

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación y determinación de patologías del pavimento
rígido utilizando la metodología PCI en la Av.
Centenario, Independencia, Ancash, 2021**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Maguiña Salazar, Luis Enrique

Código ORCID: 0000-0002-8380-2812

Asesor

Pitman Meléndez Wilfredo

Código ORCID: 0000-0002-2748-2842

Huaraz-Perú

2022

PALABRAS CLAVE:

Tema	Pavimento Rígido
Especialidad	Transportes

KEY WORDS:

Topic	Rigid Pavement
Specialization	Transportation

LINEA DE INVESTIGACION

LÍNEA DE INVESTIGACION		Transporte
O C D E	ÁREA	Ingeniería y Tecnología
	SUB ÁREA	Ingeniería Civil
	DISCIPLINA	Ingeniería de Transporte

LINE OF RESEARCH

LINE OF RESEARCH		Transportation
O C D E	ÁREA	Engineering and Technology
	SUB ÁREA	Civil Engineering
	DISCIPLINA	Transportation Engineering

TÍTULO

EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO
RÍGIDO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PCI EN LA AV. CENTENARIO,
INDEPENDENCIA, ANCASH, 2021

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar y evaluar el nivel de incidencia de las patologías del concreto de pavimento rígido en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021, mediante la metodología PCI.

La metodología de esta investigación fue descriptiva más que experimental, de acuerdo con el propósito del presente trabajo y la tecnología que se siguió, se puede decir que tuvo un nivel horizontal de relevancia e interpretabilidad toda vez que el formato utilizado fue para datos de campo. Se aplicaron métodos de recolección y PCI.

El método persiguió los siguientes objetivos: determinar el estado de integridad y el nivel de servicio de la estructura del pavimento, obtener un índice que pueda comparar la condición y el comportamiento del pavimento con un estándar unificado y obtener un estándar razonable. Justificó su racionalidad. Se utilizó para la programación de proyectos de mantenimiento y reparación de carreteras, y finalmente se obtuvo información de retroalimentación relevante sobre el comportamiento de las soluciones adoptadas en los estándares de diseño, evaluación y mantenimiento de carreteras.

Los resultados obtenidos del PCI de las cuadras 3 y 6 presentaron deterioro y baja resistencia al concreto, la cuadra 7, 8 y 9 presentaron un estado regular a diferencia de las cuadras 4 y 5 que se encontraron un buen estado superficial y una resistencia a la compresión óptima.

En cuanto a la base del pavimento la calicata 1 y 2 superaron los parámetros normativos sobre el CBR, al evaluar el terreno natural de la calicata 1 y 2, también superaron los límites esto se debe a que es un terreno natural mejorado.

ABSTRACT

This research aimed to determine and evaluate the level of incidence of rigid pavement concrete pathologies in Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021.

The methodology of this research was descriptive, non-experimental level, according to the purposes of this work and the technique to be followed can be said to have a correlational and explanatory cross-sectional level since field data collection will be carried out, using formats and applying the PCI methodology.

Said methodology pursued the following objectives: determine the state of a pavement in terms of its structural integrity and its level of service, obtain an indicator that allows comparing the condition and behavior of the pavements with a uniform criterion, obtain a rational criterion to justify the programming of pavement maintenance and rehabilitation works and finally obtain relevant feedback information regarding the behavior of the solutions adopted in the design, evaluation and criteria of pavement maintenance.

The results obtained from the PCI of blocks 3 and 6 showed deterioration and low resistance to concrete compression, block 7, 8 and 9 have a regular state, unlike blocks 4 and 5, which have a good surface condition and an optimal compressive strength.

Regarding the base of the pavement, pit 1 and 2 exceeding the normative parameter on the CBR, when evaluating the natural terrain of pit 1 and 2 they exceed the limits, this is due to the fact that it is an improved natural terrain.

Índice General

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice General	v
Tabla de Contenido de Tablas	vi
Tabla de Contenido de Figuras	vii
I. Introducción	1
II. Metodología	23
III. Resultados	27
IV. Análisis y Discusión	44
V. Conclusiones	45
VI. Recomendaciones	45
VII. Agradecimientos	47
VIII. Referencias Bibliográficas	48
IX. Anexos	50

Índice de Tablas

Tabla 1. Escala de calificación de la serviciabilidad	24
Tabla 2. Rangos del PCI	26
Tabla 3. Rangos del PCI – Estado general.....	32
Tabla 4. Variable dependiente	35
Tabla 5. Variable independiente	36
Tabla 6. Instrumentos de investigación	38
Tabla 7. Resultados del PCI de la tercera cuadra	43
Tabla 8. Resultados del PCI de la cuarta cuadra.....	44
Tabla 9. Resultados del PCI de la quinta cuadra	44
Tabla 10. Resultados del PCI de la sexta cuadra	45
Tabla 11. Resultados del PCI de la séptima cuadra.....	45
Tabla 12. Resultados del PCI de la octava cuadra.....	46
Tabla 13. Resultados del PCI de la novena cuadra.....	46
Tabla 13. Resultados del PCI de la novena cuadra.....	46
Tabla 13. Resultados del PCI de la novena cuadra.....	46

Índice de Figuras

Figura 1. Fractura de losa ocurrida perpendicularmente al eje del pavimento,	16
Figura 2. Fractura losa que ocurre paralela a la carretera, dividiéndola en dos.	17
Figura 3. Fisura que intersecta la junta que delimita a una distancia menor	18
Figura 4. Fractura de la losa conformando una malla, combinando fisuras longitudinales,	18
Figura 5. Conjunto de fisuras erráticas cuyo desarrollo es indicado	19
Figura 6. Sobreelevación del pavimento, localizada en zonas contiguas a una junta.	19
Figura 7. Falla provocada por el tránsito del pavimento a un lado de una junta	20
Figura 8. Depresión del pavimento en un área localizada; acompañado de fisura,	21
Figura 9. Superficie excesivamente lisa por efecto del pulido en agregados compuestos.....	21
Figura 10. Desintegración del pavimento por pérdida de material fino desprendido,	22
provocando superficie de rodamiento rugosa y pequeñas cavidades.	22
Figura 11. Descomposición losa de concreto y su remoción en una cierta área.....	22
Figura 12. Parche en área del pavimento ha sido reemplazado con un material similar.	23
Figura 13. Formato de PCI.	28
Figura 14. Calculo DDP.....	32
Figura 15. Cálculo de “q”	33
Figura 16. Índice de condición del pavimento (PCI).	47
Figura 17. Estándares de evaluaciones PCI.	47
Figura 18. Resultados de humedad en el terreno natural y base del pavimento.	51
Figura 19. Resultados de índice de plasticidad del terreno natural y la base	52
Figura 20. Resultados del Proctor del contenido óptimo de humedad del.....	53
Figura 21. Resultados del Proctor máxima densidad seca del terreno natural y	53
Figura 22. Resistencia al 95% de la base granular y el terreno natural del pavimento.	54

Figura 23. Resistencia al 100% de la base granular y el terreno natural del pavimento.	54
Figura 24. Resistencia a la compresión de diamantinas en Kg/Cm2.....	55
Figura 25. Realizando las medidas de los paños de la vía.	67
Figura 26. Vista de las juntas de dilatación.	67
Figura 27. Vista de fisura en la cuadra 2.	68
Figura 28. Midiendo la junta de dilatación con wincha.	68
Figura 29. Midiendo la junta de dilatación con vernier.	69
Figura 30. Toma de medidas de longitud de cada cuadra.	69
Figura 31. Vista de fisuras en la cuadra-3	70
Figura 32. Vista y medición de vacíos del pavimento.	70
Figura 33. Realizando más medidas.	71
Figura 34. Ficha de almacenamiento de datos.....	71
Figura 35. Perforando hasta llegar a la base del pavimento.	72
Figura 36. Observación del primer testigo de concreto.	72
Figura 37. Tomando medias al testigo de concreto.....	73
Figura 38. Realizando la extracción de la segunda muestra.	73
Figura 39. Retirando la segunda muestra.	74
Figura 40. Llevando las muestras de concreto para ensayar al laboratorio.....	74
Figura 41. Las diamantinas listas para ser ensayados en la máquina de compresión simple..	75
Figura 42. Realizando el ensayo de resistencia a la compresión simple.....	75
Figura 43. Realizando el ensayo de humedad de la base granular y terreno natural.....	76
Figura 44. Realizando el ensayo granulométrico de la base granular y terreno natural.....	76
Figura 45. Realizando el ensayo de proctor de la base granular.	77
Figura 46. Mezclando el afirmado homogéneamente para realizar el ensayo de	77
Figura 47. Realizando el ensayo de proctor de la base granular y terreno natural.....	78

I. INTRODUCCION

1. Antecedentes y Fundamentación científica

Antecedentes

A Nivel Internacional.

Pérez, D. (2021), realizó la investigación titulada “Diagnóstico de pavimentos mediante el método PCI y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentado en la Av. La Victoria (carretera 4 este) entre calle 37 sur y calle 27A sur”. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Católica de Colombia. El objetivo fue efectuar el levantamiento de fallas del pavimento con el fin de examinar el impacto de seguridad y movilidad generado por el mal estado de la Av. La Victoria, mediante el cálculo del índice de Condición del Pavimento de la vía.

Entre los resultados encontrados figura que las patologías que se presentan con mayor frecuencia son grietas de esquina, sello de junta y grieta lineal. Ese tipo de patologías favorecen la filtración de agua, lavando los materiales finos de la capa granular de apoyo, esta condición produce cavidades, incrementando el riesgo de arruinar las losas, produciendo escalonamientos y desprendimientos en la vía.

Así mismo, el autor concluyó que el 10.5 % de la vía requiere mantenimiento periódico, el 57.9 % requiere rehabilitación y el 3.6% necesita reconstrucción, en ese sentido, recomienda una intervención de tipo rehabilitación en la totalidad del tramo, promoviendo así una solución a largo plazo sobre la movilidad de la zona.

Freire, J. (2020), elaboró la investigación titulada “Determinación del Índice de Condición del pavimento en la Av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo”. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Machala, Ecuador. El objetivo principal fue obtener el índice de condición de pavimento de la vía Av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo, utilizando el método PCI, mediante el cual se realiza una valoración visual, que permite diagnosticar y medir las diversas tipologías de deterioro del pavimento, conforme su grado de severidad.

Los resultados obtenidos por el investigador, arrojaron en promedio un PCI igual a 69.83, lo que indica que el pavimento tiene una condición de “bueno”. No obstante, se identificaron las siguientes patologías: 39.92% de parches, 30.96% de pulimentos de agregados, 9.65% de grietas de borde, 5.62% de ahuellamiento, 5.01% de depresión, 4.93% de exudación, 3.52% de piel de cocodrilo, y 0.39% de huecos.

Martínez, L. y Noguera, R. (2020), realizaron la investigación titulada “Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación”, en la Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia. Dicha investigación tuvo como objetivo valorar la serviciabilidad de los pavimentos en la localidad norte-centro histórico de la ciudad de Barranquilla. Para ello, aplicaron el método PCI, a través de la inspección visual, considerando los 18 tipos de patologías propuestas por el método en mención, para luego, comparar los resultados obtenidos con las velocidades de operación dadas en los tramos de las vías analizadas.

En dicha investigación se concluyó que existen 02 tramos “totalmente fallados”, 03 tramos en “muy mal estado”, 05 tramos en “mal estado”, 04 tramos en “estado regular” y 06 tramos en “buen estado”. Así mismo, se evidenció que la transibilidad en las vías no es la esperada, pues la velocidad en Km/h del 15% de los vehículos es menor a la esperada y del 85% de los vehículos es mayor a la esperada, incidiendo en el mal estado de las vías.

Andrade, A. (2018), realizó la investigación titulada “Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro”, en la Universidad Politécnica de Valencia, España. Su objetivo fue predecir el deterioro como fase importante para el mejoramiento de la gestión de los pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia. Para ello, utilizó la metodología PCI, mediante el cual pudo tomar los datos del deterioro o patologías con una inspección visual, en el tiempo, utilizando para ello la herramienta Google Earth, a una muestra de 24 vías urbanas de la ciudad de Valencia.

Se concluyó que, de las 24 muestras, 9 de estas se encuentran por encima del

5% de error que permite el PCI, por lo que la proyección de deterioro realizada en torno al PCI, no sería la más adecuada. No obstante, el autor pudo llegar a la conclusión que la metodología utilizada en la presente investigación garantiza menor error de análisis en comparación con otros métodos que buscan identificar o predecir el deterioro del pavimento de las vías.

A Nivel Nacional.

Granda, C. (2019), realizó la tesis titulada “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018”, en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. El objetivo fue evaluar la condición del pavimento rígido del anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha, para lo cual aplicó la metodología del PCI, la cual utiliza la inspección visual para efectos de identificar patologías en el pavimento, las cuales mediante un proceso matemático arrojan el índice de condición del pavimento, valor que indica la condición del pavimento evaluado.

Los resultados de la investigación arrojaron un índice de condición de pavimento de 32, lo cual indica que el pavimento se encuentra en condición de “malo”; por lo que el autor sugiere realizar un mantenimiento rutinario al anillo vial estudiado, con el objeto de mejorar su condición.

Medina, R. (2018), elaboró la investigación titulada “Evaluación del pavimento flexible por el método PCI y VIZIR, tramo Rejopampa – Chaupelanche, distrito de Chota, Cajamarca, 2018”, en la Universidad Cesar Vallejo. El objetivo fue realizar un diagnóstico detallado de los daños sufridos por el pavimento flexible de las vías Rejopampa y Chaupelanche. Para ello, aplicó los métodos PCI y VIZIR, en una muestra de 49 unidades de losas en la vía Rejopampa y 51 unidades de losas en la vía Chaupelanche, los cuales le permitieron concluir que la vía tenía un deterioro en la superficie de rodadura con niveles de severidad baja, media y alta. Así mismo, se concluyó que las fallas más comunes identificadas en el pavimento flexible fueron: ahuellamiento, grietas por fatiga, bacheos, parcheos, grietas de borde, descarcamientos y exudación, por lo que es necesario se realice un mantenimiento preventivo, rutinario y periódico de ambas vías.

Ramos, C. y Ramos, R. (2018), realizaron la investigación titulada “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: Palca – Laimina – Huancavelica”, en la Universidad Nacional de Huancavelica. Dicha investigación tuvo como objetivo realizar la evaluación superficial del estado del pavimento de la vía Palca – Laimina – Huancavelica, aplicando el método PCI, toda vez que dicho método es altamente aceptado como procedimiento estandarizado para medir la condición de los pavimentos.

Los resultados obtenidos alcanzan un PCI de 34.65, lo cual indica que el estado de conservación de la vía Palca – Laimina – Huancavelica, es “pobre”, por lo que es necesario se realice el mantenimiento respectivo.

Vásquez (2018), realizó la tesis denominada: “Utilizando el Índice de Condición de Pavimento (PCI) y los métodos VIZIR para evaluar el estado de protección de algunas de las calles de Santa Rosa, Bambamarca. Esta investigación se realizó en la Universidad Nacional de Cajamarca y se desarrolló utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI). El método se utiliza para evaluar las condiciones de las calles en el área de Santa Rosa de Bambamarca, sus objetivos específicos fueron:

- Utilizar el método PCI para determinar el estado de la superficie de las calles en el distrito de Santa Rosa.
- Identificar los tipos de fallas que tienen mayor impacto en las calles de la zona de Santa Rosa.

El estudio utilizó PCI para desarrollar listas de verificación manuales e inspecciones visuales basadas en la extensión de la acera, la extensión del daño y la gravedad de la superficie de la carretera, lo que permitirá decisiones serias. Los resultados muestran el sector Santa Rosa está compuesto por 11 Jirones y 1 Pasaje. Se analizaron un total de 39 unidades de muestreo mediante PCI; se observó que cada fragmento en el sector presentaba su propio estado, y todo el departamento de Santa Rosa también mostró su estado de protección normal, con un índice de condición vial de 43,92.

También se observaron que las fallas que tienen mayor impacto en las condiciones del área de Santa Rosa en Bambamarca son: 42,3% reparación mayor, 12,7% pulido de agregados, 11,9% fisuras lineales, 7,0% desconchado de juntas, 6,7% chapa partida, y 6,6% de cizallamiento por punzonado.

A Nivel Local

Huete, J. y Huamán, J. (2021), elaboraron la tesis titulada “Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9–Huaraz, Ancash 2021”. Dicho trabajo de investigación se realizó en la Universidad Cesar Vallejo de la ciudad de Huaraz. Tuvo como objetivo evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en las cuadras 7,8 y 9 del jirón Caraz de la ciudad de Huaraz. La muestra de este estudio estuvo constituida por todos los paños del pavimento rígido de las cuadras 7, 8 y 9 del Jirón Caraz, haciendo un total de 136 paños. Los autores llegaron a la conclusión que en la cuadra 7 del Jr. Caraz, se encuentra en estado “regular” por tener un valor PCI de 53, la cuadra 8 se encuentra es estado “bueno” por tener un valor PCI de 61 y a la cuadra 9 se encuentra en un estado “bueno” por tener un valor PCI de 56. En base a dichos hallazgos se determinó que la clasificación general del Jr. Caraz fue de “bueno” por tener un valor PCI promedio de 56.67.

Solís, T. (2020), elaboró la investigación titulada “Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI Av. Confraternidad Internacional Este, distrito y provincia de Huaraz – Ancash – 2020”. Dicho trabajo se llevó a cabo en la Universidad Cesar Vallejo de la ciudad de Huaraz. Tuvo como objetivo evaluar el pavimento rígido aplicando el método (PCI), en la Av. Confraternidad Internacional Este. La muestra de estudio fue de 1,400 metros de longitud de la Av. Confraternidad Internacional Este, desde la cuadra 01 a la cuadra 14, concluyéndose que, en las 1,404 losas estudiadas, se obtuvieron 8 tipos de fallas, tales como: blow up / buckling, con 2 losas, que representa el 0.06%, grieta de esquina con 67 losas, que representa el 1.99%, teniendo en total de losas con fallas 1,361. Así mismo, la calificación del pavimento hidráulico de las muestra N° 01 “fallado”, con PCI 0.90, muestra N° 02 “muy malo”, con PCI 14.12, muestra N° 09 “malo”, con PCI 23.11, muestra N° 16 “regular”, con PCI 45.20, muestra N° 21 “bueno”, PCI 59.37.

Gamboa, J. y Jara, J. (2019), elaboraron la tesis titulada “Aplicación del método PCI en la superficie del pavimento flexible del cruce Huanchac subida al Pinar, Independencia – Huaraz - 2019”. Dicha investigación se realizó en la Universidad Cesar Vallejo. El objetivo fue aplicar el método PCI con la finalidad de obtener la condición del pavimento flexible de la vía en mención, toda vez que dicho método es considerado como el más integral para graduar el estado superficial del pavimento de diversas vías.

Los resultados obtenidos, indican que la vía en evaluación tiene un pavimento en estado “regular”, pues alcanza un PCI de 64. Así mismo, se identificaron con mayor presencia patologías como piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y grietas transversales, con una severidad “media”. Estos daños son originados frecuentemente por el aumento del tránsito vehicular, la presencia de construcciones urbanas y el transcurso del tiempo; por lo que es necesario que se realicen mantenimientos rutinarios y frecuentes, con el objeto de minimizar los efectos de una vía fatigada.

Espinoza, D. y Liñán, M. (2018), elaboraron la investigación titulada “Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, Huaraz, 2018”. Dicho trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Cesar Vallejo de la ciudad de Huaraz. En el mencionado trabajo de investigación los autores tuvieron por objetivo general evaluar y calificar técnicamente el pavimento rígido en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, para ello utilizaron la metodología cuya investigación fue no experimental, tipo descriptivo y además del alineamiento con la del PCI, la cual se divide fundamentalmente en la recolección de datos y análisis de dicha información. La población para su estudio fue el pavimento del Jirón Augusto B. Leguía, por ser una vía bastante circulada, en el cual realizaron la evaluación, esto los llevo a obtener los resultados de las principales patologías, tales como daño a junta, losa partida, grietas lineales de esquina, parches grandes y otros, con un porcentaje de 74,88%, 8,96%, 6,22%, 4,73%, 2,74% y 2,47% respectivamente, concluyendo que el estado del pavimento rígido tiene una calificación “mala”.

Fundamentación Científica

Según, Morales (2005) y Solano (2014), el pavimento es una estructura simple o compuesta con superficie regular lisa para el movimiento de personas, animales y / o vehículos. Su estructura es una combinación de base, robustez y revestimiento, colocada sobre una base que puede soportar cargas, factores climáticos y desgaste del tráfico.

A decir de Morales (2005), la principal característica del pavimento rígido es la losa, por su rigidez y elasticidad absorbe mayor parte las tensiones impuestas al pavimento, dando resultado la distribución de la carga, lo que resulta en una tensión muy baja en la pendiente. Por otro lado, en carreteras flexibles se transferirán la tensión a las capas más bajas, lo que dará como resultados pendientes más altas.

Según Altamirano (2007) y Sánchez (2017) los tipos de pavimentos rígido son Concreto hidráulico reforzado, Concreto continuo, Concreto Pre forzado.

A decir de Pérez (2021) y Freire (2020) los materiales necesarios para la elaboración de una estructura de pavimento de concreto hidráulico son cemento, agua, materiales pétreos.

Estos materiales se someterán al procesamiento para cumplir con requisitos de calidad especificados en cada caso, debiéndose predecir las características en el almacén para su uso.

El posterior almacenamiento de los áridos debe evitar la contaminación por sustancias nocivas, mantener unas condiciones de humedad uniformes antes de ser utilizados en la mezcla (López y López, 2014).

Dentro de los materiales pétreos, según Sánchez y Machuca (2015), se consideran la grava, de tamaño máximo de 38 mm, con una resistencia mayor al concreto especificado, la arena a usarse debe ser de un tamaño máximo de 9,51 mm (9,51 mm), los aditivos los cuales tienen el propósito de desarrollar características especiales (impermeabilidad, retardante al fraguado, plasticidad, entre otros). Según la influencia, los aditivos se dividen en categorías: acelerador, establecer retardante de

llama, agente reductor de agua, super plastificante, bolsa de aire, impermeable (León, 2015).

Así mismo para la elaboración de una estructura de pavimento de concreto hidráulico también serán necesarios el acero de refuerzo y sellador para juntas conforme al diseño elaborado.

Dentro las estructuras de pavimento de concreto hidráulico se pueden encontrar algunos daños ocasionados por diversas causas. Así, por ejemplo, Altamirano (2007), Ramos y Ramos (2018), Solano (2014), León (2015), y Sánchez y Machuca (2015); definen los siguientes tipos de daños:

Fisura transversal o diagonal, cuyas posibles causas serian la repetición excesiva de cargas pesadas (fatiga), mal soporte del tablero, asentamiento de la base, relación de aspecto excesivo del tablero o defectos en la implementación. Las placas sin juntas transversales o con relaciones de aspecto excesivas provocarán grietas transversales o diagonales, que se distribuyen regularmente o cerca del centro de la placa, respectivamente (Gamboa y Jara, 2019). Los cambios significativos en el espesor de la losa también pueden causar grietas transversales, tal como lo muestra la Figura N° 1:

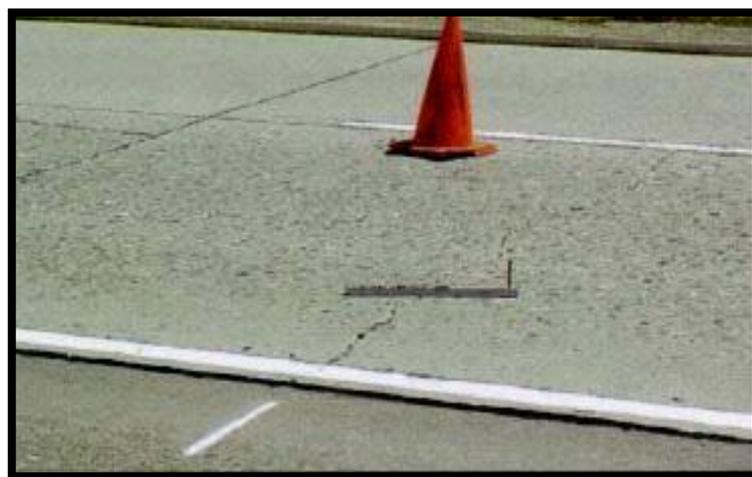


Figura 1. *Fractura de losa ocurrida perpendicularmente al eje del pavimento, dividiéndola en dos.*

Fuente: Altamirano (2007).

Según, López y López (2014), la fisura longitudinal cuyas posibles causas serían por repetición de cargas pesadas, pérdida de apoyo de la cimentación, gradientes de tensión provocados por cambios de temperatura y humedad, o defectos de funcionamiento de estos y/o sus juntas longitudinales. Por lo general, no hay junta y/o placa longitudinal y la relación ancho/largo es demasiado grande, lo que también puede conducir a grietas longitudinales, como lo muestra la siguiente Figura N° 2:



Figura 2. *Fractura losa que ocurre paralela a la carretera, dividiéndola en dos.*
Fuente: Altamirano (2007).

A decir de Altamirano (2007), la fisura de esquina cuyas posibles causas serían por la repetición de cargas pesadas (fatiga del hormigón) y drenaje, que debilitan y erosionan el soporte de la cimentación, así como una mala transferencia de carga a través de las juntas, lo que conduce a la ocurrencia de deflexiones de alto ángulo, como lo muestra la siguiente Figura N° 3:



Figura 3. *Fisura que intersecta la junta que delimita a una distancia Menor de 1.30 m a cada lado medidadesde la esquina.*

Fuente: Altamirano (2007)

A decir de Sánchez y Machuca (2015), las losas subdivididas cuyas posibles causas serían provocadas por la fatiga del hormigón, cargas de tráfico elevadas repetidas y/o apoyo insuficiente de la cimentación, lo que se traduce en una capacidad portante insuficiente de la losa, como lo muestra la siguiente Figura N° 4:



Figura 4. *Fractura de la losa conformando una malla, combinando fisuras longitudinales, transversales y diagonales, dividiéndola en cuatro o más.*

Fuente: Altamirano (2007).

A decir de Sánchez y Machuca (2015) y Altamirano (2007), las fisuras inducidas cuyas posibles causas serían cuando los carriles adyacentes no cumplen con la disposición de juntas, es probable que reflejen grietas en ellos, de modo que tengan

continuidad, esta situación también se da al realizar reparaciones, y no se respeta el diseño de sus bordes o juntas, su tamaño, e incluso la distancia mínima o el diseño de las juntas existentes, como lo muestra la siguiente Figura N° 5:



Figura 5. *Conjunto de fisuras erráticas cuyo desarrollo es indicado por factores a inadecuada distribución de juntas o inserción de estructuras.*

Fuente: Altamirano (2007).

Cabe señalar que según, Altamirano (2007) y Solano (2015), el levantamiento de losas cuyas posibles causas serían provocadas por falta de expansión en la losa hormigón, misma situación ocurre principalmente cerca de las juntas transversales. Restricción en expansión de la losa crea una fuerza de compresión considerable en el plano de la junta, como se muestra en la Figura N° 6:



Figura 6. *Sobreelevación del pavimento, localizada en zonas contiguas a una junta.*

Fuente: Altamirano (2007).

Dislocamiento cuyas posibles causas serian provocadas por el levantamiento de costuras o grietas en el material suelto del piso inferior (en el sentido del flujo de tráfico), el hundimiento trasero y reducción del apoyo de la cimentación (Solano, (2014). Son fenómenos de bombeo, cambios devolumen debajo las losas de hormigón y mala transferencia entre juntas, como se muestra en la Figura N° 7:



Figura 7. *Falla provocada por el tránsito del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina.*

Fuente: Altamirano (2007)

A decir de Sánchez y Machuca (2015), el hundimiento es cuando se produce la consolidación de la cimentación, en terraplenes con condiciones desfavorables o zonas adyacentes a estructuras de drenaje, se produce este tipo de deformación permanente del pavimento, independientemente de que esté fisurado o no, la retención del asentamiento del material de relleno puede ocurrir debido a una falla real o debido al movimiento de la propia estructura. También pueden deberse a defectos en el proceso de construcción de la losa, como se muestra en la Figura N° 8:



Figura 8. *Depresión del pavimento en un área localizada; acompañado de fisura, debido al asentamiento.*

Fuente: Altamirano (2007)

Según Altamirano (2007) y León (2015), el pulimiento de la superficie, es provocado principalmente por el tráfico, que también puede provocar el desgaste superficial de los áridos degradables, especialmente cuando el hormigón es de mala calidad y facilita su exposición, como se muestra en la Figura N° 9:



Figura 9. *Superficie excesivamente lisa por efecto del pulido en agregados compuestos*

Fuente: Altamirano (2007)

A decir de Altamirano (2007) y Sánchez y Machuca (2017), la peladura de la superficie es provocada por los efectos de abrasión al tránsito de hormigones de baja calidad o poco cemento, exceso de agua, áridos mal granulados, por defectos en el proceso de aplicación (Separación de la mezcla, insuficiente densificación, mal curado, entre otros), como se muestra en la Figura N° 10:



Figura 10. Desintegración del pavimento por pérdida de material fino desprendido, provocando superficie de rodamiento rugosa y pequeñas cavidades.
Fuente: Altamirano (2007).

A decir de Altamirano (2007) y Solano (2014), los baches son causados por una combinación de múltiples razones: cimientos y tapetes inestables; espesor de pavimento insuficiente; defectos estructurales; retención líquida en el área agrietada, como se muestra en la Figura N° 11:



Figura 11. Descomposición losa de concreto y su remoción en una cierta área
Fuente: Altamirano (2007).

El parchado reduce la aplicabilidad de la vía, pero pueden constituir un indicador de intensidad requerida para la vía y fortalecer su estructura. En varias vías, los parches provocarán nuevos fallos debido a una implementación deficiente (León, 2015). Aunque las correcciones en los servicios públicos se deben a razones muy diferentes, la definición de gravedad es la misma, como se muestra en la Figura N° 12:



Figura 12. Parche en área del pavimento original ha sido reemplazado con un material similar.

Fuente: Altamirano (2007).

No obstante, a lo expuesto líneas arriba, existen factores que influyen en el óptimo desempeño de los pavimentos, entre ellos podemos citar a los siguientes:

La serviciabilidad de pavimentos, según Armijos (2009) consiste en la capacidad de servicio de la carretera, es la percepción del usuario sobre esto; por lo que las opiniones de los usuarios deben sopesarse para determinar su aplicabilidad.

La medición de la idoneidad del pavimento también se puede considerar la evaluación superficial, pero se debe tener en cuenta que esta no es íntegra.

Según Vásquez (2015), la idoneidad del pavimento se expresa como índice derivado de resultados en prueba AASHO (American Association of State Highway and Transportation Officials), donde se utiliza 0 a 5 para la evaluación, 5 es el valor de un pavimento con una superficie perfecta y 0 con malas condiciones viales. La siguiente tabla muestra aplicabilidad según estándar AASHO:

Tabla 1*Escala de calificación de la serviciabilidad*

Calificación		Descripción
Numérica	Verbal	
5.0-4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categorías. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0-3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0-2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0-1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0-0.0	Muy Mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Fuente: Norma AASHO 1962, citado por Armijos (2009)

La evaluación de pavimentos de acuerdo con la definición de Armijos (2009) es muy importante porque puede comprender el daño de la carretera a tiempo y hacer correcciones de esta manera, para tratar de brindar a los usuarios la mejor aplicabilidad y también puede optimizar el costo de reparación, porque si se trata de un deterioro temprano, su uso se extenderá la esperanza de vida, ahorrando así mayores costos.

A decir de Armijos (2009) y León (2015), los tipos de fallas en los pavimentos se puede dividir en dos categorías, daño superficial y estructural:

Las fallas de superficie son fallas de la superficie rodante y no tienen nada que ver con la estructura de la carretera debido a la falla de la capa de la banda de rodadura. Estas fallas pueden corregirse simplemente ajustando la superficie e impartiendo la impermeabilidad y rugosidad necesarias (León, 2015).

Por su parte, las fallas estructurales incluyen defectos en la superficie rodante, cuya causa fundamental es la falla del pavimento, varias capas constituyentes que resisten el conjunto de tensiones complejas impuestas por el tráfico.

Para corregir este tipo de falla, el pavimento existente necesita ser reforzado para que el paquete estructural pueda satisfacer las necesidades de tráfico actuales y futuras proyectadas (Morales, 2005).

Armijos (2009), sostiene que existen una variedad de métodos de evaluación aplicables a carreteras, entre ellos tenemos:

El sistema VIZIR es un índice representado por degradación de la carretera y representa las condiciones generales que permiten medidas de reparación (Vásquez, 2018).

Este sistema es fácil de entender y aplicar, distingue claramente fallas estructurales y funcionales, ha sido adoptado en países desarrollados, especialmente de regiones tropicales (Ministerio de Transporte y Comunicaciones - MTC, 2018).

El índice FHWA / OH99 / 004 tiene alto grado de claridad y fácil de aplicar, pondera factores, enfatiza importantes áreas donde las estaciones son más obvias.

El índice ASTM D 6433-99 conocido como el índice de status quo o PCI se utiliza para indicar la flexibilidad y la degradación de la superficie que se produce en los pavimentos. Por estas razones el presente trabajo de investigación adoptará este método, dado que es utilizado por algunas unidades técnicas responsables de cuantificar el grado de deterioro vial en todo el mundo (Vásquez, 2018).

El índice de condición del pavimento (PCI – pavement condition index), a decir de Vásquez (2002), es el método más completo para evaluar e identificar pavimentos, en el modelo de gestión vial es fácil implementarlo y no requiere herramientas especiales.

Vásquez (2002), señala que el deterioro del pavimento es una función al daño, severidad y densidad. Debido a la cantidad de condiciones posibles, ha sido problemático desarrollar un índice que cuente estos tres factores. Para superar esta dificultad, se introdujo el "valor derivado" como un prototipo del factor de ponderación para indicar la influencia de cada daño, gravedad y densidad en el estado de la carretera. El PCI es numérico de cero (0) (mal estado) a cien (100) (buen estado), tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2
Rangos del PCI

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

Fuente: Vásquez (2002), PCI

En definitiva, según Robles (2015), los objetivos que persigue el método PCI son:

- Determinar el estado de la superficie de la carretera en función de la integridad estructural y el nivel de servicio.
- Obtener un indicador que pueda comparar el estado y el comportamiento de la superficie de la carretera con un estándar uniforme.
- Obtener estándares razonables que justifiquen la prestación de trabajos de

mantenimiento y reparación de carreteras.

- Obtener retroalimentación sobre el comportamiento de las soluciones adoptadas en los estándares de diseño, evaluación y mantenimiento de pavimentos.

Según Vásquez (2002) el procedimiento de evaluación de la condición del pavimento rígido con el método PCI es el resultado de un inventario visual basado en las condiciones de la carretera, que determina la clase, severidad y cantidad de cada tipo de daño. PCI se desarrolló para obtener indicadores de la integridad estructural del pavimento y las condiciones operativas de la superficie. La información sobre daños obtenida como parte de la lista de verificación puede comprender claramente la causa del daño y su relación con las cargas o el clima.

A decir de Vásquez (2015), para aplicar este método, primero se establece una lista de pavimentos; son separados y se definen estos conceptos:

- Red: la cual es el conjunto de carreteras a gestionar.
- Ramal: parte reconocible en la red (cuadra de la calle).
- Parte: unidad de gestión pequeña con las mismas características (tipo de superficie de la carretera, estructura, historial de construcción, condiciones actuales, etc.).

La primera etapa corresponde al trabajo in situ, en el que se considera el nivel, la gravedad y la extensión del daño para determinar la amplitud del daño. Se registra en el siguiente formato:

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Figura 13. Formato de PCI.

Fuente: Vásquez (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de Concreto en Carreteras.

Para recopilar las muestras se utilizan como unidades de muestreo las carreteras, las cuales se dividen en secciones, cuyo tamaño varía según la carretera y banda de rodadura (Robles, 2015).

Para la determinación de las unidades de muestreo para “evaluación de redes”, puede haber una gran cantidad de unidades de muestreo, y su inspección requiere un tiempo y recursos considerables, por lo que el proceso de muestreo es necesario (Rodríguez, 2009).

Vásquez (2002), señala que, durante la inspección inicial, se asume la desviación estándar del pavimento que es 15 (el rango PCI es 35). Posteriormente, el rango PCI se determinará en la unidad más pequeña a evaluar. Sin embargo, cuando el mínimo de unidades a evaluar es ($n < 5$), todas deben ser evaluadas.

Para efectos de seleccionar las unidades de muestreo para inspección se debe tener en cuenta que las unidades seleccionadas se distribuyan equidistantemente a lo largo de la carretera, y la primera unidad se seleccione aleatoriamente (sistema

aleatorio), de la siguiente manera, conforme lo señala Vázquez (2002):

“El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación.

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

Por lo tanto, si $i = 3$, la unidad de muestreo inicial a verificar puede estar entre 1 y 3. Y para la evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Para continuar, si la selección inicial es 2, el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, entonces las unidades posteriores son 5, 8, 11, 14, etc.”. (Vázquez, 2002, p.5)

Según Martínez y Noguera (2020) y Andrade (2018), en el caso de licitación (reparación), se requiere una cantidad exacta de daño y se debe verificar cada unidad de muestreo.

Según Freire (2020), la elección de unidades de muestreo adicionales dentro de sus principales desventajas del método aleatorio: excluye algunas unidades de muestreo deficientes en evaluación. Para evitar la situación anterior, la inspección debe establecer una unidad anormal (adicional) en lugar de la “representativa”. Cuando se incluyen estas, el cálculo de PCI se modifica para evitar que infieran condiciones anormales a lo largo de esto.

A decir de Granda (2019) y Sánchez (2017), el proceso para la evaluación de la condición varía según el pavimento inspeccionado. Debe seguir estrictamente las precauciones del manual para el PCI confiable.

La evaluación incluye estos aspectos:

El equipo que mide la longitud y área del daño. Se utiliza una regla y una cinta métrica para determinar profundidad de la depresión.

- Se debe tener en cuenta el manual de daños del PCI con los formatos respectivos y cuantía adecuada para el desarrollo de la actividad.
- La actividad se lleva a cabo inspeccionando la unidad de muestreo de acuerdo con el manual para medir la cantidad y gravedad del daño, se registra la información en el formato correspondiente.
- El procedimiento de medición de daños se conoce y se sigue estrictamente. La "Tabla de información de escaneo condicional" se usa para cada celda y cada formato de fila para registrar el daño, la extensión y la gravedad.

Así mismo el equipo de inspección debe implementar medidas de seguridad del personal que ejecutan la actividad en la vía.

Una vez completada la inspección in situ, la información se utiliza para calcular el PCI. Puede ser manual y se calcula en función del número y la gravedad del reporte en función del "valor de deducción" de cada daño.

A decir de Medina (2018), el cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento Pórtland aplicación de la norma ASTM D5340 se realiza de la siguiente manera:

- Para la combinación específica de falla y gravedad, agregue la cantidad de placas en las que ocurrieron.
- Divida número de placas por el total en la unidad de muestra y multiplique por 100 para obtener el porcentaje de densidad.
- Utilice la curva de "valor de deterioro" apropiado para determinar el valor de

deterioro(VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de gravedad.

Finalmente, para el cálculo del PCI se debe tomar en cuenta los siguiente:

Si hay uno o ninguno de los VR mayores a 5, se suma los VR en lugar del CRV máximo para determinar el PCI. Si no, utilice el siguiente procedimiento para determinar VRC máximo.

Determine m, el número máximo de fallas permitidas:

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VR.

Luego, calcule el valor de deducción total (VDT), que es igual a la suma de todas las deducciones.

Luego, calcule el valor de deducción de corrección (VDC) basado en el VDT y el número de VR mayores a (5) (valor "q").

Finalmente, calcule el PCI, use el gráfico "VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA", acceda con VDT, use la "q" correspondiente para interceptar la curva, lea "Valor de deducción corregido" (VDC) "a la izquierda, y el el valor final será 100 Restar.

$$PCI = 100 - VDC$$

Este método clasifica el estado general de la superficie de la carretera en función de una escala que varía entre "0" (que representa una condición de falla) y "100" (que representa una buena condición). A continuación, se muestra:

Tabla 3

Rangos del PCI – Estado general

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

Fuente: Vásquez (2002), PCI

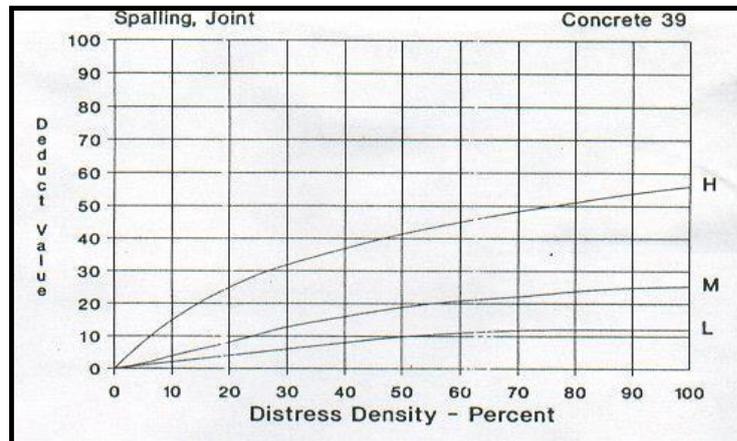


Figura 14. *Calculo DDP*

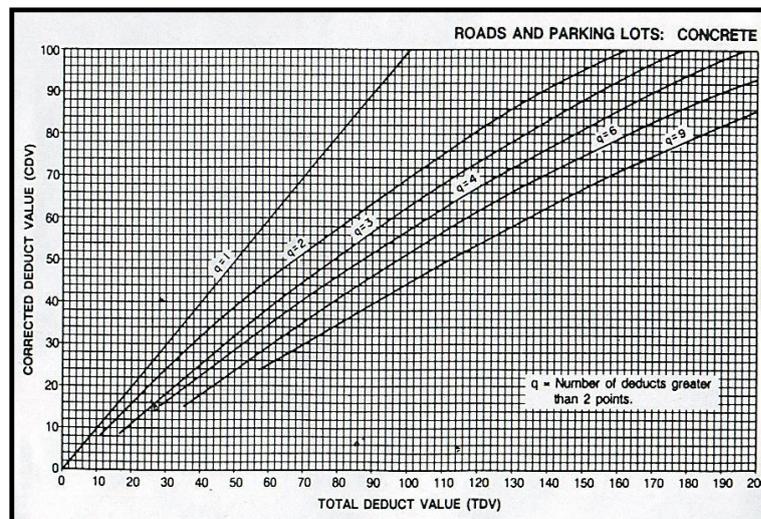


Figura15. Cálculo de “q”

2. Justificación de la Investigación

En la sociedad que vivimos, ya sea por radio, televisión, noticias, publicidad o internet, estamos en constante información; todo obliga mejorar nuestro discernimiento. En definitiva, el conocimiento permite tomar decisiones de manera más flexible, con mayor certeza, precisión y brinda una perspectiva más amplia de su impacto; mayor conocimiento y razonamiento basado en la mejor capacidad de información, por lo que nuestra capacidad integral se vuelve imperativa. En este caso, la información recopilada a través de este trabajo de investigación proporciona a los futuros estudiantes materiales de referencia, para comprender los diferentes procedimientos y estándares que deben considerarse al estudiar la patología de carreteras rígidas.

En ese sentido, el motivo del presente estudio fue conocer el índice de condición de pavimento de la vía de la Av. Centenario, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, que según la patología determinada también indicó el grado de influencia, severidad y densidad del daño, lo cual fue complementado con un estudio estructural de la sección trasversal del pavimento con estudio de mecánica de suelos y diamantinas, con el propósito de arribar a propuestas de solución adecuadas

para mejorar el estado de la vía en mención.

De esta manera, de acuerdo con los estándares y parámetros de la norma ASTM 1983, se utilizó el método PCI para lograr los objetivos propuestos relacionados a comprender el estado estructural y superficial rodante, a través del trabajo de campo, utilizando instrumentos de medición y el formato de fallas del pavimento rígido, para registrar las fallas locales y determinar su severidad, determinando así el recorrido de la vía; todo ello con el propósito de arribar a propuesta de solución adecuadas para serviciabilidad de la vía en mención.

3. Problema

Realidad Problemática

Los pavimentos rígidos con el paso del tiempo pueden sufrir una serie de malformaciones, fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas o deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, debido a condiciones propias de la estructura del pavimento y de la acción de los agentes climáticos.

Esta situación se observó en varias cuadras de la Av. Centenario, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, lo que evidenció que diversos factores pudieron influir negativamente en el deterioro de la vía, empezando por un mal control de calidad durante su proceso constructivo, el uso de maquinaria inapropiada, las características de los materiales empleados, la temperatura durante la construcción de la vía y/o el diseño del paquete estructural.

Estas fallas o deterioros son producidos también por la repetición continua de cargas, debido a condiciones propias de la estructura del pavimento y de la acción de los agentes climáticos, hechos que no han sido controlados oportunamente por la autoridad correspondiente, en el caso de la Av. Centenario, y se han producido deterioros, fallas, malformaciones, entre otros que dañan la serviciabilidad de la vía en perjuicio de los usuarios.

Junto a ello, como lo señala el Instituto Peruano de Economía (IPE, 2021), el principal factor que dificulta reducir la brecha en infraestructura, es que el Perú no cuenta con un proyecto actual lógico para resolver problemas específicos, tampoco un plan de solución integral a largo plazo, así mismo hace falta personal de gestión de calidad, falta de coordinación gubernamental, atomización del proyecto, y finalmente existe incertidumbre en el sistema de control e inversión pública.

Formulación del Problema

¿Cuál es el estado del pavimento rígido de la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021?

4. Conceptuación y Operacionalización de variables

Para la presente investigación, la operacionalización de las variables se dará conforme se muestran en las Tablas N° 4 y N° 5:

Variables

Tabla 4

Variable

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala			
Método índice de Condición de Pavimento (PCI)	El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando tipo, severidad y cantidad de fallas encontradas. Luego se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente	VI (X) Método PCI	Patologías según PCI	Tipos de fallas	100 - 85	Excelente		
				Severidad de Fallas	85 - 70	Muy Bueno		
				Densidad de Fallas	70 - 55	Bueno		
			Calculo del PCI				55 - 40	Regular
						Estado de la vía según Rangos del PCI	40 - 25	Malo
							25 - 10	Muy Malo
				10 - 0	Fallado			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Variable

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	
Intervención del Pavimento Rígido	Consiste en la verificación de la sub rasante, base y espesor del pavimento, mediante el calicatero y ensayo de diamantina proctor modificado y CBR	VD (Y) Verificación sub rasante, base y espesor de pavimento	Clasificación del suelos	Análisis Granulométrico de calicata	A1 a A8	Grupos según AASHTO
			Contenido Humedad	Proctor Modificado	Contenido óptimo humedad	Máxima densidad seca
			Capacidad portante	CBR	Cerca a 0%	Menor capacidad portante
					Cercano a 100%	Mayor capacidad portante

Fuente: Elaboración propia

5. Hipótesis

En el presente trabajo de investigación nuestra hipótesis está dada de manera implícita ya que el trabajo es descriptivo.

6. Objetivo

Objetivo General.

Determinar la evaluación del estado actual del pavimento rígido en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021

Objetivos específicos:

- Identificar los diferentes tipos de fallas que se puedan encontrar en el pavimento rígido y clasificar según la patología mediante el método PCI.
- Realizar las mediciones de las patologías del pavimento para determinar el grado de severidad alcanzada.

- Realizar la verificación de la sub rasante base y el espesor del pavimento, mediante el calicateo y el ensayo de diamantina proctor modificado y el CBR.
- Determinar e interpretar los resultados mediante la validez estadística a efectos de elaborar propuestas de solución adecuadas para mejorar las vías.

II. METODOLOGIA

a. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación:

El tipo de investigación es descriptiva, analítica y no experimental. Es descriptivo pues describe la realidad sin cambiarla. Es analítica porque estudia los detalles de la patología y determina posibles causas. Es no experimental ya que se investiga y analiza el problema sin recurrir al laboratorio.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación es transversal correlacional, toda vez que la recolección de datos se realizó en un solo momento y se mide dos variables.

b. Población y muestra

Población:

La población está dada por todos los pavimentos que se encuentran en el barrio de Centenario.

Muestra:

La muestra seleccionada está compuesta por el pavimento rígido las cuadras 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de la Av. Centenario, de aproximadamente 1 km.

c. Técnicas e Instrumentos de Investigación

En la presente investigación se utilizó el método de inspección (observación) el cual es esencialmente una inspección in situ, por lo que primero el investigador, debe familiarizarse con este lugar a través de la visita anterior y luego ingresar a la

inspección detallada. También se realizó una búsqueda bibliográfica para conocer la historia de la ruta a estudiar.

Las técnicas de evaluación utilizadas en la presente investigación han sido: la revisión documental, la observación, calicata, diamantina y análisis de datos.

Los instrumentos utilizados en la presente investigación han sido los siguientes: ficha bibliográfica, formatos del método PCI, ensayo calicata, ensayo diamantino, ensayo Proctor modificado y ensayo CBR.

El resumen expuesto líneas arriba se muestra en la Tabla N° 6:

Tabla 6

Técnicas e instrumentos de investigación

Variable	Fuente	Técnica de Recolección Datos	Instrumento
Método índice de Condición de Pavimento (PCI)	Primaria y Secundaria	Revisión documental	Formatos Método PCI
		Observación	
		Análisis de datos	
Intervención del Pavimento Rígido	Primaria y Secundaria	Revisión documental	Ensayo Calicata
		Observación	Ensayo Diamantina
		Calicata	Ensayo Proctor Modificado
		Diamantina	
		Análisis de datos	Ensayo CBR

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para evaluar la superficie del pavimento, se consideraron una serie de pasos importantes de acuerdo a las necesidades de identificación del deterioro o daño del pavimento, lo cual fue objeto de la evaluación de las características físicas del pavimento y su superficie rodante.

La evaluación correspondió a la “recolección de datos” como base principal, desarrollada a partir de la inspección visual, anotada en un formato adecuado, se observa para tal fin.

A continuación, se describe los pasos utilizados para evaluar el pavimento.

La inspección visual: se inspeccionaron las vías para obtener información de esta. Esta inspección adoptó el método de caminar, inspeccionando visualmente el estado general de la carretera y seleccionando secciones de acuerdo a la situación. Se tuvo en cuenta que si se observaron diferencias significativas, como cambios en la banda de rodadura o sección transversal, la superficie debe subdividirse en puntos.

El método de evaluación visual incluyó los siguientes pasos:

- a) Observación de fallas: se determinó el estado de la vía caminando lentamente y observando las diferentes manifestaciones y ocurrencias de la falla según el tipo, gravedad y alcance de la falla.
- b) Formato de evaluación: se registró los contenidos observados, las fallas y unidades correspondientes.

Sección 1 del formato de evaluación: esta sección corresponde a la información general de la vía, donde se anotó la parte de la vía a evaluar, longitud del tramo, ancho y número de carril. Además, también se registró la fecha de inspección, nombre del inspector y número de tabla correspondiente.

Sección 2 del formato de evaluación: esta sección corresponde a los deterioros o fallas de la vía evaluada, en estos recuadros se registró la ubicación y características de daños viales, se registró solo en el formato información de la losa dañada. En la columna de falla se registró patología según la clasificación; en N° de losas, se ingresó el número de placas que presentan dicha falla o deterioro y en la columna de severidad se anotó el nivel de incidencia de la condición que presentaba la losa.

Además, se registró todos los demás detalles de cada placa que se encontraron durante la inspección. Esto ayudó a comprender ubicación, escala y característica para el técnico considere el daño y otra información importante, como problemas extensos en la carretera.

- c) Recolección manual de fallas: el registro de datos se realizó de forma manual y se basó

en observaciones, verificando la magnitud de cada falla, gravedad y localización de ella. Toda la recolección de datos de la inspección de campo se anotó en el formato PCI.

Por otro lado, los materiales a empleados para la inspección de campo fueron: formato de anotaciones, tablilla, bolígrafo, wincha de 50 m de longitud, regla y escuadra, también cámara fotográfica.

El objetivo fue recopilar la información en base a la metodología validada del PCI, para luego procesarla, la cual sirvió para ejecutar diagnósticos, análisis y tendencias en el mantenimiento y operatividad, para la rehabilitación y/o construcción de pavimentos de concreto rígido, en el sector vial analizado.

Respecto de la validación y confiabilidad de los instrumentos, es de señalar que nuestra guía de observación y/o formato PCI esta validada por las normas ASTM correspondientes.

Se aseguro que la guía de observación y/o formato PCI fuese clara y precisa, tenga validez pues se aplicó a una situación que se apreciará en el trabajo de campo.

Para el proceso y análisis de los datos se generaron datos agrupados y ordenados, lo cual fue conveniente para el análisis de la información de acuerdo con los objetivos de la presente investigación.

Las muestras de concreto extraídas de la Av. Centenario a través del uso de la perforadora de diamantina, se sometieron a ensayos de laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro.

Por otro lado, se utilizaron los métodos descriptivos para la recopilación de datos, clasificación, presentación, análisis e interpretación mediante tablas estadísticas básicas para verificar el porcentaje de patologías más incidentes, además para visualizar mejor el comportamiento de las variables se elaboraron gráficos que describen las características esenciales de los datos recopilados, como son: gráficos de barras, histograma de frecuencias, etc.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la evaluación del pavimento rígido de la Av. Centenario, Independencia, Ancash, cuyo plano de ubicación lo podemos observar en el anexo N°02; se presentan a continuación:

En torno al primer objetivo específico referido a identificar los diferentes tipos de patologías o fallas que se pueden encontrar en el pavimento rígido y clasificar según la patología mediante el método PCI, en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021; tenemos los siguientes resultados:

- Cuadra 3: Esta ubicada Entre las calles Víctor Vélez y Daniel Villayzan, su longitud es 104.20 metros, tiene 26 paños en doble vía cada paño tiene 3.0 x 4.25 metros, con una junta de dilatación de 5 cm, al final de la cuadra una alcantarilla. Esta cuadra presenta las siguientes patologías: grieta de esquina, loza dividida, sello de juntas, pulimiento de agregados, poputs y desconchamiento.
- Cuadra 4: Esta ubicada Entre las calles Daniel Villaizan y Pomabamba, su longitudes 101.65 metros, tiene 24 paños, calle de dos paños cada paño tiene 3.0 x 3.90 metros y 4.35x3.90 metros haciendo un total de ancho de la vía de 8.55 m, con una junta de dilatación de 5 cm, al final de la cuadra una alcantarilla. Esta cuadra presenta las siguientes patologías: grieta de esquina, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de agregados y popouts.
- Cuadra 5: Esta ubicada Entre las calles Pomabamba y Corongo , su longitud es 104.40 metros, tiene 26 paños, calle de dos paños cada paño tiene 3.0 x 3.90 metros y 4.35x3.90 metros haciendo un total de ancho de la vía de 8.55 m, con una junta de dilatación de 5 cm, al final de la cuadra una alcantarilla. Esta cuadra presenta las siguientes patologías: sello de junta, grietas longitudinales y transversales, parcheo pequeño, pulimiento de agregados y popouts.

- Cuadra 6: Esta ubicada Entre las calles Corongo y Pallasca, su longitud es 105.60 metros, tiene 26 paños, calle de dos paños cada paño tiene 3.0 x 3.90 metros y 4.35x3.90 metros haciendo un total de ancho de la vía de 8.55 m, con una junta de dilatación de 5 cm, al final de la cuadra una alcantarilla. Esta cuadra presenta las siguientes patologías: loza dividida, sello de junta, pulimiento de agregados popouts y desconchamiento.

- Cuadra 7: Esta ubicada Entre las calles Pallasca y Francisco Araoz, su longitud es 195.00 metros, tiene 48 paños, calle de dos paños cada paño tiene 3.0 x 3.90 metros y 4.35x3.90 metros haciendo un total de ancho de la vía de 8.55 m, con una junta de dilatación de 5 cm, al final de la cuadra una alcantarilla. Esta cuadra presenta las siguientes patologías: loza dividida, sello de junta, grietas longitudinales y transversales, parcheo pequeño, pulimiento de agregados, popouts.

- Cuadra 8 y 9: Esta ubicada Entre las calles Francisco Araoz y Av Confraternidad Oeste cuadra 1, su longitud es 290.50 metros, tiene 95 paños, 2 calle de dos paños doble la primera calle tiene cada paño tiene 3.25 x 4.00 metros y 3.30x4.05 metros haciendo un total de ancho de la vía de 6.65 m, la segunda calle tiene cada paño tiene 3.30 x 4.00 metros y 3.30x4.00 metros haciendo un total de ancho de la vía de 6.70m con una junta de 5 cm, al final de la cuadra una alcantarilla. Esta cuadra presenta las siguientes patologías: grieta de esquina, loza dividida, sello de junta, grieta longitudinales y transversales, parcheo grande, pulimiento de agregados, popouts y desconchamiento.

La geometría del pavimento rígido es de 900.85 metros de largo y 8,55 metros de ancho, compuesto por 245 paneles.

La estructura del pavimento es de hormigón de 0,20 metros de espesor y se coloca sobre una capa granular de 0,20 metros de espesor.

Con respecto al medio ambiente y drenaje, vemos una acera ocupada por libre tráfico

vehicular y peatonal. Cada cuadra cuenta con su respectiva alcantarilla para el drenaje del agua.

Finalmente, la Av. Centenario tiene obras adicionales como señales de entrada, salida e iluminación nocturna.

En torno al segundo objetivo específico referido a realizar las mediciones de las patologías del pavimento para determinar el grado de severidad alcanzado en la av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021; tenemos que el cálculo del PCI de las unidades de muestra de la Av. Centenario, recogidas en el anexo N° 04; conforme a los tramos o cuadras se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 7

Resultados del PCI de la tercera cuadra

Cálculo del PCI											
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	50,80	9,77	6,40	4,00	3,63	2,87	1,50	-	78,97	6	40,93
2	50,80	9,77	6,40	4,00	3,63	2,00	1,50	-	78,10	5	43,30
3	50,80	9,77	6,40	4,00	2,00	2,00	1,50	-	76,47	4	44,88
4	50,80	9,77	6,40	2,00	2,00	2,00	1,50	-	74,47	3	47,86
5	50,80	9,77	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	-	70,07	2	52,50
6	50,80	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	-	62,30	1	63,10
										Max. CDV	63,10
PCI= 100 - Max. CDV PCI = 36,90 Malo											

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 7, que corresponde al tramo U3, con 26 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la tercera cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 36.90, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento malo.

Tabla 8*Resultados del PCI de la cuarta cuadra*

Cálculo del PCI									
N°	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	22,70	14,20	12,20	7,20	-	56,30	4	32,90	
2	22,70	14,20	12,20	2,00	-	51,10	3	32,80	
3	22,70	14,20	2,00	2,00	-	40,90	2	33,50	
4	22,70	2,00	2,00	2,00	-	28,70	1	28,70	
								Max. CDV	33,50
PCI= 100 - Max. CDV									
PCI = 66,50 Bueno									

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 8, que corresponde al tramo U4, con 24 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la cuarta cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 66.50, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento bueno.

Tabla 9*Resultados del PCI de la quinta cuadra*

Cálculo del PCI									
N°	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	20,90	7,50	4,00	2,00	-	34,40	4	18,80	
2	20,90	7,50	4,00	2,00	-	34,40	3	21,33	
3	20,90	7,50	2,00	2,00	-	32,40	2	26,42	
4	20,90	2,00	2,00	2,00	-	26,90	1	26,90	
								Max. CDV	26,90
PCI= 100 - Max. CDV									
PCI = 73,10 Muy Bueno									

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 9, que corresponde al tramo U5, con 26 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la quinta cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 73.10, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento muy bueno.

Tabla 10*Resultados del PCI de la sexta cuadra*

Cálculo del PCI										
N°	Valores Deducidos							Total	q	CDV
1	50,80	6,90	6,00	3,52	2,00	1,34	-	70,56	5	39,10
2	50,80	6,90	6,00	3,52	2,00	1,34	-	70,56	4	41,70
3	50,80	6,90	6,00	2,00	2,00	1,34	-	69,04	3	44,40
4	50,80	6,90	2,00	2,00	2,00	1,34	-	65,04	2	49,30
5	50,80	2,00	2,00	2,00	2,00	1,34	-	60,14	1	66,14
									Max. CDV	66,14
PCI= 100 - Max. CDV										
PCI = 33,86 Malo										

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 10, que corresponde al tramo U6, con 26 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la sexta cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 33.86, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento malo.

Tabla 11*Resultados del PCI de la séptima cuadra*

Cálculo del PCI										
N°	Valores Deducidos							Total	q	CDV
1	41,70	23,30	14,30	8,60	2,00	-	89,90	5	48,30	
2	41,70	23,30	14,30	8,60	2,00	-	89,90	4	52,00	
3	41,70	23,30	14,30	2,00	2,00	-	83,30	3	54,10	
4	41,70	23,30	2,00	2,00	2,00	-	71,00	2	53,00	
5	41,70	2,00	2,00	2,00	2,00	-	49,70	1	49,70	
									Max. CDV	54,10
PCI= 100 - Max. CDV										
PCI = 45,90 Regular										

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 11, que corresponde al tramo U7, con 48 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la tercera cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 45.90, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento regular.

Tabla 12*Resultados del PCI de la octava cuadra*

Cálculo del PCI										
N°	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	43,00	21,00	15,00	8,00	5,30	2,00	-	94,30	6	41,30
2	43,00	21,00	15,00	8,00	5,30	2,00	-	94,30	5	51,20
3	43,00	21,00	15,00	8,00	2,00	2,00	-	91,00	4	53,05
4	43,00	21,00	15,00	2,00	2,00	2,00	-	85,00	3	55,70
5	43,00	21,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	72,00	2	53,70
6	43,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	53,00	1	53,00
									Max. CDV	55,70
PCI= 100 - Max. CDV PCI = 43,30 Regular										

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 12, que corresponde al tramo U8, con 95 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la tercera cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 45.30, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento regular.

Tabla 13*Resultados del PCI de la novena cuadra*

Cálculo del PCI										
N°	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	44,00	7,00	6,00	5,52	3,52	2,00	-	68,04	6	34,80
2	44,00	7,00	6,00	5,52	3,52	2,00	-	68,04	5	36,60
3	44,00	7,00	6,00	5,52	2,00	2,00	-	66,52	4	38,98
4	44,00	7,00	6,00	2,00	2,00	2,00	-	63,00	3	56,20
5	44,00	7,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	59,00	2	45,33
6	44,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	54,00	1	54,00
									Max. CDV	56,20
PCI= 100 - Max. CDV PCI = 43,80 Regular										

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 13, que corresponde al tramo U9, con 95 losas de la Av. Centenario; muestra que el PCI de la tercera cuadra de la mencionada avenida, alcanza un índice de 43.80, lo que conforme a los rangos del PCI corresponde a un pavimento regular.

A continuación, presentamos el gráfico que resume los índices PCI de las unidades muestrales:

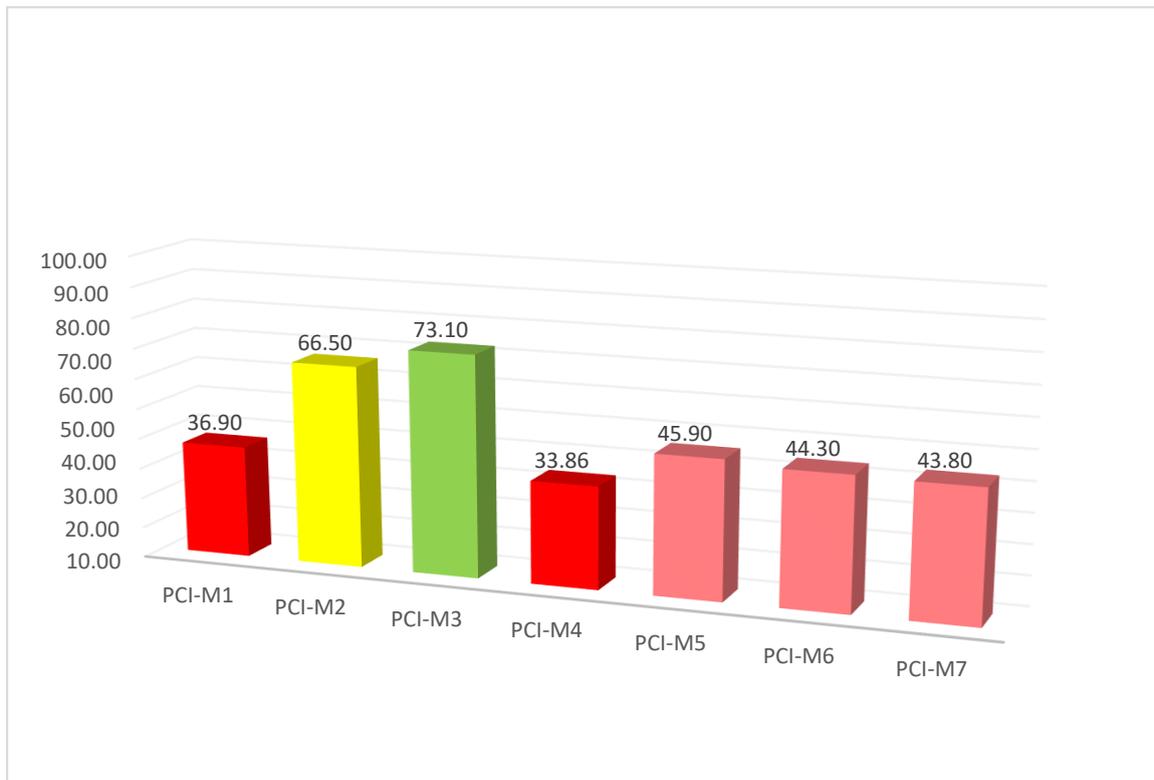


Figura 16. Índice de condición del pavimento (PCI).

Rango PCI %	Estado	Color
0-10	Falla	Grigio
11-25	Muy Malo	Marrón
26-40	Malo	Rojo
41-55	Regular	Rosa
56-70	Bueno	Amarillo
71-85	Muy Bueno	Verde
86-100	Excelente	Verde Oscuro

Figura 17. Estándares de evaluaciones PCI.

En torno al tercer objetivo específico referido a realizar la verificación de la subrasante, base y espesor del pavimento mediante el calicateo y ensayo de diamantina, Proctor modificado y el CBR, de la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021;

tenemos los siguientes resultados que mostramos a continuación, los mismos que se presentan en detalle en el anexo N° 5:

Calicata -1 - Muestra – 1 – Base Granular

- Según Clasificación de suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
 - A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos, el suelo se clasifica:
 - Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. GM.

Calicata - 1 - Muestra – 2 – Terreno Natural

- Según Clasificación de Suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
 - A-1-b Grava y arena arcillosa o limosa.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos, el suelo se clasifica:
 - Arena limosa SM.

Contenido de Humedad

Calicatas: 1- Base Granular

El resultado realizado es:

- Contenido de humedad 5.66 %

Calicata: 1- Terreno Natural

El resultado realizado es:

- Contenido de humedad 6.50 %

Límites de Consistencia

Estas restricciones se basan en el suelo de grano fino, dependiendo de su humedad, solo puede haber cuatro estados de consistencia. Por lo tanto, el suelo está en estado sólido cuando está seco. A medida que se agrega agua poco a poco, se convierte en semisólido, plástico y líquido. Este se llevó a cabo en la Avenida Centenario, Independencia-Ancash. 2021.

Calicatas: 1- Base Granular

El resultado realizado es:

- Limite liquido % 20.41
- Limite plástico % 13.25
- Índice de plasticidad % 7.16

Calicatas: 1- Terreno Natural

El resultado realizado es:

- Limite liquido % 26.90
- Limite plástico % 20.35
- Índice de plasticidad % 6.55

Proctor Modificado

La prueba consiste en compactar porción de suelo en un cilindro, para obtener una curva que relacione la humedad y la densidad seca máxima.

Calicata-1 - M-1 Base Granular

Contenido Optimo Humedad	7.90 %	Máxima Densidad Seca	2.130 g/cm³
--------------------------	---------------	----------------------	-------------------------------

Calicata-1 – M-2 Terrero Natural

Contenido Optimo Humedad	9.2 %	Máxima Densidad Seca	2.045 g/cm³
--------------------------	--------------	----------------------	-------------------------------

Resultados CBR

El propósito de esta prueba es determinar capacidad portante (CBR) del suelo compactado y agregado en el laboratorio, con humedad óptima y diferentes niveles de compactación.

Calicata-1- Base Granular

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%) 86.20

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%) 67.10

Calicata-1-Terreno Natural

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%) 60.40

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%) 42.90

Análisis Granulométrico de la Calicata-2

Calicata -2 - Muestra – 1 – Base Granular

- Según Clasificación de Suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
 - A-2-4 Fragmentos de roca, grava y arena.
- Según el Sistema de Clasificación de Suelos Unificado, el suelo se clasifica:
 - Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla. GC.

Calicata - 2 - Muestra – 2 – Terreno Natural

- Según Clasificación de Suelos (AASHTO), el suelo se clasifica:
 - A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa.
- Según el Sistema de clasificación de Suelos Unificado, el suelo se clasifica en:
 - Arena limosa SM.

Contenido de Humedad

Calicatas: 2- Base Granular

El resultado realizado es:

- Contenido de humedad % 4.70

Calicatas: 2- Terreno Natural

El resultado realizado es:

- Contenido de humedad % 5.80

A continuación, presentamos el gráfico que resume los valores que indican el contenido de humedad de las calicatas 1 y 2:

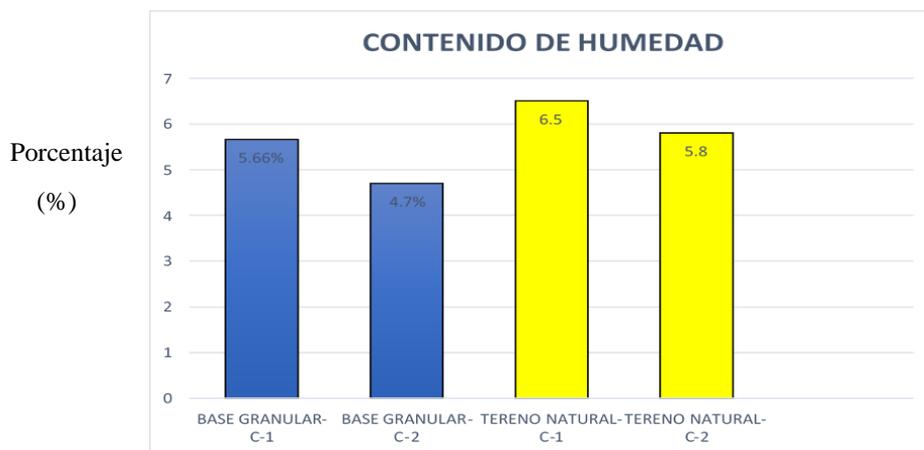


Figura 18. Resultados de humedad en el terreno natural y base del Pavimento.

Límites de Consistencia de la Calicata-2

Calicatas: 2- Base Granular

El resultado realizado es:

- Limite liquido % 21.70
- Limite plástico % 14.20
- Índice de plasticidad % 7.50

Calicatas: 2- Terreno Natural

El resultado realizado es:

- Limite liquido % 25.42
- Limite plástico % 19.70
- Índice de plasticidad % 5.72

A continuación, presentamos el grafico que resume los valores de los límites de plasticidad de las calicatas 1 y 2:

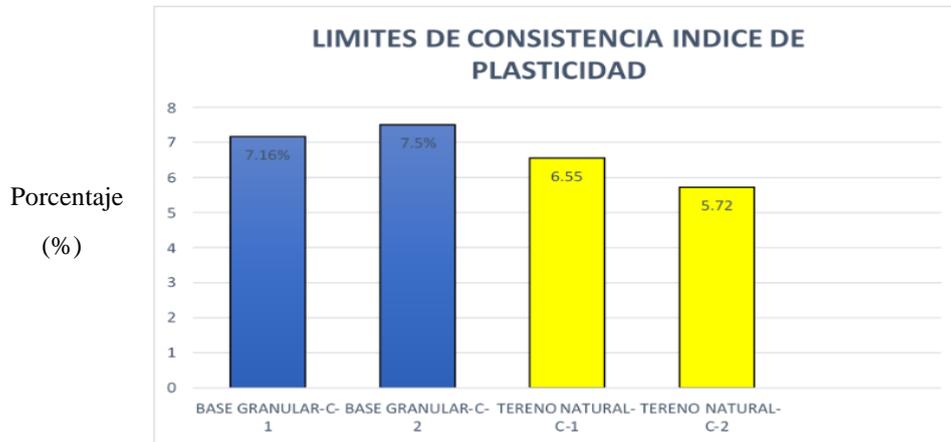


Figura 19. Resultados de índice de plasticidad del terreno natural y la base del pavimento.

Proctor Modificado de la Calicata – 2

Calicata-2 – M-1 Base Granular

Contenido Optimo Humedad	8.10 %	Máxima Densidad Seca	2.145 g/cm³
--------------------------	---------------	----------------------	-------------------------------

Calicata-2 – M-2 Terreno Natural

Contenido Optimo Humedad	9.68 %	Máxima Densidad Seca,	2.029 g/cm³
--------------------------	---------------	-----------------------	-------------------------------

A continuación, presentamos el grafico que resume los valores de Proctor modificado de las calicatas 1 y 2:

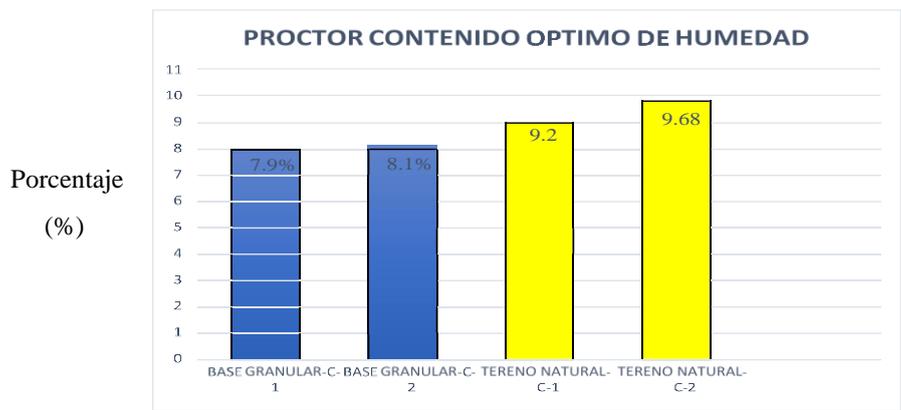


Figura 20. Resultados del Proctor del contenido óptimo de humedad del terreno natural y la base del pavimento.

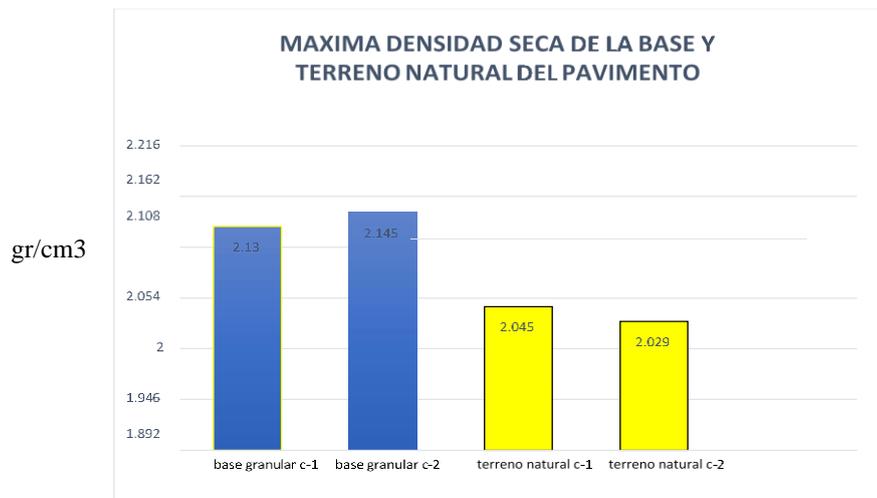


Figura 21. Resultados del Proctor máxima densidad seca del terreno natural y la base del pavimento

CBR de la Calicata - 2

Calicata-2- Base Granular

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%) 81.50

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%) 56.70

Calicata-2-Tereno Natural

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%) 68.50

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%) 44.30

A continuación, presentamos el gráfico que resume los valores de CBR (%):

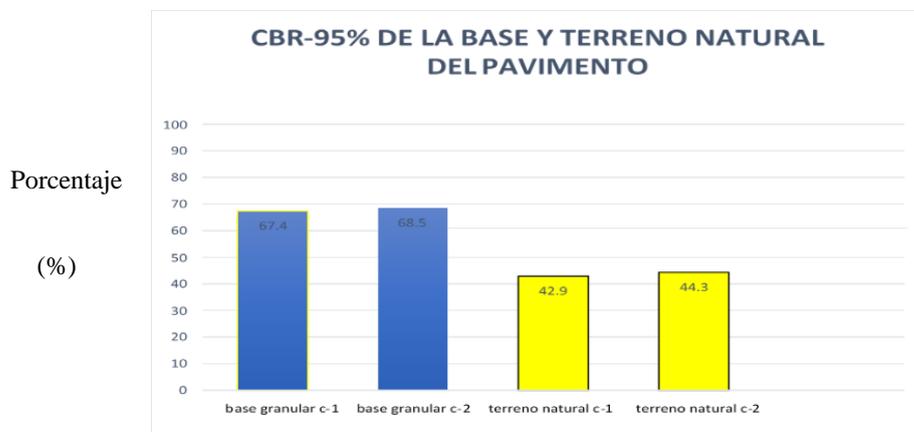


Figura 22. Resistencia al 95% de la base granular y el terreno natural del pavimento.

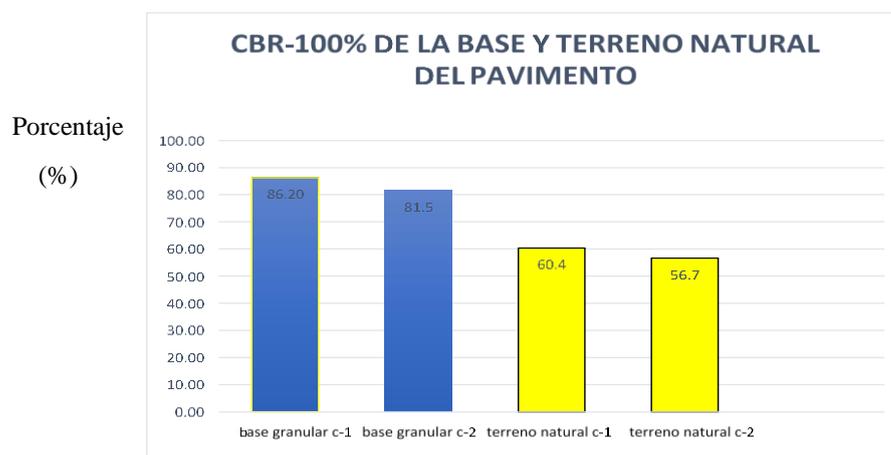


Figura 23. Resistencia al 100% de la base granular y el terreno natural del pavimento.

Resistencia a la compresión de diamantinas en Kg/Cm²

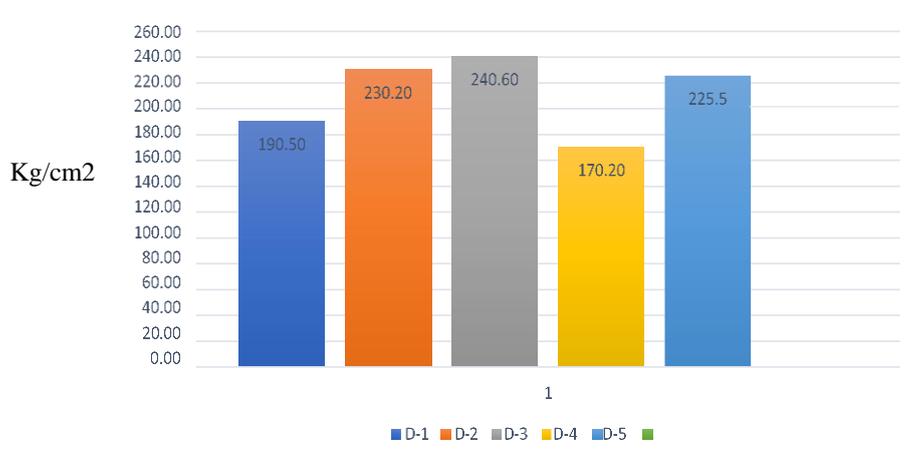


Figura 24. Resistencia a la compresión de diamantinas en Kg/Cm².

En torno al cuarto objetivo específico referido a determinar e interpretar los resultados mediante la validez estadística a efectos de elaborar propuestas de solución adecuadas para mejorar las vías de la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021; podemos citar a lo siguiente:

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo a efectos de minimizar los costos de reparación ya que este es definido como un conjunto de actividades destinadas a preservar la condición de la vial y de sus componentes, tales como la calzada, bermas, elementos de drenaje, estructuras, dispositivos de seguridad y control de tránsito, etc., con el fin de que siga sirviendo de manera efectiva el servicio para el cual fue construida y dispuesta. La ejecución de dicho plan debe estar a cargo de la Municipalidad Distrital de Independencia.
- Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo de manera focalizada y de emergencia a las áreas con mayores patologías identificadas mediante el PCI en la presente investigación.
- Controlar de manera estricta la circulación de vehículos de carga pesada; toda vez que las fisuras lineales y astillados con severidad y bajos niveles de cuantificación son los tipos de daño más comunes identificados en la vía.

IV. Análisis y Discusión

Al evaluar el pavimento rígido existente en la avenida Centenario independencia Ancash indica que el 36.90 y 33.86 % tienen fisuras longitudinales que afectan las losas de la tercera y sexta cuadra. A continuación, le sigue en estado regular las cuadras 7,8 y 9 y finalmente las cuadras que se encuentran en estado bueno son las cuadras 4y 5.

Los principales factores es el calor de hidratación, cuando no se escapa, aparecerán grietas allí y provocarán la resistencia a la compresión de la losa de hormigón.

La incidencia de grietas longitudinales se debe a múltiples motivos, como cargas excesivas, soporte deficiente pavimental y asentamiento en cimientos.

Al realizar los ensayos a la base y al terreno natural de pavimento rígido, encontramos que tiene una base buena por lo que se encuentra sobre el 80 % de CBR clasificándose como un material apto para pavimentos, al realizar los estudios al terreno natural se encuentra como material excelente por tener un CBR de más de 50%, se sabe de acuerdo a norma si el CBR es menor de 6% necesitaría un mejoramiento, pero en nuestro caso tiene 50% clasificando como un terreno natural excelente.

Según información en obra y resultado determinado del PCI, nos muestra el estado de la calzada, e incluso nos permite proponer que podemos trabajar según la patología y gravedad, que puede ser el mantenimiento, reparación, reconstrucción o terminación de la losa del piso.

V. Conclusiones

- Los tipos de patologías o fallas que tienen las vías de pavimento rígido en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, son las fisuras lineales y astillados con severidad, siendo los bajos niveles de cuantificación los tipos de daño más comunes, con mayor incidencia en los bloques 3 y 6 de la Av. Centenario, así como las fisuras lineales con severidad y niveles medios de cuantificación.
- El índice de condición del pavimento en la rígida superficie vial de la avenida Centenario Independencia Ancash, es como sigue: Un PCI = 45,90% se obtuvo en la muestra 5, PCI = 44,30% se obtuvo en la muestra 6 y PCI = 43,80% se obtuvo en la muestra 7, que corresponde al rango de clasificación establecido por la norma ASTM D-6433 07 A PCI tiene un Estado "regular", las unidades de muestreo más desfavorables ("malas") son 1 y 4, los valores de PCI son iguales a 36,90% y 33,86%, respectivamente, y las unidades con mejores condiciones ("buenas") 66,50% y 73,10% son muestras 2 y 3, respectivamente.
- El estudio estructural de la sección transversal del pavimento con estudio de mecánica de suelos y diamantinas en la avenida Centenario, Independencia, Ancash; mostró lo siguiente: en la prueba de resistencia a la compresión de muestras de concreto de diamante, se obtuvieron los siguientes resultados de compresión simple. En la segunda muestra se obtuvo una resistencia de 230,20 kg / cm², 240,60 kg / cm² para la tercera muestra, la quinta muestra es de 225,50 kg / cm², por lo tanto, las tres muestras cumplen con la resistencia requerida, es decir, de 210 kg / m² a 280 kg / m², que se utiliza para el diseño de pavimentos. Los resultados de compresión de las dos muestras no cumplieron con los requisitos. El resultado de la primera muestra fue 190,50 kg / cm², y el resultado de la cuarta muestra fue 170,20 kg / cm², que no cumplió con la resistencia requerida, es decir, 210 kg / m² a 280 kg / m².
La capacidad de soporte de la capa base de pavimento de Pit-1 y Pit 2 alcanza el 86,20% y el 81,50% al 100%, lo que excede el límite establecido. Según la norma debe estar entre el 80% y el 100%. Por lo tanto, la partícula La capa base del pavimento no tiene El problema es que el 100% de la capacidad portante del terreno natural del pavimento 1 y 2 fosos alcanza el 67,10% y el 56,70%,

respectivamente, es un material de pavimento de alta calidad. Según los estándares técnicos debe ser superior al 6%, al utilizar el CBR obtenido para analizar el terreno natural, se advirtió de que se trata de un terreno natural mejorado.

- Las propuestas de solución más adecuadas para mejorar la vía de la avenida Centenario, Independencia, Ancash, son: implementar un plan de mantenimiento preventivo a efectos de minimizar los costos de reparación de las secciones de la vía que aún se mantienen en condiciones buenas y/o regulares; ejecutar el plan de mantenimiento preventivo de manera focalizada y de emergencia a las áreas con mayores patologías identificadas mediante el PCI; y controlar de manera estricta la circulación de vehículos de carga pesada; toda vez que las fisuras lineales y astillados con severidad y bajos niveles de cuantificación son los tipos de daño más comunes identificados en la vía.

VI. Recomendaciones

- Se recomienda que los futuros proyectos viales se guíen estrictamente del expediente técnico respectivo, debiendo implementar un plan de control o seguimiento que responda a los estándares de calidad previstos en el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Se recomienda a futuros investigadores evaluar el PCI del pavimento de las vías urbanas en función a su serviciabilidad, como medio para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de pavimentos rígidos.

VII. Agradecimientos

A Dios, al Gran Arquitecto del Universo, por guiar y proteger mis pasos.

A mi padre Víctor y mi madre Basilia, quienes desde el oriente eterno me dieron el impulso para continuar.

A mi esposa Twiggy Mercedes por fomentar y hacer realidad mi crecimiento personal y profesional.

A mis hermanos por apoyarme en el logro de mis metas.

VIII. Referencias Bibliográficas

- Altamirano, F. (2007). Deterioro de pavimentos rígidos, metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Recuperado de: <https://www.udocz.com/apuntes/11435/deterioro-de-pavimento-rigido>.
- Andrade, A. (2018). Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro (tesis de post grado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115994/01_Memoria.pdf?sequence=1
- Armijos, C. (2009). Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.
- Espinoza, D. y Liñán, M. (2018). Evaluación del pavimento rígido aplicando el Método PCI en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, Huaraz, 2018 (tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Ancash, Perú. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstreamEspinoza_LDJ-Li%c3%b1%c3%a1n_VMT.pdf?sequ
- Freire, J. (2020). Determinación del Índice de Condición del pavimento en la Av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo (tesis de pre grado). Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15429/1/ECFIC-2020-IC-DE-00012.pdf>
- Gamboa, J. y Jara, J. (2019). Aplicación del método PCI en la superficie del pavimento flexible del cruce Huanchac subida al Pinar, Independencia – Huaraz – 2019 (tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Huaraz, Ancash. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/0.192/43107/Gamboa_AJE-Jara_VJP.pdf
- Granda, C. (2019). Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018 (tesis de pre grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Lima, Perú. Recuperado de: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/622/1/T0_7071624_T.pdf
- Huete, J. y Huamán, J. (2021). Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuerdas 7-8-9–Huaraz, Ancash 2021 (tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Ancash, Perú. Recuperado de: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3052819>

- Inchicahui, M. (2016). Evaluación estructural del pavimento rígido aplicando el Método PCI de la Av. Centenario y el Jr. Sebastián de Aliste del Distrito de Independencia de la ciudad de Huaraz – Ancash. Universidad San Pedro. Ancash, Perú. Recuperado de: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/1008/Tesis_39414.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, G. (2015). Determinar y evaluar la patología de concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido Jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría en el distrito Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho (tesis de pre grado). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Perú.
- López, C. y López, R. (2014). Determinación y evaluación de la patología del pavimento rígido en el distrito San Juan Bautista, provincia de Huamanga-Ayacucho (tesis pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
- Medina, R. (2018). Evaluación del pavimento flexible por el método PCI y VIZIR, tramo Rejopampa – Chaupelanche, distrito de Chota, Cajamarca, 2018 (tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Lambayeque, Perú. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37099/Medina_CRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC. (2018). Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018. Recuperado de: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Martínez, L. y Noguera, R. (2020). Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación (tesis de pre grado). Universidad de la Costa. Barranquilla, Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/6265/MODELOS%20DE%20SERVICIABILIDAD%20DE%20PAVIMENTOS%20A%20PARTIR%20DEL%20INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, J. (2005). Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo (tesis de pre grado). Universidad de Piura. Perú. Recuperado de: <https://docplayer.es/9992598-Tecnicas-de-rehabilitacion-de-pavimentos-de-concreto-utilizando-sobrecapas-de-refuerzo.html>

- Pérez, D. (2021). Diagnóstico de pavimentos mediante el método PCI y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentado sen la Av. La Victoria (carretera 4) entre calle 37 sur y calle 27A sur (tesis de pre grado). Universidad Católica de Colombia. Recuperado de: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27110/1/507583_P%C3%A9rez%20AcostaC3%93STICO%20DE%20PAVIMENTOS%2%20EL%20M%C3%89TODO%20PCI
- Provoste, J. (2014). Análisis estadístico de fallas en pavimentos rígidos aplicados en 3 calles de la ciudad de Valdivia (tesis de pre grado). Universidad Austral de Chile. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcip969a/doc/bmfcip969a.pdf>
- Ramos, C. y Ramos, R. (2018). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: Palca – Laimina – Huancavelica (tesis de pre grado). Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2822>
- Robles, R. (2015). Cálculo del Índice de Condición Vial (PCI) Barranco-Surco-Lima (tesis pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Rodríguez, E. (2009). Calcular el índice de condición vial flexible de la Av. Luis Montero en el Distrito de Castilla (tesis de grado). Universidad de Piura. Perú.
- Sánchez, J. (2017). Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el Método PCI (tesis de pregrado). Universidad de Piura. Perú.
- Sánchez, L y Machuca, J. (2015). Investigación sobre la falla de pavimento rígido de mantenimiento y reparación de carreteras principales en la ciudad de Tamalameque Cesar (tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula, Santander Ocaña. Colombia.
- Sierra, R. (2016). Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la vía al llano (DG 78 BIS SUR – CALLE 84 SUR) en la UPZ Yomasa (tesis de pre grado). Universidad Católica de Colombia. Colombia.
- Solano, V. (2014). Valoración del estado de la acera rígida Jirón Junín en la ciudad de Jaén- Cajamarca (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Solís, T. (2020). Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI Av. Confraternidad Internacional Este, distrito y provincia de Huaraz – Ancash –

- 2020 (tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo, Ancash, Perú.
Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58897>
- Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Recuperado de: <http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fsjnavarro.files.wordpress.com%2F2008%2F08%2Fmanual-pci1.pdf&clen=7416305&chunk=true>.
- Vásquez, L. (2015). Guía para el diseño de estructuras de pavimento de la AASHTO (1993). Recuperado de: [/https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5501/1/11841.pdf](https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5501/1/11841.pdf)
- Vásquez, A. (2018). Evaluación del estado de conservación de las calles del sector santa rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los Métodos de Índice de Condición del Pavimento (PCI) Y VIZIR (tesis de pre grado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

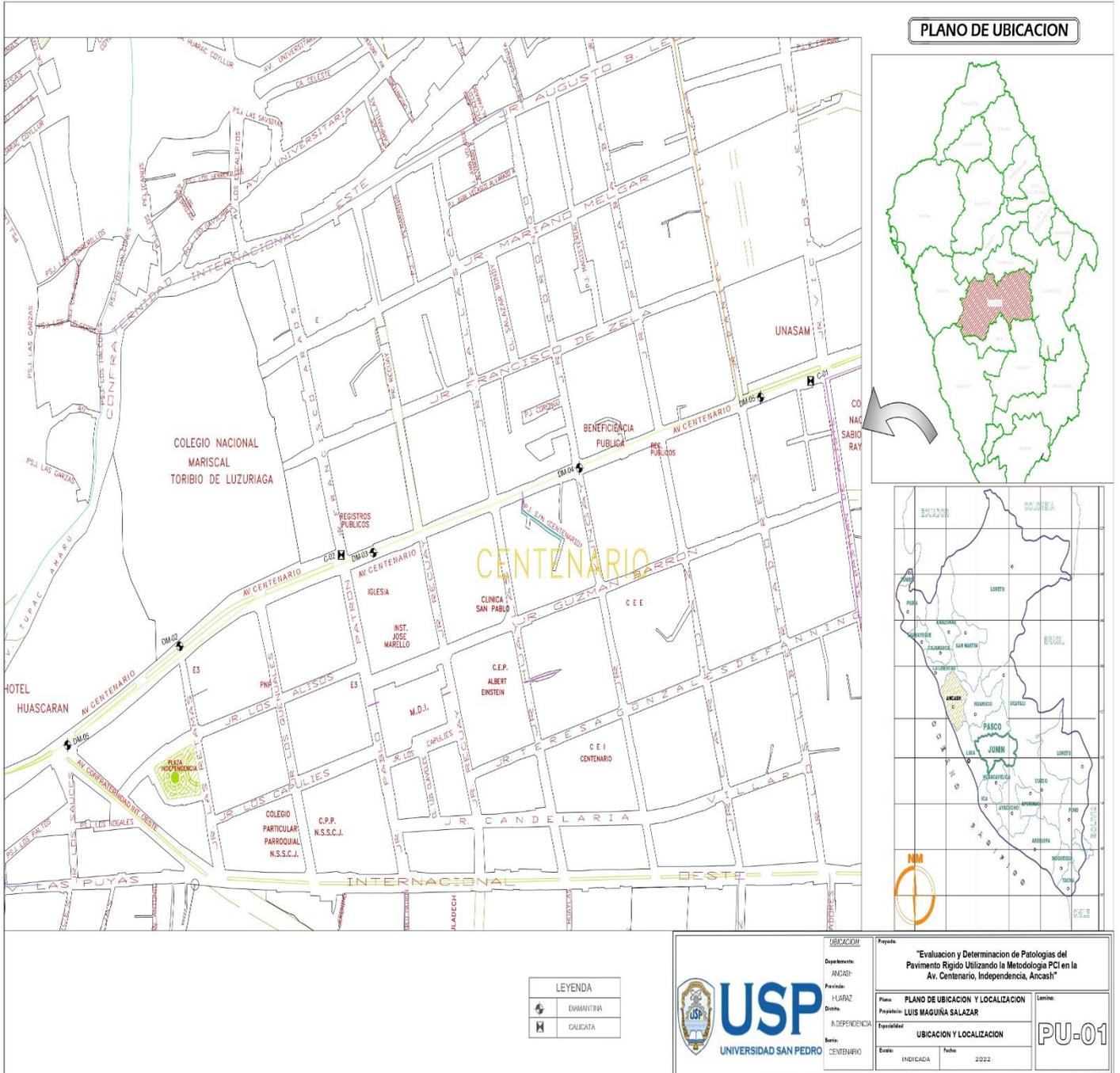
IX. Anexos

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Problema	Hipótesis	Objetivos	VARIABLES
¿Cuál es el estado del pavimento rígido de la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021?	Esta dada de manera implícita ya que el trabajo es descriptivo.	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la evaluación el estado actual de pavimento en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar los diferentes tipos de fallas que se pueden encontrar en el pavimento rígido y clasificar según la patología mediante el método PCI. ✓ Realizar las mediciones de las patologías del pavimento rígido para determinar el grado de severidad alcanzada. ✓ Realizar la verificación de la sub rasante, base y espesor del pavimento, mediante el caliccateo y ensayo de diamantina, Proctor modificado y el CBR. ✓ Determinar e interpretar los resultados mediante la validez estadística a efectos de elaborar 	<p>VARIABLES</p> <p>Método Pavement Condición Index (PCI). Variable de tipo cualitativo ordinal (ya que no puede ser medida sino descrita y obedece a un orden jerárquico).</p> <p>Intervención del pavimento rígido</p>

		propuestas de solución adecuadas para mejorar las vías de la Av. Centenario, Ancash, 2021	
--	--	---	--

Anexo N° 2: Plano de ubicación de muestra estudiada



Anexo N° 3: Fotos del proceso de investigación

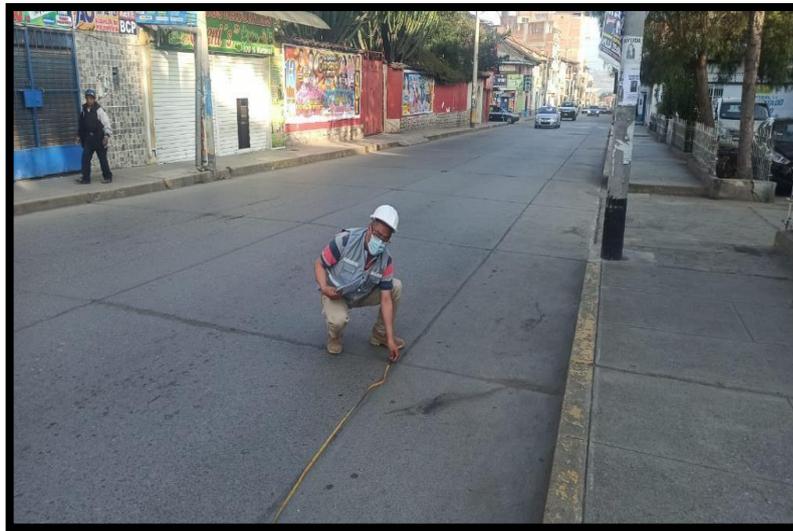


Figura 25. *Realizando las medidas de los paños de la vía.*



Figura 26. *Vista de las juntas de dilatación.*



Figura 27. *Vista de fisura en la cuadra 2.*



Figura 28. *Midiendo la junta de dilatación con wincha.*



Figura 29. *Midiendo la junta de dilatación con vernier.*



Figura 30. *Toma de medidas de longitud de cada cuadra.*



Figura 31. *Vista de fisuras en la cuadra-3*



Figura 32. *Vista y medición de vacíos del pavimento.*



Figura 33. Realizando más medidas.

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

Nombre de la vía <i>San José</i>		Sección <i>Coadia 4</i>	Unidad de muestra <i>14</i>	
Inspeccionado por <i>Emanuel Yago</i>		Fecha <i>09/09/2019</i>	Área <i>3x5m</i>	

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

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	Esquema
13	M	46			<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 23 23 </div>
14	E	01			
7	M	01			
10	M	22			
3	M	16			
15	M	16			
8	M	96			

13 - Eco dividida
14 - Baches Esq
15 - Parche
16 - Esquina

1. Desmenuzada, tipo de greda, irregularidad

Figura 34. Ficha de almacenamiento de datos



Figura 35. *Perforando hasta llegar a la base del pavimento.*



Figura 36. *Observación del primer testigo de concreto.*



Figura 37. *Tomando medidas al testigo de concreto.*



Figura 38. *Realizando la extracción de la segunda muestra.*



Figura 39. Retirando la segunda muestra.

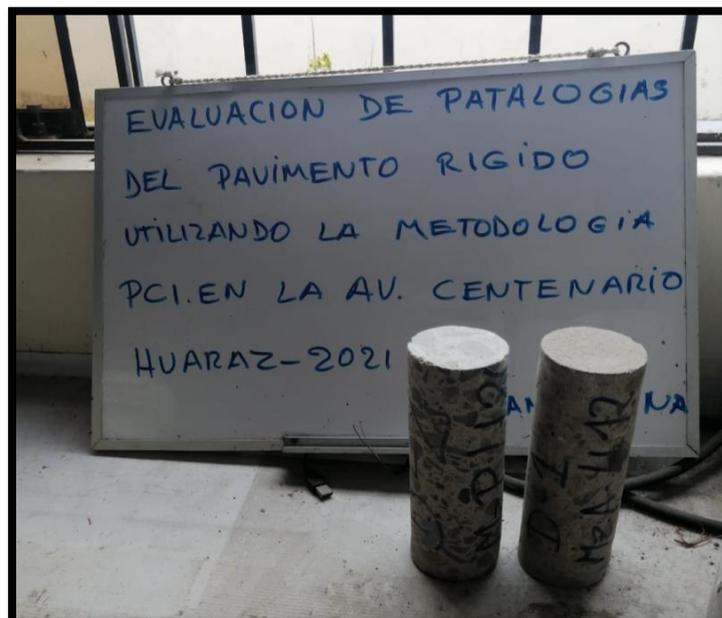


Figura 40. Llevando las muestras de concreto para ensayar al laboratorio.



Figura 41. Las diamantinas listas para ser ensayados en la máquina de compresión simple.



Figura 42. Realizando el ensayo de resistencia a la compresión simple.



Figura 43. Realizando el ensayo de contenido de humedad de la base granular y terreno natural.



Figura 44. Realizando el ensayo de análisis granulométrico de la base granular y terreno natural.



Figura 45. Realizando el ensayo de proctor de la base granular.



Figura 46. Mezclando el afirmado homogéneamente para realizar el ensayo de proctor de la base granular.



Figura 47. Realizando el ensayo de proctor modificado de la base granular y terreno natural.

Anexo N° 04: Fichas de Resultados PCI

		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ										
		Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021										
Nombre de la vía:		Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021					Esquema:					
Evaluado por:		Bach. Maguiña Salazar, Luis Enrique										
Fecha:		2/11/2021		Tramo:		U3						
		Numero de losas:			20							
Tipos de Fallas												
21. Blowup/Bucling.					31. Pulimiento de agregados.							
22. Grieta de esquina.					32. Popouts .							
23. Losa dividida.					33. Bombeo.							
24. Grieta de Ductilidad "D".					34. Punzonamiento.							
25. Escala.					35. Cruce vía férrea.							
26. Sello de junta.					36. Desconchamiento.							
27. Desnivel Carril/Berma.					37. Retracción.							
28. Grieta longitudinales y transversa					38. Descascaramiento de esquina.							
29. Parcheo (grande).					39. Descascaramiento de junta.							
30. Parcheo (pequeño).												
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido								
22	B	1	4.50	0.00								
23	B	22	100.00	50.80								
25	B	1	4.50	1.50								
26	M	11	50.00	4.00								
31	B	9	40.00	6.40								
32	M	4	18.20	2.87								
32	B	5	22.70	3.63								
36	B	14	63.40	9.77								
					TOTAL VD=		78.97		Numero de deducidos (q): 6 Valor deducido mas alto (HDVi): 50.8 Numero admisible de deducidos(mi): 5.52			
CALCULO DEL PCI												
#	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
1	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.87	1.50	-		78.97	6	40.93
2	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.00	1.50	-		78.10	5	43.30
3	50.8	9.77	6.40	4.00	2.00	2.00	1.50	-		76.47	4	44.88
4	50.8	9.77	6.40	2.00	2.00	2.00	1.50	-		74.47	3	47.86
5	50.8	9.77	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-		70.07	2	52.50
6	50.8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-		62.30	1	63.10
											Máx CDV: 63.10	
PCI = 100 - max CDV PCI = 36.90 <u>MALO</u>												

		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ								
		Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021								
Nombre de la vía:		Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021			Esquema:					
Evaluado por:		Bach. Maguiña Salazar, Luis Enrique								
Fecha:		2/11/2021	Tramo:		U4					
		Numero de losas:		20		23B,31B	23B,28B,31B,32B	1		
Tipos de Fallas										
21. Blowup/Bucling.			31. Pulimiento de agregados.							
22. Grieta de esquina.			32. Popouts .							
23. Losa dividida.			33. Bombeo.							
24. Grieta de Ductilidad “D”.			34. Punzonamiento.							
25. Escala.			35. Cruce vía férrea.							
26. Sello de junta.			36. Desconchamiento.							
27. Desnivel Carril/Berma.			37. Retracción.							
28. Grieta longitudinales y transversales.			38. Descascaramiento de esquina.							
29. Parcheo (grande).			39. Descascaramiento de junta.							
30. Parcheo (pequeño).										
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido						
22	B	3.00	17.00	14.20						
28	B	15.00	83.30	22.70						
31	B	9.00	50.00	7.20						
32	B	12.00	66.70	12.20						
					Numero de deducidos (q): 4					
					Valor deducido mas alto (HDVi): 22.7					
					Numero admisible de deducidos(mi): 8					
					TOTAL VD= 56.3					
CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	22.70	14.20	12.20	7.20	-			56.30	4	32.90
2	22.70	14.20	12.20	2.00	-			51.10	3	32.80
3	22.70	14.20	2.00	2.00	-			40.90	2	33.50
4	22.70	2.00	2.00	2.00	-			28.70	1	28.70
Máx CDV:									33.50	
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 66.50 BUENO										

		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ								
		Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021								
Nombre de la vía:		Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021						Esquema:		
Evaluado por:		Bach. Maguiña Salazar, Luis Enrique								
Fecha:		2/11/2021		Tramo:		U5				
				Numero de losas:		20				
Tipos de Fallas										
21. Blowup/Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril/Berma. 28. Grieta longitudinales y transversa 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).					31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts . 33. Bombeo. 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascamiento de esquina. 39. Descascamiento de junta.					
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido						
26	B	15.00	75.00	2.00						
28	B	13.00	65.00	20.90						
30	B	1.00	5.00	0.00						
31	B	11.00	55.00	7.50						
32	B	5.00	25.00	4.00						
Numero de deducidos (q):								4		
Valor deducido mas alto (HDVi):								20.9		
Numero admisible de deducidos(mi):								8.26		
TOTAL VD=				34.40						
CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	20.90	7.50	4.00	2.00	-		34.40	4	18.80	
2	20.90	7.50	4.00	2.00	-		34.40	3	21.33	
3	20.90	7.50	2.00	2.00	-		32.40	2	26.42	
4	20.90	2.00	2.00	2.00	-		26.90	1	26.90	
Máx CDV:								26.90		
PCI = 100 - max CDV PCI = 73.10 <u>MUY BUENO</u>										

		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ								
		Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021								
Nombre de la vía:		Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021			Esquema:					
Evaluado por:		Bach. Maguñá Salazar, Luis Enrique								
Fecha:		2/11/2021	Tramo:		U6					
			Numero de losas:		20					
Tipos de Fallas										
21. Blowup/Bucling.					31. Pulimiento de agregados.					
22. Grieta de esquina.					32. Popouts .					
23. Losa dividida.					33. Bombeo.					
24. Grieta de Ductilidad "D" .					34. Punzonamiento.					
25. Escala.					35. Cruce vía férrea.					
26. Sello de junta.					36. Desconchamiento.					
27. Desnivel Carril/Berma.					37. Retracción.					
28. Grieta longitudinales y transversales.					38. Descascaramiento de esquina.					
29. Parcheo (grande).					39. Descascaramiento de junta.					
30. Parcheo (pequeño).										
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido						
23	B	22	100.00	50.80						
26	B	11	50.00	2.00						
31	B	8	36.36	6.00						
32	M	5	22.72	3.52						
32	B	2	9.00	1.34						
36	B	7	31.80	6.90						
				TOTAL VD=		70.56	Numero de deducidos (q):		5	
							Valor deducido mas alto (HDVi):		50.8	
							Numero admisible de deducidos(mi):		5.52	
CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34		70.56	5	39.10
2	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34		70.56	4	41.70
3	50.80	6.90	6.00	2.00	2.00	1.34		69.04	3	44.40
4	50.80	6.90	2.00	2.00	2.00	1.34		65.04	2	49.30
5	50.80	2.00	2.00	2.00	2.00	1.34		60.14	1	66.14
									Máx CDV:	66.14
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 33.86 <u>MALO</u>										

		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ								
Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021										
Nombre de la vía:	Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021			Esquema:						
Evaluado por:	Bach. Maguiña Salazar, Luis Enrique									
Fecha:	2/11/2021	Tramo:	U7							
		Numero de losas:	20							
Tipos de Fallas										
21. Blowup/Bucling.		31. Pulimiento de agregados.								
22. Grieta de esquina.		32. Popouts .								
23. Losa dividida.		33. Bombeo.								
24. Grieta de Ductilidad "D".		34. Punzonamiento.								
25. Escala.		35. Cruce vía férrea.								
26. Sello de junta.		36. Desconchamiento.								
27. Desnivel Carril/Berma.		37. Retracción.								
28. Grieta longitudinales y transversa		38. Descascaramiento de esquina.								
29. Parcheo (grande).		39. Descascaramiento de junta.								
30. Parcheo (pequeño).										
Nº Falla	Severidad	Nº de Losa	Densidad (%)	valor Deducido						
23	B	12.00	60.00	41.70						
26	B	15.00	75.00	2.00						
28	B	18.00	90.00	23.30						
30	B	1.00	5.00	-						
31	B	15.00	75.00	8.60						
32	B	18	90.00	14.30						
				Numero de deducidos (q): 5						
				Valor deducido mas alto (HDVi): 41.7						
				Numero admisible de deducidos(mi): 6.35						
TOTAL VD=				89.9						
CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-		89.90	5	48.30
2	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-		89.90	4	52.00
3	41.70	23.30	14.30	2.00	2.00	-		83.30	3	54.10
4	41.70	23.30	2.00	2.00	2.00	-		71.00	2	53.00
5	41.70	2.00	2.00	2.00	2.00	-		49.70	1	49.70
Máx CDV:										54.10
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 45.90 <u>REGULAR</u>										



UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ

Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021

Nombre de la vía:		Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021			Esquema:								
Evaluado por:		Bach. Maguiña Salazar, Luis Enrique											
Fecha:		2/11/2021	Tramo:		U8								
			Numero de losas:		20								
Tipos de Fallas													
21. Blowup/Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril/Berma. 28. Grieta longitudinales y transversa 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).				31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts . 33. Bombeo. 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascaramiento de esquina. 39. Descascaramiento de junta.									
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)		valor Deducido								
22	B	4.00	18.18		15.00				23B,31B	23B,28B,31B,32B	1		
23	B	14.00	63.63		43.00				28B,32B	22B,31B	2		
26	B	10.00	45.45		2.00				23B,31B	23B,31B	3		
28	B	15.00	68.20		21.00				23B,31B	23B,26B,31B	4		
29	M	2.00	9.10		5.30				23B,31B	22B,23B	5		
31	B	14.00	63.63		8.00				23B,28B	23B,28B	6		
									23B,26B,28B,31B	26B,28B,31B	7		
									23B,26B,28B	26B,28B	8		
									23B,28B,31B	26B,28B,31B	9		
									22B,28B,31B	23B,28B,31B	10		
									23B,25B,26B,31B	22B,26B31B	11		
TOTAL VD=						94.30							
Numero de deducidos (q):											6		
Valor deducido mas alto (HDVi):											43		
Numero admisible de deducidos(mi):											6.23		
CALCULO DEL PCI													
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV			
1	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	6	41.30			
2	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	5	51.20			
3	43.00	21.00	15.00	8.00	2.00	2.00	-	91.00	4	53.05			
4	43.00	21.00	15.00	2.00	2.00	2.00	-	85.00	3	55.70			
5	43.00	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	72.00	2	53.70			
6	43.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	53.00	1	53.00			
Máx CDV:											55.70		
PCI = 100 - max CDV PCI = 44.30 <u>REGULAR</u>													

		UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO FILIAL HUARAZ							
		Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021							
Nombre de la vía:		Avenida Centenario, independencia -Ancash. 2021			Esquema:				
Evaluado por:		Bach. Magaña Salazar, Luis Enrique							
Fecha:		2/11/2021	Tramo:		U9				
		Numero de losas:		20					
Tipos de Fallas									
21. Blowup/Bucling.		31. Pulimiento de agregados.							
22. Grieta de esquina.		32. Popouts .							
23. Losa dividida.		33. Bombeo.							
24. Grieta de Ductilidad "D ".		34. Punzonamiento.							
25. Escala.		35. Cruce vía férrea.							
26. Sello de junta.		36. Desconchamiento.							
27. Desnivel Carril/Berma.		37. Retracción.							
28. Grieta longitudinales y transversales.		38. Descascaramiento de esquina.							
29. Parcheo (grande).		39. Descascaramiento de junta.							
30. Parcheo (pequeño).									
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido					
23	B	15.00	68.20	44.00					
26	B	11.00	50.00	2.00					
28	B	20.00	90.90	6.00					
31	B	20.00	90.90	7.00					
32	B	15.00	68.20	3.52					
36	B	22.00	100.00	5.52					
				Numero de deducidos (q):		6			
				Valor deducido mas alto (HDVi):		44			
				Numero admisible de deducidos(mi):		6.1			
CALCULO DEL PCI									
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV
1	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00	68.04	6	34.80
2	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00	68.04	5	36.60
3	44.00	7.00	6.00	5.52	2.00	2.00	66.52	4	38.98
4	44.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00	63.00	3	56.20
5	44.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.00	2	45.33
6	44.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	54.00	1	54.00
Máx CDV: 56.20									
PCI = 100 - max CDV									
PCI = 43.80 <u>REGULAR</u>									

Anexo N° 05: Fichas de Resultados de estudios de laboratorio



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Magaña Salazar, Luis Enrique
TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
MUESTRA : M-1-AFIRMADO
LUGAR : ANCASH - ANCASH
FECHA : 29/07/2022

CALICATA-1

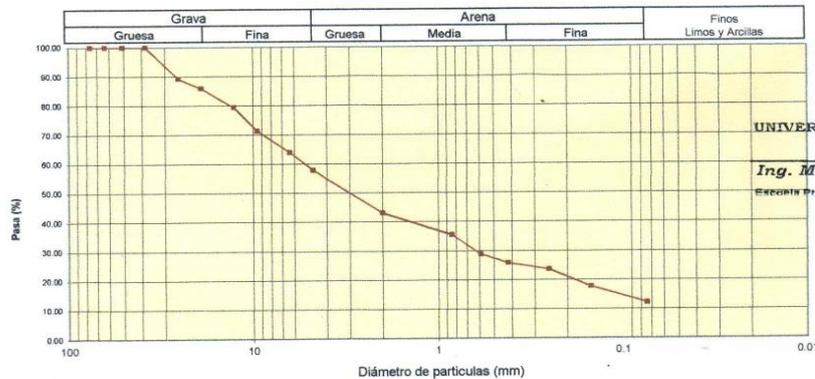
Peso Seco Inicial	1500	gr.
Peso Seco Lavado	1316.2	gr.
Peso perdido por lavado	183.8	gr.

MATERIAL	M - 1
PROF :	

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO	
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	160.0	10.7	89.3		
3/4"	19.00	50.0	3.3	14.0	86.0	
1/2"	12.50	98.9	6.6	20.6	79.4	Valor del índice de grupo (IG): Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Grava limosa con arena GM
3/8"	9.50	121.0	8.1	28.7	71.3	
1/4"	6.30	109.9	7.3	36.0	64.0	
N° 4	4.75	92.3	6.2	42.1	57.9	
N° 10	2.00	221.3	14.8	56.9	43.1	
N° 20	0.850	113.3	7.6	64.4	35.6	Pasa tamiz N° 4 (%) : 57.9
N° 30	0.600	100.3	6.7	71.1	28.9	Pasa tamiz N° 200 (%) : 12.3
N° 40	0.425	44.3	3.0	74.1	25.9	D60 (mm) : 5.31
N° 60	0.250	33.6	2.2	76.3	23.7	D30 (mm) : 0.632
N° 100	0.150	89.0	5.9	82.3	17.7	D10 (mm) :
N° 200	0.075	82.3	5.5	87.7	12.3	Cu
< 200	183.8	12.3	100.0	0.0	0.0	Cc
Total	1500.0			100.0		

Limite liquido LL	0
Limite plástico LP	0
Indice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Maguifa Salazar, Luis Enrique
 TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
 MUESTRA : TERRENO NATURAL
 LUGAR : ANCASH - ANCASH
 FECHA : 29/07/2022 CALICATA-1

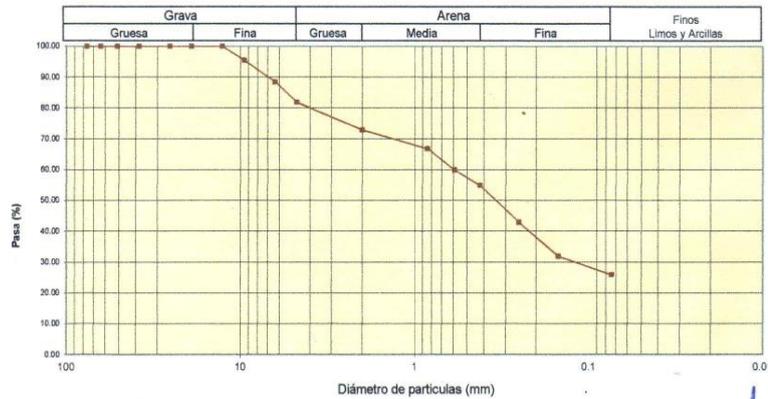
Peso Seco Inicial	1000	gr.
Peso Seco Lavado	741.0	gr.
Peso perdido por lavado	259.0	gr.

MATERIAL
M - 1
PROF :

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG):
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	45.0	4.5	95.5	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo suelto).
1/4"	6.30	70.0	7.0	88.5	Arena limosa con grava SM
N° 4	4.75	66.0	6.6	81.9	
N° 10	2.00	90.0	9.0	72.9	
N° 20	0.850	60.0	6.0	66.9	Pasa tamiz N° 4 (%) : 81.9
N° 30	0.600	70.0	7.0	59.9	Pasa tamiz N° 200 (%) : 25.9
N° 40	0.425	50.0	5.0	54.9	D60 (mm) : 0.59
N° 60	0.250	120.0	12.0	42.9	D30 (mm) : 0.121
N° 100	0.150	110.0	11.0	31.9	D10 (mm) :
N° 200	0.075	60.0	6.0	25.9	Cu
< 200		259.0	25.9	100.0	Cc
Total		1000.0		100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Magaña Salazar, Luis Enrique
 TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
 MUESTRA : M-1-AFIRMADO
 LUGAR : ANCASH - ANCASH
 FECHA : 29/07/2022 CALICATA-2

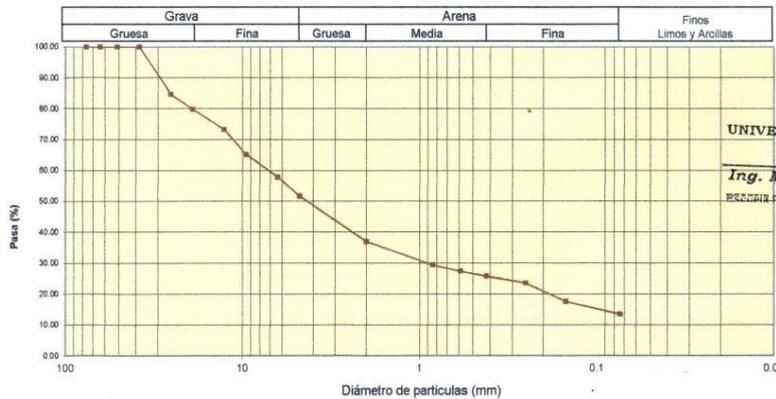
Peso Seco Inicial	1500 gr.
Peso Seco Lavado	1297.8 gr.
Peso perdido por lavado	202.2 gr.

MATERIAL	M - 1
PROF :	

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
Nº (mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	229.3	15.3	84.7	
3/4"	19.00	72.3	4.8	79.9	
1/2"	12.50	98.9	6.6	73.3	
3/8"	9.50	121.0	8.1	65.2	
1/4"	6.30	109.9	7.3	42.1	
Nº 4	4.75	92.3	6.2	48.2	
Nº 10	2.00	221.3	14.8	63.0	
Nº 20	0.850	113.3	7.6	70.6	
Nº 30	0.600	30.3	2.0	72.6	
Nº 40	0.425	24.3	1.6	74.2	
Nº 60	0.250	33.6	2.2	76.4	
Nº 100	0.150	89.0	5.9	82.4	
Nº 200	0.075	62.3	4.2	86.5	
< 200		202.2	13.5	100.0	
Total		1500.0		100.0	

Valor del índice de grupo (IG):	0
Clasificación (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).	
Grava arcillosa con arena GC	
Pasa tamiz Nº 4 (%) :	51.8
Pasa tamiz Nº 200 (%) :	13.5
D60 (mm) :	7.26
D30 (mm) :	0.925
D10 (mm) :	
Cu	
Cc	
Limite líquido LL	21.7
Limite plástico LP	14.2
Índice plasticidad IP	7.5

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : Maguiña Salazar, Luis Enrique
 TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI
 en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
 MUESTRA : TERRENO NATURAL
 LUGAR : ANCASH - ANCASH
 FECHA : 29/07/2022 CALICATA-2

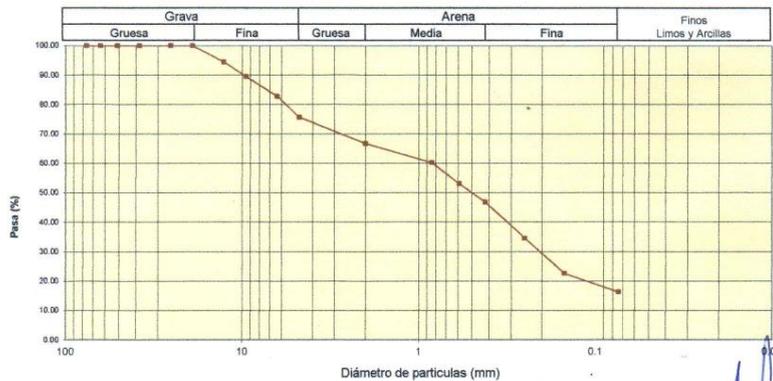
Peso Seco Inicial	1000 gr.
Peso Seco Lavado	837.0 gr.
Peso perdido por lavado	163.0 gr.

MATERIAL	M - 1
PROF :	

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO	
Nº 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	5.5	5.5	94.5		Valor del índice de grupo (IG):
3/8"	9.50	4.9	10.4	89.6		Clasificación (S.U.C.S.):
1/4"	6.30	6.8	17.2	82.8		Suelo de partículas gruesas: Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)
Nº 4	4.75	7.1	24.3	75.7		Arena limosa con grava SM
Nº 10	2.00	8.9	33.2	66.8		
Nº 20	0.850	6.5	39.7	60.3	Pasa tamiz Nº 4 (%): 75.7	
Nº 30	0.600	7.2	46.9	53.1	Pasa tamiz Nº 200 (%): 16.3	
Nº 40	0.425	6.2	53.1	46.9	D60 (mm): 0.83	
Nº 60	0.250	12.3	65.4	34.6	D30 (mm): 0.210	
Nº 100	0.150	12.0	77.4	22.6	D10 (mm):	
Nº 200	0.075	6.3	83.7	16.3	Cu	
< 200	163.0	16.3	100.0	0.0	Cc	
Total	1000.0			100.0		

Limite líquido LL	0
Limite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
INSPECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Maguña Salazar, Luis Enrique
TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
MATERIAL : TERRENO NATURAL
LUGAR : HUARAZ-ANCASH
FECHA : 29/07/2022

ENSAYO N°	CALICATA-1	
	M-1	M-2
Peso de tara + MH	526.30	625.30
Peso de tara + MS	504.80	599.20
Peso de tara	168.80	204.40
Peso del agua	21.50	28.10
MS	336.00	394.80
Contenido de humedad (%)	6.399	6.611
Promedio de humedad %	6.50	

ENSAYO N°	CALICATA-2	
	M-1	M-2
Peso de tara + MH	726.30	542.20
Peso de tara + MS	696.79	522.90
Peso de tara	178.80	195.50
Peso del agua	29.51	19.30
MS	517.99	327.40
Contenido de humedad (%)	5.697	5.895
Promedio de humedad %	5.80	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Maguiña Salazar, Luis Enrique
TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
MATERIAL : AFIRMADO
LUGAR : HUARAZ-ANCASH
FECHA : 29/07/2022

ENSAYO N°	CALICATA-1	
	M-1	M-2
Peso de tara + MH	821.10	739.60
Peso de tara + MS	787.80	711.60
Peso de tara	208.60	208.60
Peso del agua	33.30	28.00
MS	579.20	503.00
Contenido de humedad (%)	5.749	5.567
Promedio de humedad %	5.66	

ENSAYO N°	CALICATA-2	
	M-1	M-2
Peso de tara + MH	600.00	625.00
Peso de tara + MS	581.70	605.30
Peso de tara	167.70	209.60
Peso del agua	18.30	19.70
MS	414.00	395.70
Contenido de humedad (%)	4.420	4.979
Promedio de humedad %	4.70	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Asociación Profesional de Ingeniería Civil



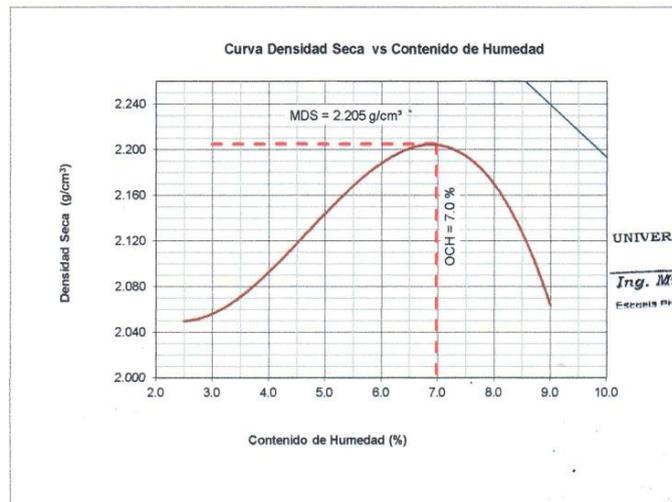
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : Maguiña Salazar, Luis Enrique
 TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI
 en la Av.Centenario, Independencia, Ancash, 2021
 MATERIAL : AFIRMADO
 FECHA : 29/07/2022

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7470.3	7926.0	8004.0	7808.0
02 - Peso del Molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4780.3	5236.0	5314.0	5118.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.101	2.302	2.336	2.250
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	664.0	694.0	738.0	862.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	652.0	668.0	704.0	808.0
09 - Peso del agua (g)	12.0	26.0	34.0	54.0
10 - Peso del tarro (g)	166.0	208.0	166.0	210.0
11 - Peso suelo seco (g)	486.0	460.0	538.0	598.0
12 - Contenido de Humedad (%)	2.5	5.7	6.3	9.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.050	2.177	2.197	2.064

Contenido Optimo Humedad **7.0 %** Densidad Seca Maxima, **2.205 g/cm³**





**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

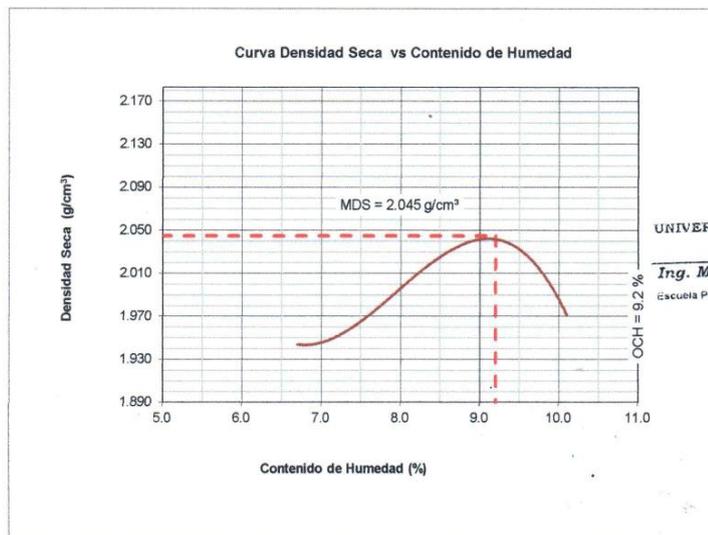
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : Maguiña Salazar, Luis Enrique
 TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av.Centenario, Independencia, Ancash, 2021
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 FECHA : 29/07/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar				
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7390	7535	7725	7610
02 - Peso del Molde (g)	2672.0	2672.0	2672.0	2672.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4718.0	4863.0	5053.0	4938.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.074	2.138	2.221	2.171
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	582.0	838.0	795.0	785.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	558.5	792.0	747.0	732.0
09 - Peso del agua (g)	23.5	46.0	48.0	53.0
10 - Peso del tarro (g)	207.5	205.0	205.0	205.0
11 - Peso suelo seco (g)	351.0	587.0	542.0	527.0
12 - Contenido de Humedad (%)	6.7	7.8	8.9	10.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.944	1.983	2.040	1.971

Contenido Optimo Humedad **9.2 %** Densidad Seca Maxima, **2.045 g/cm³**



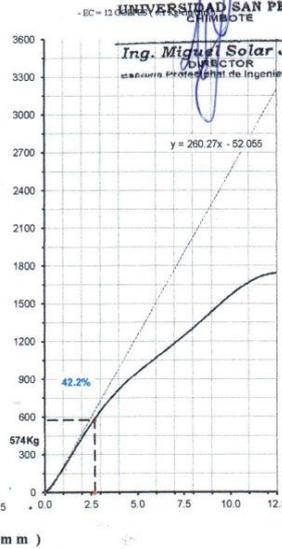
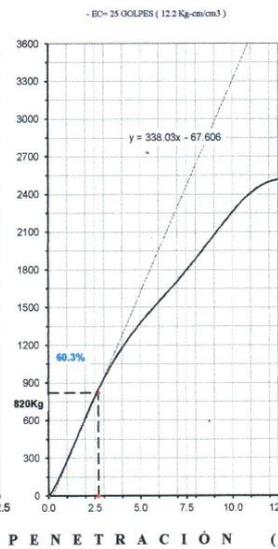
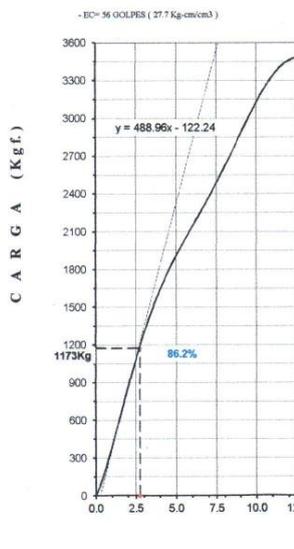
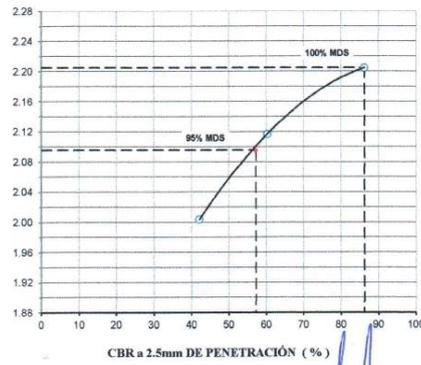
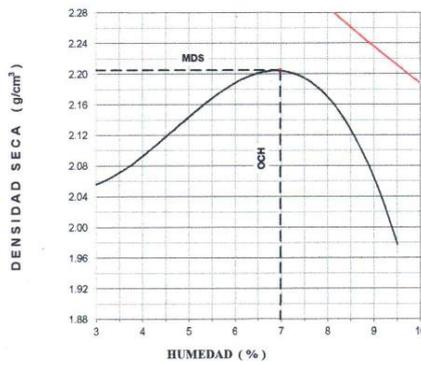
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021 SOLICITA : Magaña Salazar, Luis Enrique MATERIAL : AFIRMADO UBICACIÓN : HUARAZ - ANCASH FECHA : 29-Jul-2022 *	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.205 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.0 CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 86.2 CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 57.2 RET. ACUM 3/4" : 13.4% 3/8" : 28.9% N°4 : 43% N°200 : 7.2% SUCS : GW-GM LL : -- IP : -- G _c : -- AASHTO : A-1-a (0) EMBEBIDO : 1 días EXPANSIÓN : 0.3 % ABSORCIÓN : 2.4 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 9.4 %
--	--



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : Maguñá Salazar, Luis Enrique
 TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI
 en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 FECHA : 29/07/2022

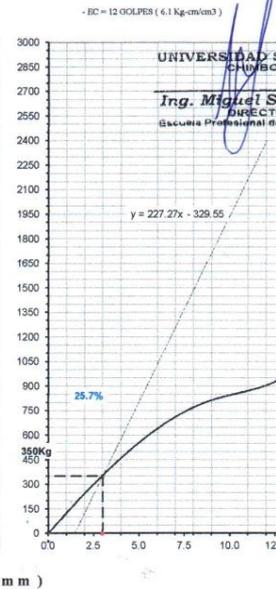
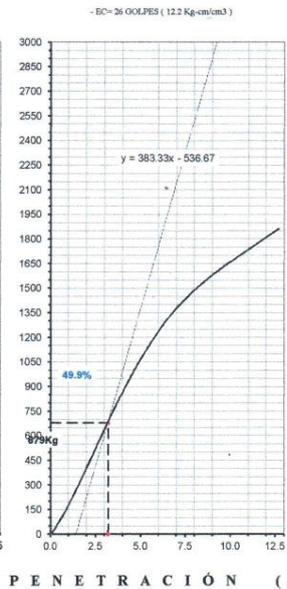
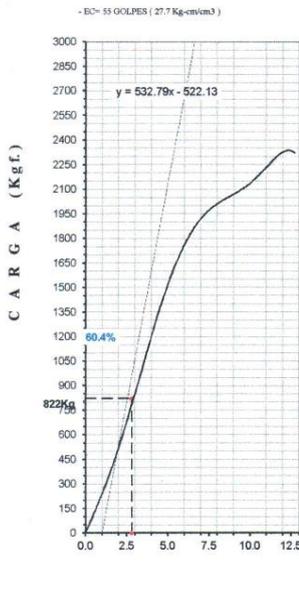
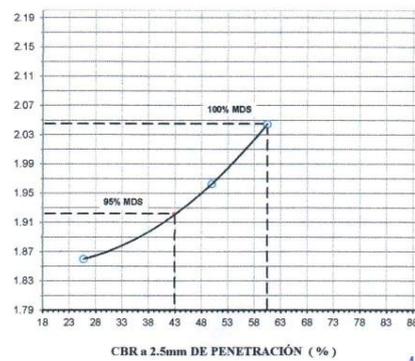
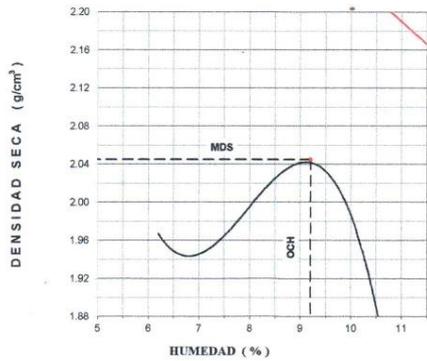
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Características				Ingeniero Miguel Solar Jara DIRECTOR LABORATORIO DE Ingeniería Civil		
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpes	55	26	12			
Energía Compactación [kg-cm]/cm³	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,299.0	9,114.0	8,604.0			
02 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,867.0	4,537.0	4,032.0			
04 - Volumen de molde, cm³	2,210.000	2,141.000	2,012.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	2.202	2.119	2.004			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	609.0	561.0	633.6			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	580.0	532.0	600.0			
09 - Peso del agua (g)	29.0	29.0	33.6			
10 - Peso del tarro (g)	202.2	166.5	167.5			
11 - Peso suelo seco (g)	377.8	365.5	432.5			
12 - Contenido de humedad (%)	7.7	7.9	7.8			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	2.045	1.963	1.860			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Set-20	5.00PM	0.05	0.03	0.02	
Dia 02	18-Set-20	5.00PM	0.05	0.05	0.06	
Dia 03	19-Set-20	5.00PM	0.06	0.05	0.05	
Dia 04	20-Set-20	5.00PM	0.06	0.05	0.05	
Expansión, %			0.0	0.0	0.0	
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,867.0	4,537.0	4,032.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,380.4	9,206.5	8,697.5			
03 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,948.4	4,629.5	4,125.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	81.4	92.5	93.5			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,520.0	4,203.5	3,741.3			
07 - Absorción de agua (%)	1.8	2.2	2.5			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [55 Golpes]		2 [26 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	35.0	176.6	19.5	110.8	14.2	88.3
1.3	60.0	282.9	50.0	240.4	28.7	149.9
1.9	110.0	495.3	83.0	380.6	49.0	236.1
2.5	160.0	707.78	118.0	529.32	63.0	295.62
3.2	220.0	962.7	148.0	656.8	85.4	390.8
3.8	250.0	1090.2	198.0	869.2	95.0	431.6
5.08	360.0	1557.6	244.5	1066.8	126.0	563.3
7.6	460.0	1982.5	335.2	1452.2	170.0	750.3
10.16	500.0	2152.5	387.2	1673.2	193.2	848.9
12.7	540.0	2322.5	432.0	1863.5	215.2	942.3
Carga [%]	707.78 kgf. [52%]		529.32 kgf. [38.9%]		295.62 kgf. [21.7%]	



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA : Maquía Salazar, Luis Enrique	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI en la Av.Centenario, Independencia, Arecah, 2021	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.045
MATERIAL : TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.2
CANTERA : CASCAJAL	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	80.4
FECHA : 24-Sep-2020	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	42.9
	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN : 0.0 %
	ABSORCIÓN : 1.8 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 11.0 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solari Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
EXTRAIDOS CON PERFORADORA DIAMANTINA**
(ASTM C 42, AASHTO T-22)

SOLICITA : Maguiña Salazar, Luis Enrique
TESIS : Evaluación y determinación de patologías del pavimento rígido utilizando la metodología PCI
en la Av. Centenario, Independencia, Ancash, 2021
LUGAR : HUARAZ - ANCASH
FECHA : 29/07/2022

TESTIGO		PESO	LONGITUD	DIAMETRO	DENSIDAD	AREA	CARGA MAXIMA	FACTOR CORREC.	FC	OBSERVACION
Nº	ELEMENTO	(gr)	(cm)	(cm)	gr/cm ³	cm ²	kg		kg/cm ²	
01	PAVIMENTO RIGIDO	476.20	10.04	5.08	2.340	20.27	3838.00	1.01	190.50	Tam. Max. Piedra 3/4"
02	PAVIMENTO RIGIDO	487.50	10.02	5.08	2.400	20.27	4636.70	1.01	230.00	Tam. Max. Piedra 3/4"
03	PAVIMENTO RIGIDO	490.00	10.00	5.08	2.418	20.27	4842.00	1.00	240.04	Tam. Max. Piedra 3/4"
04	PAVIMENTO RIGIDO	460.30	10.03	5.08	2.264	20.27	3430.20	1.01	170.20	Tam. Max. Piedra 3/4"
05	PAVIMENTO RIGIDO	483.90	10.20	5.08	2.341	20.27	4520.30	1.01	225.50	Tam. Max. Piedra 3/4"

OBSERVACIONES : La extracción en obra fueron a longitud de 10 cm y las correcciones se tomaron según mtc E-704 numeral 6.2.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil