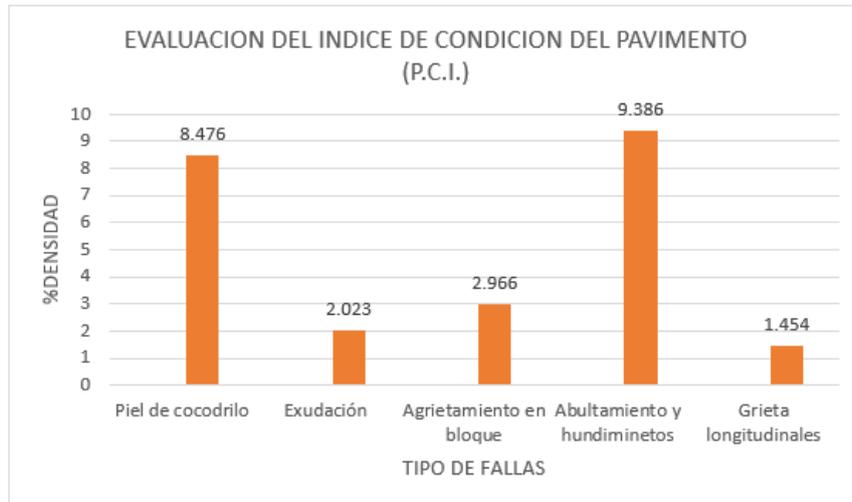
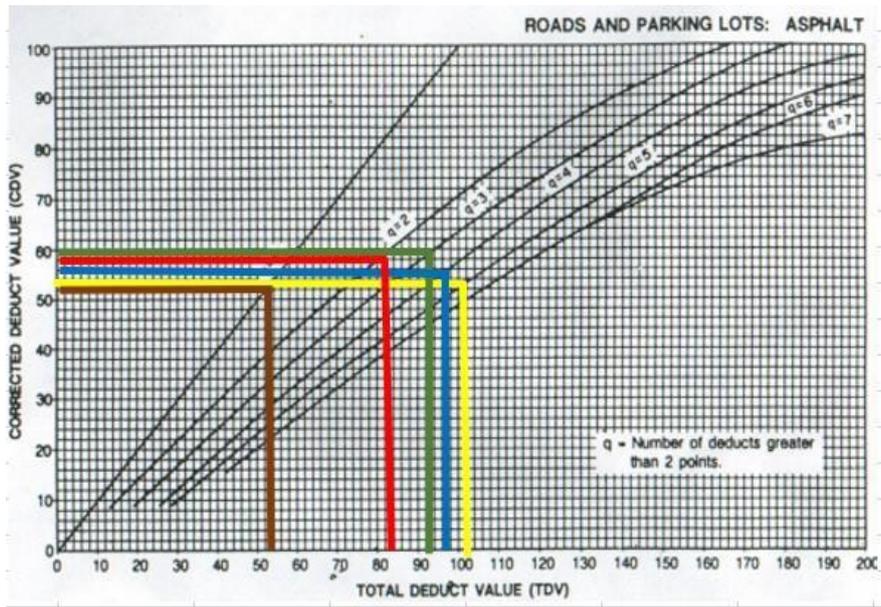
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**

**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)**



**GRIETA LONGITUDINAL (L)**





❖ UM (10)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	-	-	-	-	-	-
Exudación	m2	L	2.24	1.98	-	4.5	2.023	2.48
Agrietamiento en bloque	m2	H	4.83	5.63	-	27.38	12.275	32.03
Abultamiento y hundimientos	m2	H	3	1.83	-	5.53	2.485	38.03
Grieta longitudinales	m2	H	6.23	5.63	-	35.29	15.819	23.23
Baches	unidad	L	2.98	4.83	-	14.53	3.517	2.23
<b>TOTAL VD</b>								<b>98</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
38.03	32.03	23.23	2.48	2.23		98	5	51.13	
38.03	32.03	23.23	2.48	2		97.77	4	55.03	
38.03	32.03	23.23	2	2		97.29	3	60	
38.03	32.03	2	2	2		76.06	2	55.83	
38.03	2	2	2	2		46.03	1	44	
<b>Máximo VDC</b>								<b>60</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>40</b>	

Clasificación

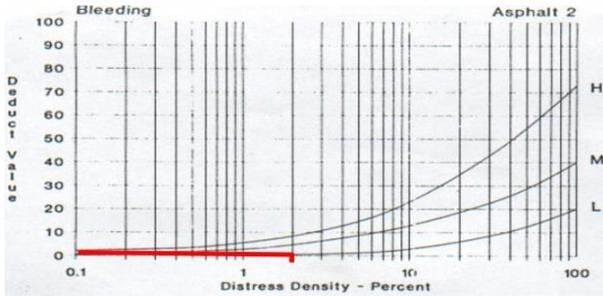
**MALO**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

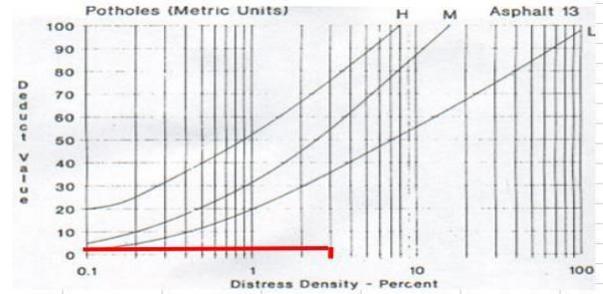
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

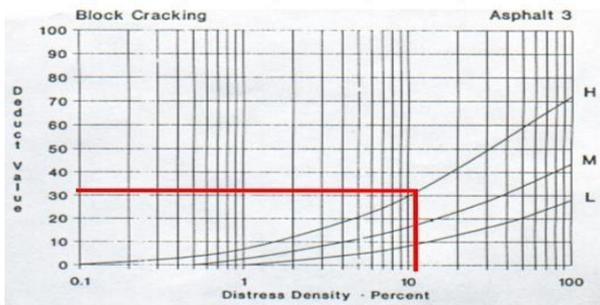
### EXUDACIÓN (M)



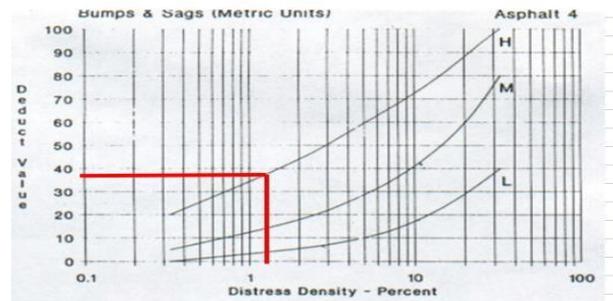
### BACHES (L)



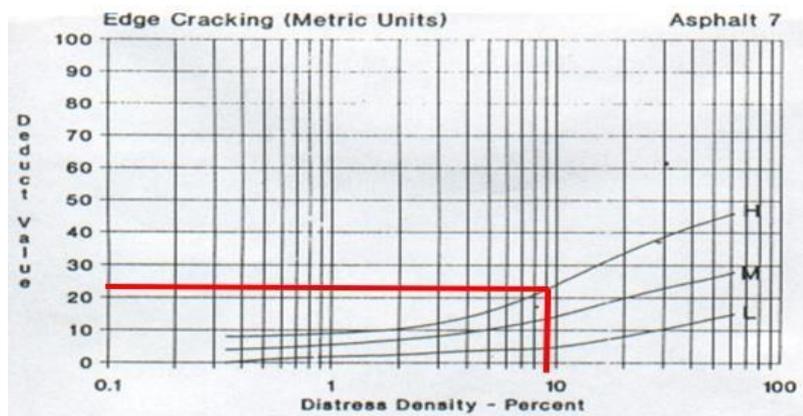
### AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)

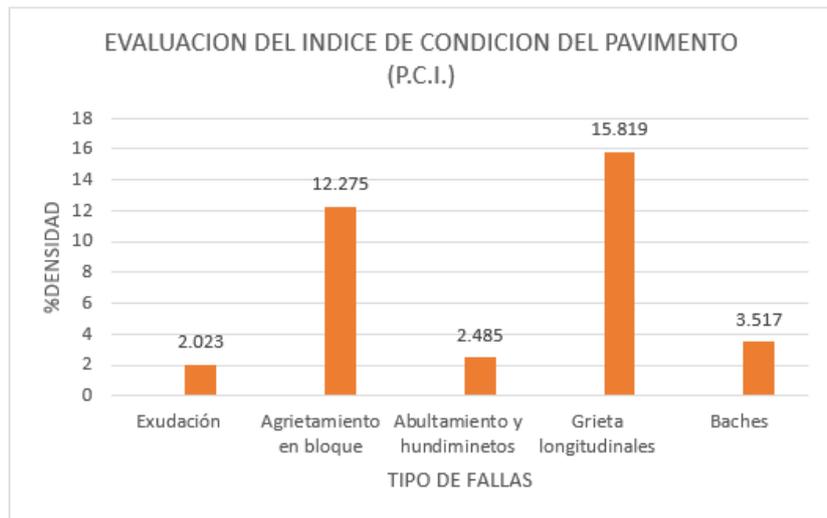
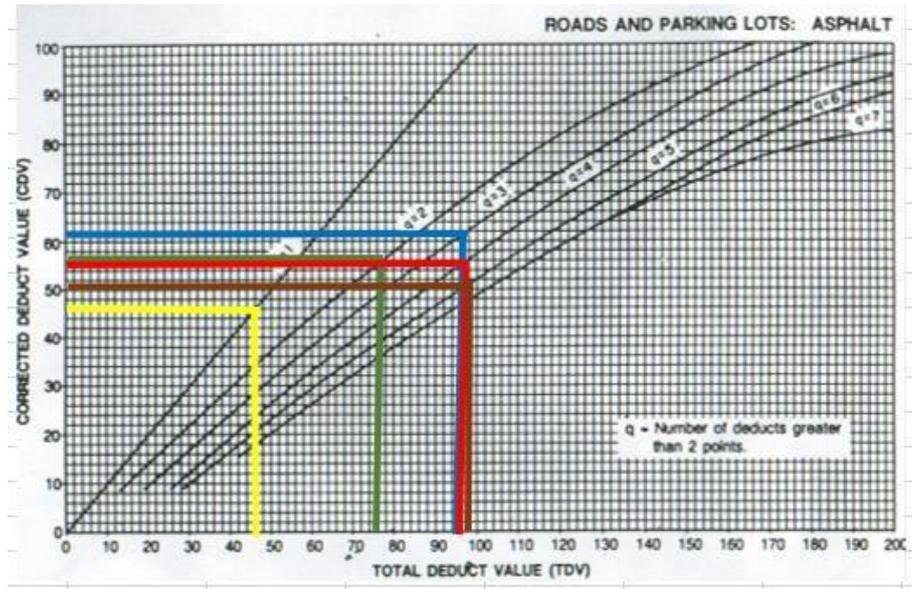


### ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)



### GRIETA LONGITUDINAL (L)





❖ UM (11)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	M	5.98	2.98	-	17.98	8.063	42.48
Exudación	m2	M	2.53	3.93	-	11.24	5.042	8.48
Agrietamiento en bloque	m2	H	3.98	5.23	-	20.98	9.407	28.53
Abultamiento y hundimientos	m2	L	2.98	0.33	-	2.98	1.342	4.83
Grietas longitudinales	m2	M	7.98	1.86	-	15.02	6.736	9.83
Baches	unidad	L	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>94.15</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
42.48	28.53	9.83	8.48	4.83		94.15	5	49.83	
42.48	28.53	9.83	8.48	2		91.32	4	53.48	
42.48	28.53	9.83	2	2		84.84	3	53	
42.48	28.53	2	2	2		77.01	2	54	
42.48	2	2	2	2		50.48	1	52.83	
<b>Máximo VDC</b>								<b>53.48</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>46.52</b>	

Clasificación

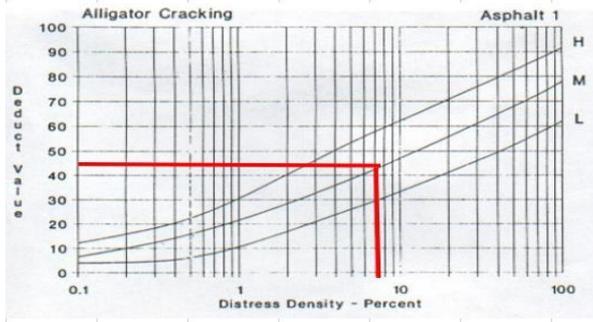
REGULAR

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

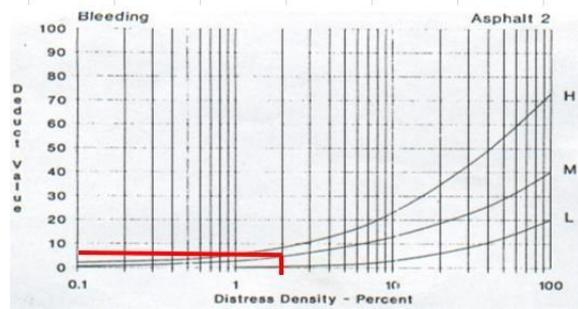
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

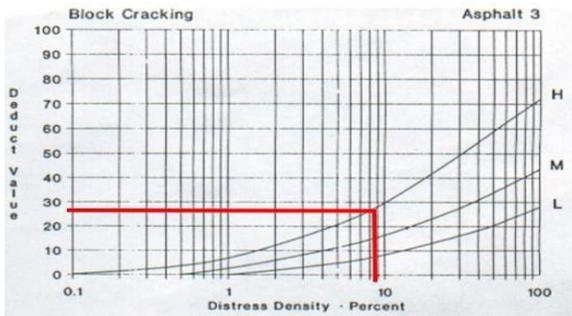
**PIEL DE COCODRILO (M)**



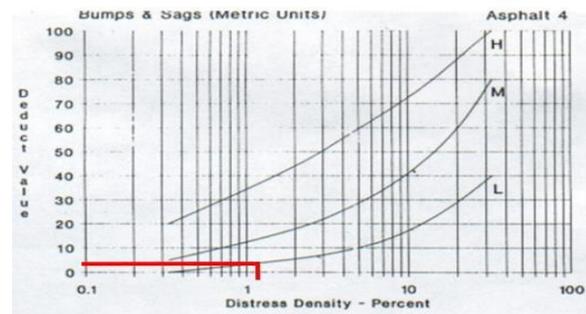
**EXUDACIÓN (M)**



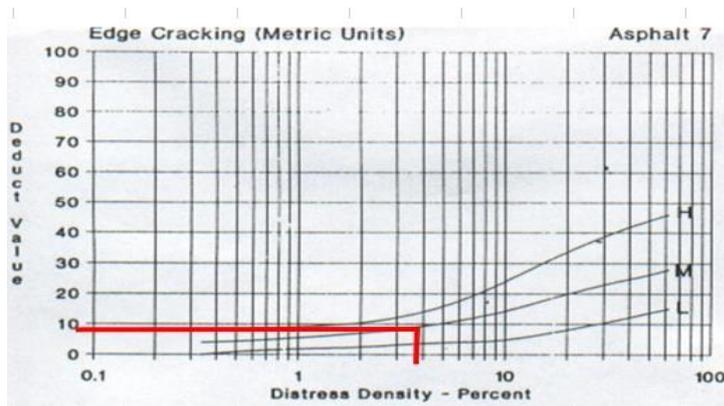
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (H)**

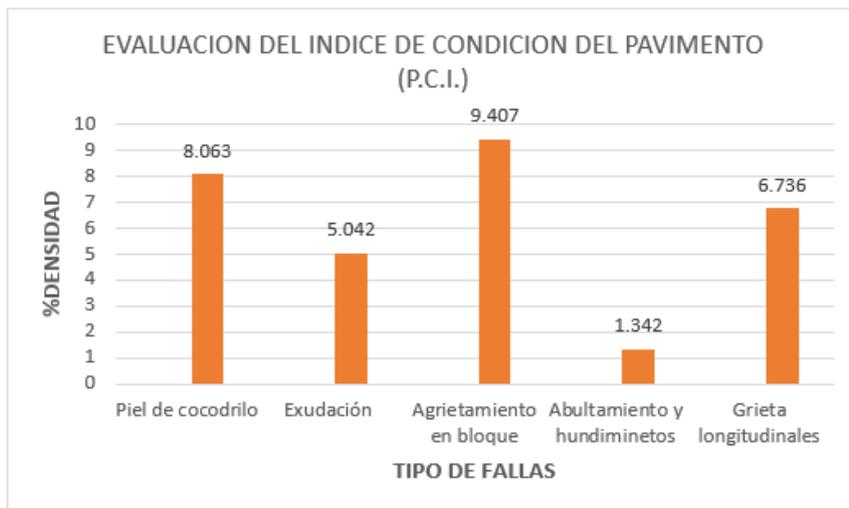
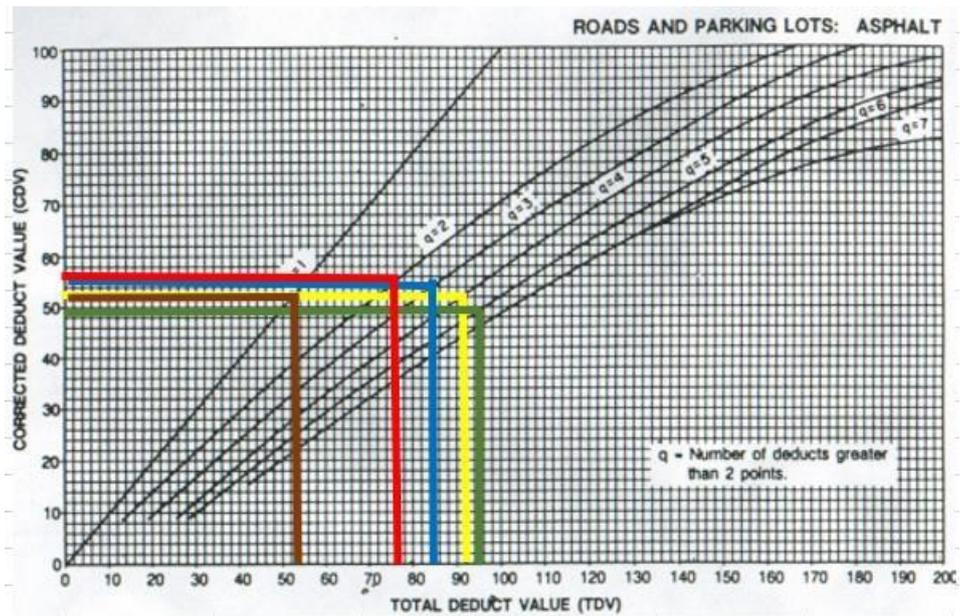


**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (L)**



**GRIETA LONGITUDINAL (M)**





❖ UM (12)

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	7.98	2.98	-	23.98	10.751	33
Exudación	m2	M	2.83	3.93	-	11.24	5.042	8.48
Agrietamiento en bloque	m2	M	4.98	5.23	-	26.23	11.759	19.83
Abultamiento y hundimientos	m2	M	4.23	0.33	-	4.23	1.902	12.23
Grieta longitudinales	m2	L	7.98	1.86	-	15.02	6.736	3.78
Baches	unidad	L	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>77.32</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
33	19.83	12.23	8.48	3.78		77.32	5	40	
33	19.83	12.23	8.48	2		75.54	4	42	
33	19.83	12.23	2	2		69.06	3	44	
33	19.83	2	2	2		58.83	2	45	
33	2	2	2	2		41	1	43.48	
<b>Máximo VDC</b>								<b>45</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>55</b>	

Clasificación

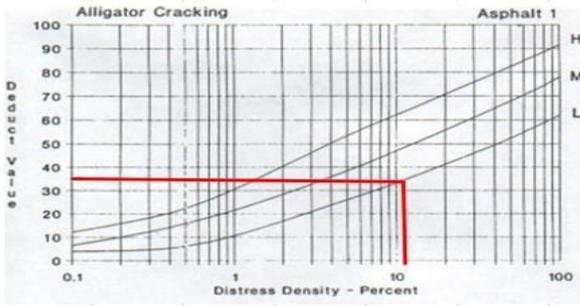
REGULAR

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

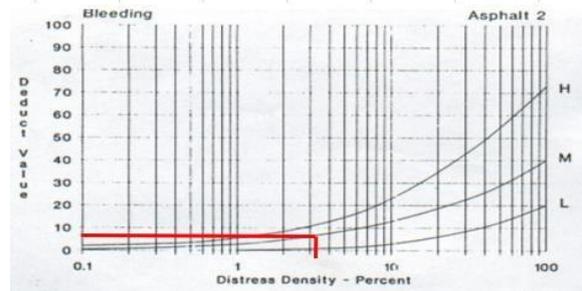
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

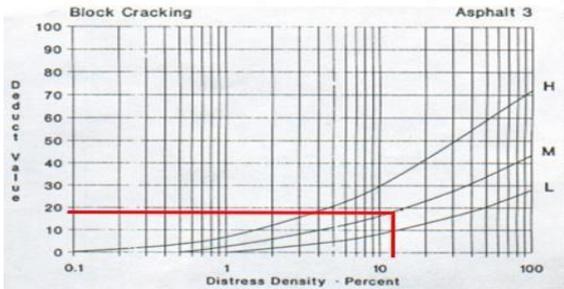
### PIEL DE COCODRILO (L)



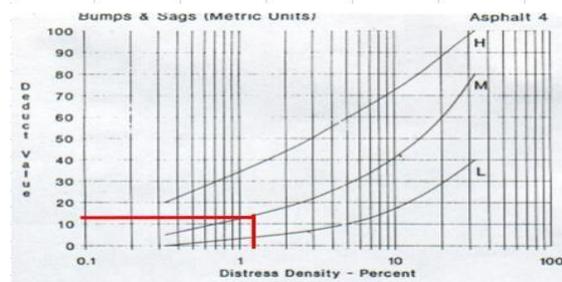
### EXUDACIÓN (M)



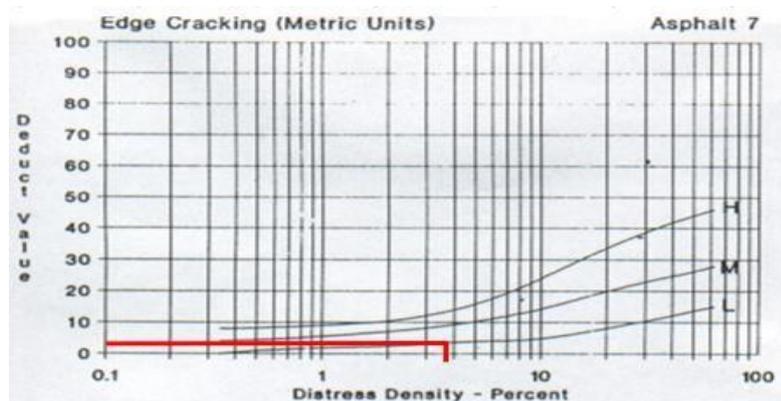
### AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (H)

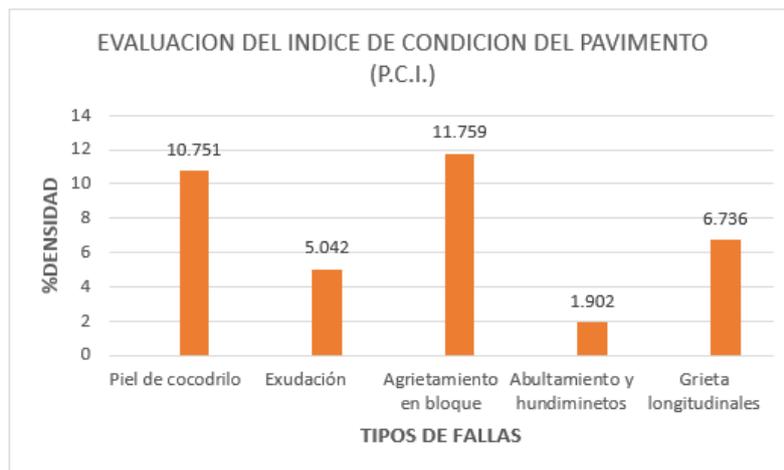
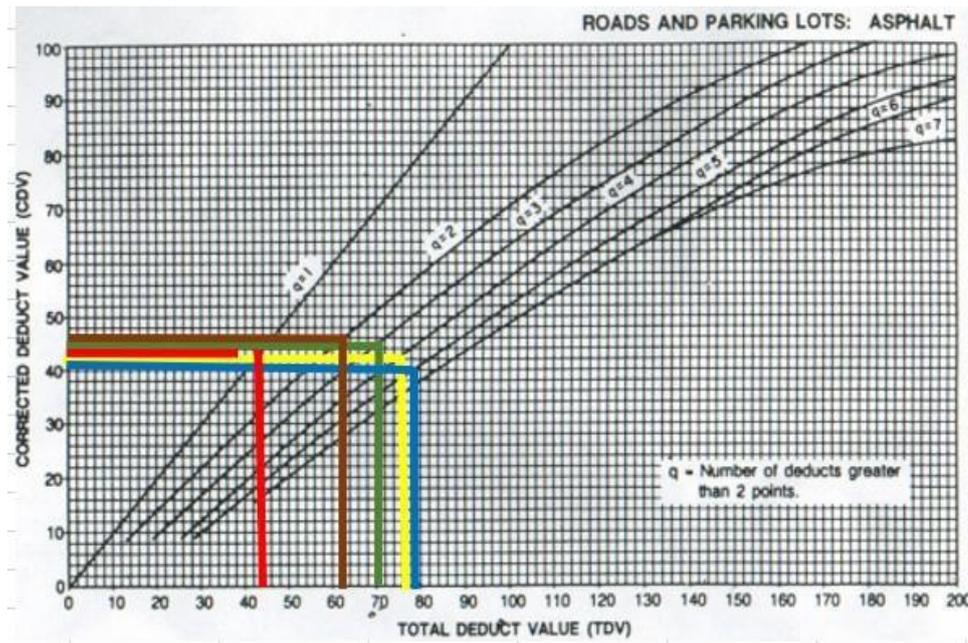


### ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)



### GRIETA LONGITUDINAL (L)





❖ **UM (13)**

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	M	3.63	3.73	-	13.97	6.13	37.93
Exudación	m2	L	4.23	4.03	-	17.19	7.71	2.23
Agrietamiento en bloque	m2	M	9.56	3.03	-	29.2	13.089	19.53
Abultamiento y hundimientos	m2	M	5.03	0.13	-	5.03	2.261	12.93
Grieta longitudinales	m2	H	5.98	2.03	-	12.28	5.509	13.53
Baches	unidad	L	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>86.15</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos						Total	Q	VDC	
37.93	19.53	12.93	13.53	2.23		86.15	5	48	
37.93	19.53	12.93	13.53	2		85.92	4	46	
37.93	19.53	12.93	2	2		74.39	3	46	
37.93	19.53	2	2	2		63.46	2	44	
37.93	2	2	2	2		45.93	1	44	
<b>Máximo VDC</b>								<b>58</b>	
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>								<b>42</b>	

Clasificación

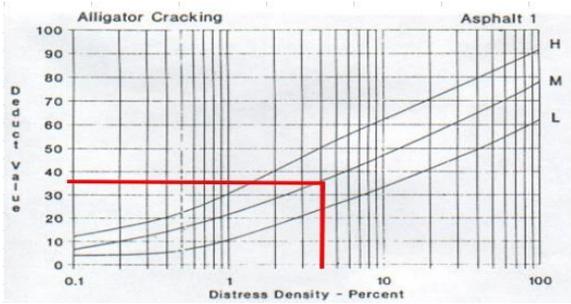
**REGULAR**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

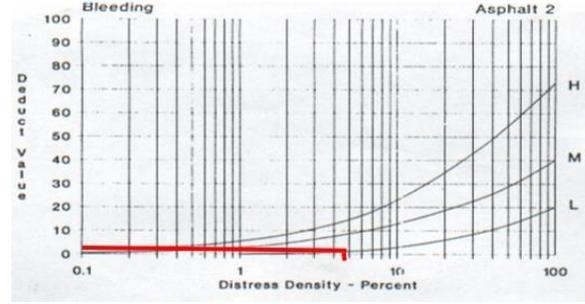
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

# CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

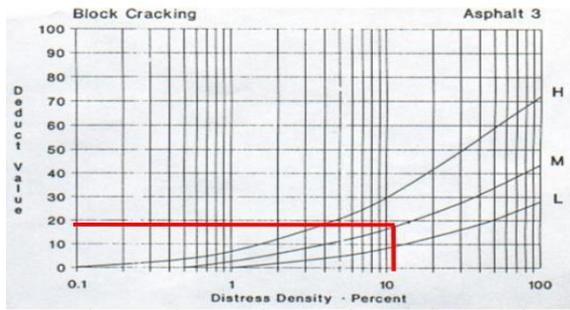
## PIEL DE COCODRILO (L)



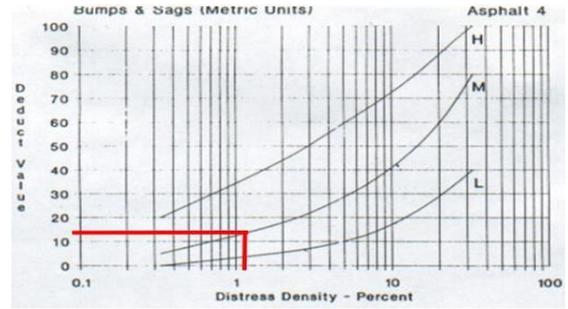
## EXUDACIÓN (M)



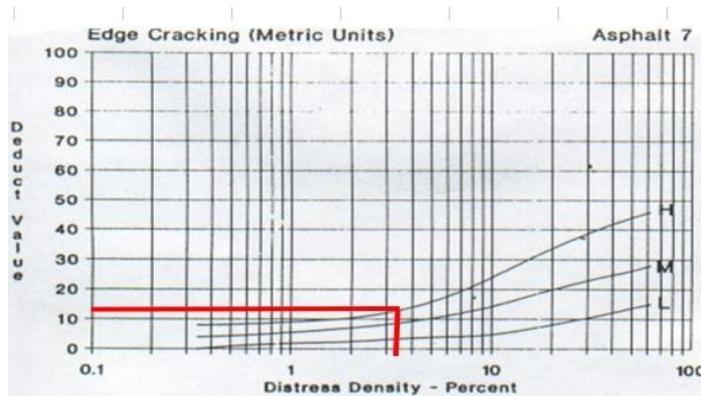
## AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (H)

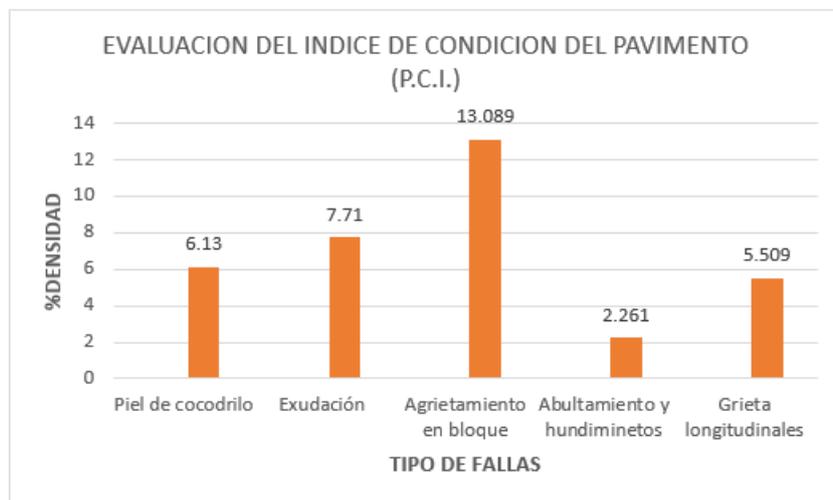
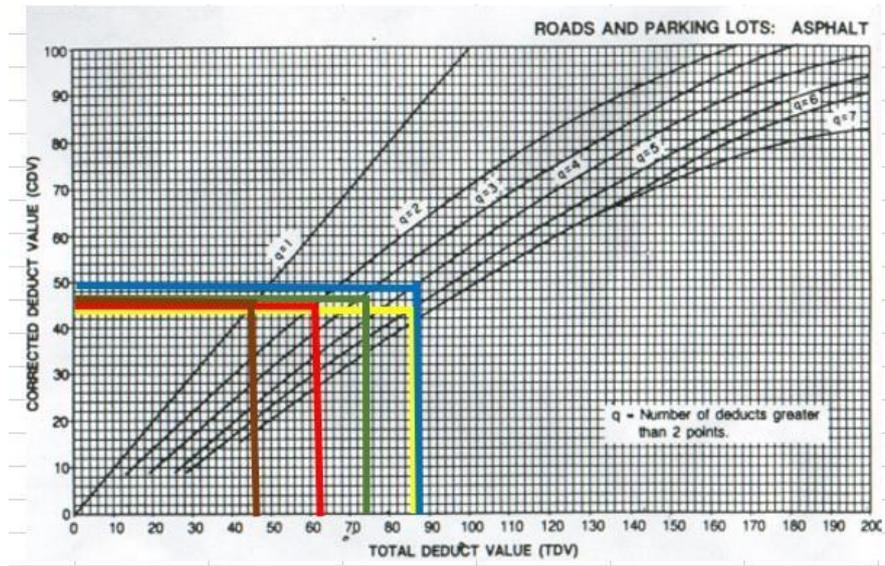


## ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)



## GRIETA LONGITUDINAL (L)





❖ **UM (14)**

ÁREA = 223.20M2								
FALLAS	UNIDADES	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Piel de cocodrilo	m2	L	2.03	2.45	-	5.04	2.267	12.23
Exudación	m2	L	4.23	4.03	-	17.19	7.71	2.23
Agrietamiento en bloque	m2	M	4.53	4.48	-	20.46	9.171	26.23
Abultamiento y hundimientos	m2	M	4.43	0.13	-	4.43	1.992	18
Grieta longitudinales	m2	H	5.83	4.93	-	28.94	12.972	26
Baches	unidad	L	1	-	-	1	0.446	3.93
Pulimiento de agregados	m2	L	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL VD</b>								<b>88.62</b>

Cálculo del máximo valor deducido corregido									
Valores deducidos							Total	Q	VDC
26	26.23	18	12.23	3.93	2.23		88.62	6	44
26	26.23	18	12.23	3.93	2		88.39	5	40
26	26.23	18	12.23	2	2		86.46	4	52
26	26.23	18	2	2	2		76.23	3	50
26	26.23	2	2	2	2		60.23	2	44
26	2	2	2	2	2		36	1	36
<b>Máximo VDC</b>									<b>52</b>
<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>									<b>48</b>

Clasificación

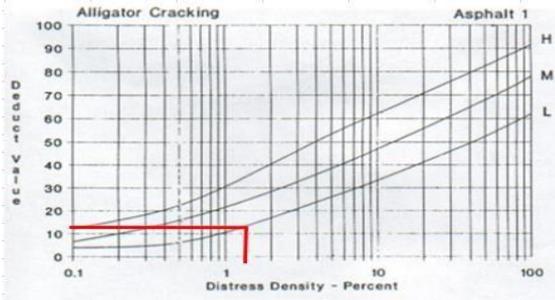
**REGULAR**

**RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

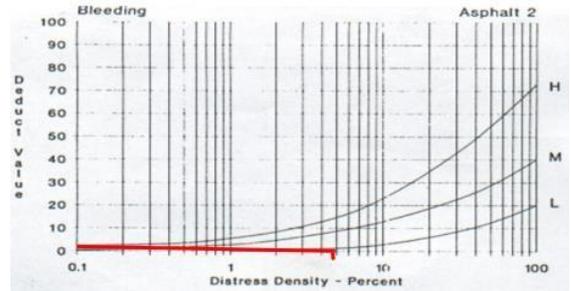
Rango	Clasificación	Simbología
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

## CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS

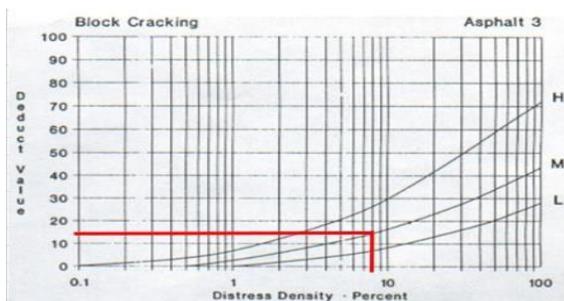
**PIEL DE COCODRILO (L)**



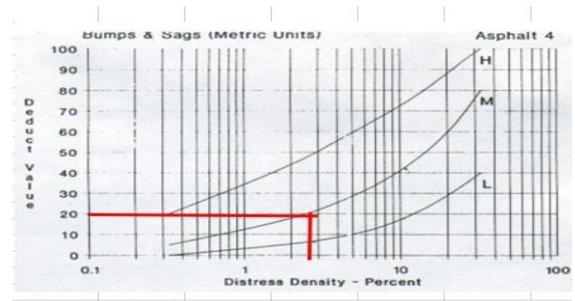
**EXUDACIÓN (L)**



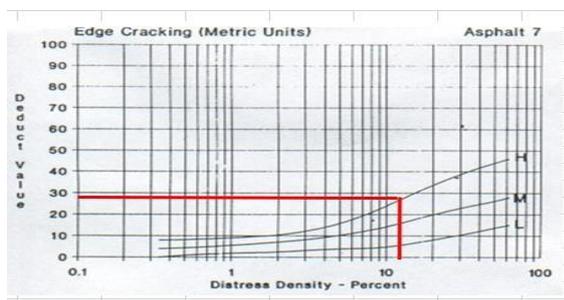
**AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M)**



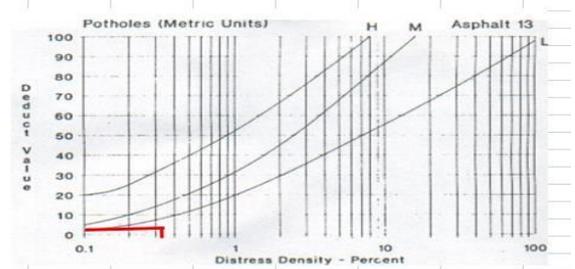
**ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M)**

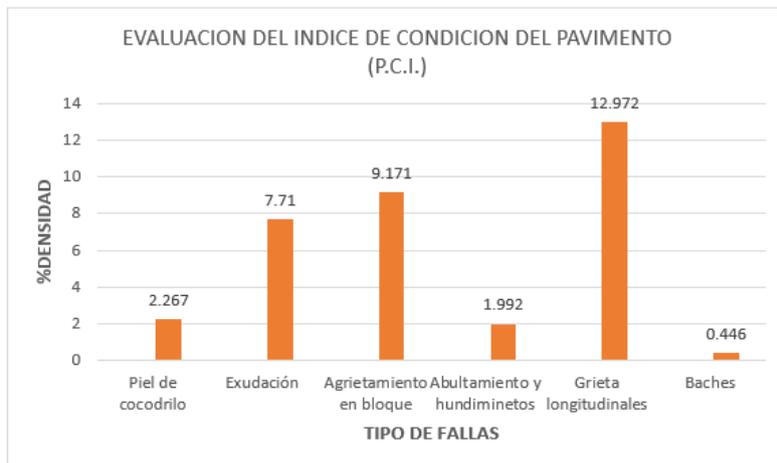
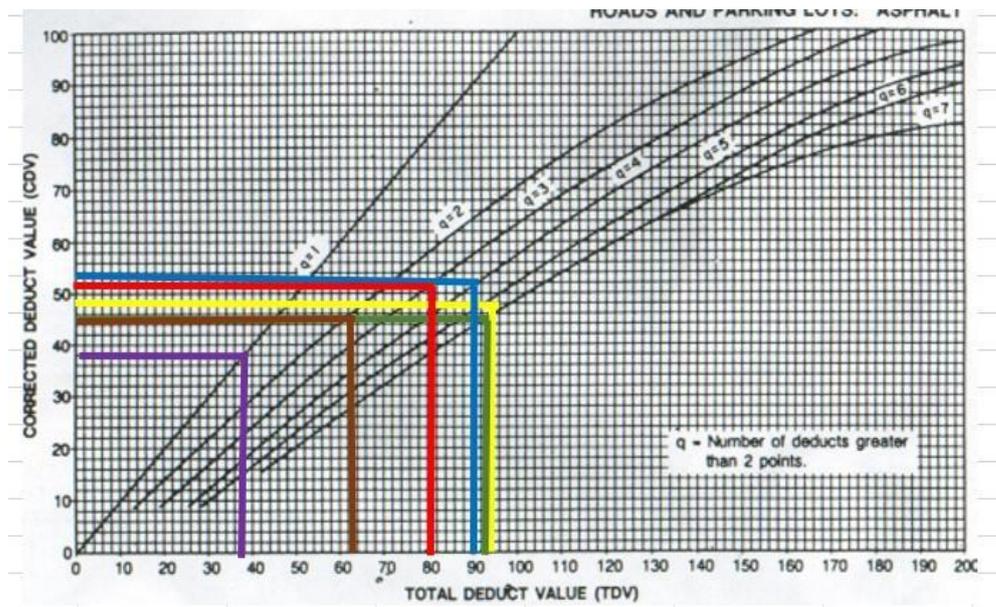


**GRIETA LONGITUDINAL (H)**



**BACHES (L)**





## ANEXO N°23: CONSTANCIA DE VALIDACION

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mauricio Miranda Api, titular del  
DNI N° 72407220, de profesión Ingeniero Civil.

Por medio de la presente hago constar que he recibido con fines de validación del instrumento ficha técnica, a los efectos de su aplicación a la tesista de la UCV

María Fernanda Api Mendez.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, pueden formular las siguientes aplicaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimientos			✓	
Redacción de ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

En Chimbote, a los 15 días del mes de noviembre del 2022



FIRMA

## ANEXO N°24: PANEL FOTOGRÁFICOS





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

Siendo las 16:00 horas del 16/12/2022, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma - Casma - Ancash - 2022- propuesta de mejora", presentado por el autor API MENDEZ MARIA FERNANDA estudiante de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

<b>Autor</b>	<b>Dictamen</b>
MARIA FERNANDA API MENDEZ	Mayoría

Firmado electrónicamente por:  
ALOPEZC75 el 17 Dic 2022 10:51:53

---

**ATILIO RUBEN LOPEZ CARRANZA**  
**PRESIDENTE**

Firmado electrónicamente por:  
ESPARROWA el 18 Dic 2022 19:18:32

---

**EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO**  
**SECRETARIO**

Firmado electrónicamente por:  
LEALVAREZA el 16 Dic 2022 22:11:17

---

**LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO**  
**VOCAL**

Código documento Trilce: TRI - 0485029



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Autorización de Publicación en Repositorio Institucional**

Yo, API MENDEZ MARIA FERNANDA identificado con N° de Documen N° 70998677 (respectivamente), estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, autorizo ( X ), no autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi Tesis: "Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma - Casma - Ancash - 2022- propuesta de mejora".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

CHIMBOTE, 13 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
API MENDEZ MARIA FERNANDA <b>DNI:</b> 70998677 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4156-1528	Firmado electrónicamente por: MAPIME23 el 13-12-2022 21:09:50

Código documento Trilce: INV - 1156437



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma - Casma - Ancash - 2022- propuesta de mejora

", cuyo autor es API MENDEZ MARIA FERNANDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 12 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO <b>DNI:</b> 32968961 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6491-6569	Firmado electrónicamente por: LEALVAREZA el 12- 12-2022 21:46:48

Código documento Trilce: TRI - 0485028



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, API MENDEZ MARIA FERNANDA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del pavimento flexible de las principales vías de Puerto Casma - Casma - Ancash - 2022- propuesta de mejora

", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
API MENDEZ MARIA FERNANDA <b>DNI:</b> 70998677 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4156-1528	Firmado electrónicamente por: MAPIME23 el 13-12- 2022 21:09:23

Código documento Trilce: INV - 1156438