

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av.

Raymondi - Huaraz-2022

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Joaquín Huamán, Guzmán Elvin

Asesor

Ing. Urrutia Vargas segundo

Código ORCID: 0000-0003-4415-0484

Chimbote – Perú

2022

PALABRAS CLAVES:

TEMA	:	Propuesta de mejora de mantenimiento de pavimento rígido
ESPECIALIDAD	:	Pavimentos

KEY WORD:

TEMA	:	Proposal to improve the maintenance of rigid pavement
ESPECIALIDAD	:	Pavement

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

PROGRAMA:	Transporte
ÁREA:	Ingeniería y Tecnología
SUB ÁREA:	Ingeniería Civil
DISCIPLINA:	Ingeniería de Transporte
CAMPOS DE	Pavimentos

RESUMEN

La presente investigación se trazó como objetivo general determinando la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi - Huaraz – 2022, la hipótesis consistió en que La propuesta de mejoramiento del pavimento rígido va a contribuir en la mejora del estado del pavimento. El tipo de investigación fue experimental, de diseño descriptivo. La población fue toda la avenida y la muestra fue de 04 cuadras. Se aplicó técnica de observación y mediciones. Se concluyó que la propuesta va a contribuir en la mejora del pavimento rígido en función a patologías encontradas, tipos de suelos y la resistencia a la compresión encontrada. Que en total se han encontrado 712 patologías leves, 363 patologías moderadas, 206 patologías severa, haciendo un total de 1281 patologías encontradas. El tipo de suelo encontrado en las calicatas 01 y 02 fueron GM, es decir, Grava limosa, mezclas grava, arena, limo, y en la calicata 03 fue SM, es decir, Arenas limosas, mezclas arena – limo. Que la resistencia compresión del concreto fueron en el pavimento 275.9 kg/cm², en el pavimento 2 se encontró 258.1 kg/cm² y en el pavimento 3 se encontró 294.4 kg/cm², el espesor de pavimento rígido adecuado fue 5.5 cm. El CBR en la muestra 1 de las calicatas fue 55.60%, en la muestra 2 de las calicatas fue 61.74%, en la muestra 3 fue 30.87%. Que la propuesta va a contribuir significativamente en la mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi.

ABSTRACT

The present research was drawn as a general objective determining the proposal for improvement of the rigid pavement of the av. Raymondi - Huaraz - 2022, the hypothesis was that the proposal for improvement of the rigid pavement will contribute to the improvement of the state of the pavement. The type of research was experimental, descriptive in design. The population was the entire avenue and the sample was 04 blocks. Observation and measurement techniques were applied. It was concluded that the proposal will contribute to the improvement of the rigid pavement depending on the pathologies found, types of soils and the resistance to compression found. That in total 712 mild pathologies, 363 moderate pathologies, 206 severe pathologies have been found, making a total of 1281 pathologies found. The type of soil found in calicatas 01 and 02 were GM, i.e. silty gravel, gravel mixtures, sand, silt, and in calicata 03 was SM, i.e. Silt sands, sand-silt mixtures. That the compressive strength of the concrete was in the pavement 275.9 kg/cm², in the pavement 2 was found 258.1 kg/cm² and in the pavement 3 was found 294.4 kg/cm², the thickness of adequate rigid pavement was 5.5 cm. The CBR in sample 1 of the calicatas was 55.60%, in sample 2 of the calicatas it was 61.74%, in sample 3 it was 30.87%. That the proposal will contribute significantly to the improvement of the rigid pavement of Raymondi Avenue.

ÍNDICE

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes y Fundamentación Científica	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Justificación de la Investigación.....	18
1.3. Problema.....	19
1.4. Conceptuación y operacionalización de variables	21
1.5. Hipótesis	¡Error! Marcador no definido.
1.6. Objetivos.....	¡Error! Marcador no definido.
II. METODOLOGÍA	23
2.1. Tipo y diseño de investigación	23
2.2. Población y muestra	23
2.3. Técnicas e Instrumentos de Investigación	24
III. RESULTADOS	26
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
Conclusiones.....	56
Recomendaciones.....	57
VII. AGRADECIMIENTO	58
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
Anexo 01	65
Anexo 02	66
Anexo 03	67

Anexo 04	89
Anexo 05	96
Anexo 06.	104
Anexo 07	106

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de clasificación de la metodología PCI	10
Tabla 2. Índice numérico PCI	12
Tabla 3. Conceptuación y operacionalización de variables.	24
Tabla 4. Patologías encontradas	29
Tabla 5. Tipos de Patologías encontradas en la Cuadra 2	29
Tabla 6. Mapa de nivel de severidad cuadra 2	32
Tabla 7. Resumen de índice de severidad en Oficina 2	32
Tabla 8. Tipos de Patologías encontradas en la Cuadra 4	33
Tabla 9. Índice de severidad cuadra 4	35
Tabla 10. Resumen de índice de severidad	35
Tabla 11. Tipos de Patologías encontradas en la Cuadra 2	36
Tabla 12. Mapa de nivel de severidad cuadra 6	38
Tabla 13. Resumen de índice de severidad en cuadra 6	38
Tabla 14. Tipos de Patologías encontradas en la Cuadra 8	39
Tabla 15. Mapa de nivel de severidad cuadra 2	41
Tabla 16. Resumen de índice de severidad en cuadra 8	41
Tabla 17. Resumen de cantidad de patologías por severidad	42
Tabla 18. Contenido de humedad calicata 01	44
Tabla 19. Cantidad de material calicata 01	44
Tabla 20. límite líquido y límite plástico calicata 01	44
Tabla 21. Características de compactación calicata 01	44
Tabla 22. Resistencia a la compresión	45
Tabla 23. Ensayo de relación de CBR calicata 01	46
Tabla 24. Resumen de CBR calicata 01	46
Tabla 25. Contenido de humedad calicata 02	47
Tabla 26. Cantidad de material calicata 02	47
Tabla 27. límite líquido y límite plástico calicata 02	47
Tabla 28. Características de compactación calicata 02	47
Tabla 29. Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR calicata 02	48
Tabla 30. Resumen de resultados CBR calicata 02	48

Tabla 31. Contenido de humedad calicata 03	49
Tabla 32. Cantidad de material calicata 03	49
Tabla 33. Determinación del límite líquido y límite plástico calicata 03	49
Tabla 34. Características de compactación usando esfuerzo modificado calicata 03	49
Tabla 35. Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR calicata 03	50
Tabla 36. Resumen de resultados calicata 03	50
Tabla 37. Resumen de granulometría	50
Tabla 38. CBR Calicata 01	51
Tabla 39. Contenido de humedad en calicata 01	52
Tabla 40. CBR Calicata 02	52
Tabla 41. Contenido de humedad en calicata 03	53

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Figura 1. Estructura de pavimento	8
Figura 2. Área con presencia de patologías en la cuadra 2 calle 1	30
Figura 3. Área con presencia de patologías en la cuadra 2 calle 2	30
Figura 4. Área con presencia de patologías en la cuadra 2 calle 2	31
Figura 5. Áreas totales por tipos de patologías encontradas en la cuadra 2	31
Figura 6. Resumen de índice de severidad en Cuadra 2	32
Figura 7. Área con presencia de patologías en la cuadra 4 calle 1	33
Figura 8. Área con presencia de patologías en la cuadra 4 calle 2	34
Figura 9. Cantidad total de patologías en la cuadra 4	34
Figura 10. Cantidad total y tipo de patologías en la cuadra 4	35
Figura 11. Resumen de índice de severidad en Cuadra 4	36
Figura 12. Área con presencia de patologías en la cuadra 6 calle 1	36
Figura 13. Área con presencia de patologías en la cuadra 6 calle 2	37
Figura 14. Cantidad total de patologías en la cuadra 6	37
Figura 15. Áreas totales por tipos de patologías encontradas en la cuadra 2	38
Figura 16. Resumen de índice de severidad en Cuadra 6	39
Figura 17. Área con presencia de patologías en la cuadra 8 calle 1	39
Figura 18. Área con presencia de patologías en la cuadra 8 calle 2	40
Figura 19. Cantidad total de patologías en la cuadra 8	40
Figura 20. Áreas totales por tipos de patologías encontradas en la cuadra 8	41
Figura 21. Resumen de índice de severidad en Cuadra 8	42
Figura 22. Resumen de cantidad de patologías por severidad	42
Figura 23. Resumen de total de patologías por severidad	43
Figura 24. Resumen de granulometría	50
Figura 25. CBR Calicata 01	51
Figura 26. Contenido de humedad en calicata 01	52
Figura 27. CBR Calicata 02	52
Figura 28. Contenido de humedad en calicata 03	53

I. INTRODUCCIÓN

Se alcanzan a continuación investigaciones antecedentes del ámbito internacional, en donde se han analizado los temas de las variables de investigación, los objetivos, resultados y conclusiones con relación al tema de investigación. Teniendo en cuenta lo indicado, Fuertes y Mora (2021) en la tesis de grado denominada “Evaluación funcional del pavimento de la diagonal 8 y la avenida el peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del municipio de Girardot, mediante la metodología PCI” realizada en la Universidad piloto de Colombia, se trazó como objetivo principal evaluar el estado del pavimento asfáltico existente en el espacio estudiado. Aplicó la técnica PCI, la investigación tuvo enfoque cuantitativo, de diseño descriptivo, aplicó análisis, síntesis. El 32.61% del pavimento flexible estuvo en buen estado, el 4.35 % estuvo en estado fallado, el 15.22 % en muy mal estado y 10.87% en mal estado. El IMDA fue de 11018 vehículos, se encontró en la vía 799 daños, el de mayor presencia fue de parcheos y acometidas de servicios públicos en 22.65%, pulimiento de agregados 18.96%, huecos 17.83%, grietas longitudinales y transversales 15.35%, agrietamiento 11.29%, piel de Cocodrilo 10.38%, sello de junta y grietas lineales 7.51%, grieta de esquina 6.38%, descascaramiento de esquina 4.76%, losa dividida 4.63%, desprendimientos de agregados 3.61%, depresión 3.16%. El PCI promedio de pavimento rígido fue 52.81 (PCI entre 40 – 55) es decir se encontró en estado regular.

Bajo esta misma perspectiva, se tiene a Forero (2019) quien desarrolló una tesis con el objetivo general evaluar la estructura sobre cuatro alternativas de mejoramiento de subrasante en el espacio de estudio. Concluyó que el análisis comparativo de resistencias de mejora de estabilización de subrasantes contuvo arcillas blandas con cantidades cementicios suficientes con 5.8%, tuvo adecuada conducta en la absorción de esfuerzos propiciados por el tránsito. Que las resistencias fueron muy bajas 0.32 Kg/cm² comparado con el mejoramiento de estabilización con cemento, la cual proporcionó resistencias de 16.85 Kg/cm². Que el grosor de mezcla de asfalto se incrementó en un 1 cm, de 12 cm a 13 cm y que generó cambios en el presupuesto.

Así también se tienen a Martínez (2019) quien elaboró la tesis con el propósito de realizar el análisis del diseño de la estructura de pavimento en 2 áreas

específicas del espacio de estudio. Trabajó con enfoque mixto, aplicó la observación, análisis y síntesis, también aplicó método AASHTO 1993. Concluyó que el diseño estructural fundamentado en AASHTO 1993 presentó resultado de grosores inferiores a los mínimos señalados por la metodología, el diseño tomó los valores de grosor mínimos propuestos, que la estructura de diseño en función a la metodología AASHTO 1993 resistieron fuerzas de peso vehiculares superiores a lo diseñado. Que el pavimento dispuso estructuralmente de tecnología nueva y consistente con el ambiente, los grosores de capa encontrados en la metodología implementada fueron análogos a los logrados por AASHTO 1993, en ese sentido, evaluaron la implementación de una tecnología de sistema de drenado. Que se mejoró la superficie con Arena asfalto estabilizada, fue solución transitoria y económica en la construcción de caminos, no obstante, recomendó realizar más investigaciones con fines de determinar la propiedad de los materiales.

Prosiguiendo con la revisión de estudios similares, se tuvo a Gómez y López (2018) quienes se plantearon el objetivo general de llevar a cabo los estudios y diseño del pavimento rígido por el método PCA en el espacio de estudio. Aplicaron metodologías de cálculo de CBR, determinación de los límites de Atterberg y cálculo de la capacidad portante. Concluyeron que un 84% de vehículos fueron los que más transitaron por la zona, que la subrasante estuvo preparada con arcilla limosa y arenosa las cuales presentaron mejora en la capa superior con material color gris. El CBR en los 3 apiques fue superior a 5%, se optó realizar un diseño para mejorar la subrasante, se tuvieron en cuenta a la habitabilidad, costo de las viviendas y la percepción de los usuarios en función al estado situacional de los corredores viales del sector e importancia.

Fundamentándonos en lo sostenido en las investigaciones anteriores, otros autores consideran pertinente la importancia de exponer como tema principal en el desarrollo de sus investigaciones aspectos relacionados con el estudio de suelos, CBR y resistencia de concreto rígido en las vías urbanas. En ese sentido, Arévalo y Prieto (2018). En su tesis de maestría titulada “Diseños definitivos para el mejoramiento de la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, el Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El Valle” realizada en la Universidad de Cuenca, Ecuador;

se trazaron como objetivo general desarrollar la mejora de la vía en el espacio de estudio. Aplicó ensayos de laboratorio, la investigación tuvo enfoque cuantitativo, de tipo aplicada. Concluyeron que la estructura del pavimento brindó alternativas de construcción, la colocación de capa de rodadura de hormigón asfáltico de 10 cm, con capa base con 14 cm, subbase de 30 cm y capa de mejora 20 cm. La otra opción se propuso capa de hormigón hidráulico de 22 cm con anclaje de 3/4 pulgadas, capa de base de 15 cm y mejora de 20 cm. La alternativa más económica fue hormigón asfáltico.

Asimismo, a nivel nacional, se han analizado investigaciones antecedentes sobre el mismo tema que abordan Nieto y Ricaldi (2021) quienes desarrollaron la tesis con el objetivo general la determinación del impacto de las fallas del concreto en el espacio estudiado. Concluyeron que el PCI fue de 43.80% obteniendo calificación Regular. En la muestra 2, el PCI fue de 61,90% con calificación de Bueno, con daños de Descascaramiento de junta con el PCI de 33,33%, parche grande con el PCI de 28.57%, Grieta de esquina y grieta lineal con PCI de 14.29% y losa dividida con el PCI de 9.12%, la Muestra 6 con PCI de 57.73% y se tuvo clasificación de Bueno y daños de pulimiento de agradados con PCI de 45.11%, parche grande con el PCI de 25.56%, losa dividida con PCI de 15.79%, grieta lineal con el PCI de 9.77% y grieta de esquina con PCI de 3.76%, en la Muestra 05 con el PCI de 22.59%, con los daños de la losa dividida con PCI de 35%, grieta lineal con el PCI de 20%, Punzonamiento el PCI de 15% y por finalmente con el PCI de 10% se encontró daños con calificación de Muy Malo.

Prosiguiendo con la revisión de estudios similares a nivel nacional, se tuvo a Sánchez (2019). En la tesis de grado denominada “Propuesta de mejoramiento a nivel de pavimento rígido y drenaje pluvial de las principales vías de acceso al C.P. La Libertad, distrito de Pinto Recodo – Lamas – San Martín” realizada en la Universidad nacional de San Martín – Tarapoto, Perú. Concluyó que los ensayos de CBR de las 9 calicatas tuvo rasante mala, por lo tanto, se mejoró logrando un Suelo Estabilizado (CBR = 48.6%), con referencia a la base y subbase (CBR= 81% y 62%) se consideró un material adecuado porque cumplieron con los parámetros determinados. Que el material de subbase y base fueron mejores de la cantera Ucrania

por cumplir con todos los requisitos del MTC. Que el espesor calculado de pavimento rígido el número de ejes equivalentes de diseño fue 257,532.56. Que el pavimento rígido diseñado mediante el método AASHTO obtuvo única opción en los espesores de capas, que la más factible en economía fue la de 15 cm de concreto hidráulico y 20 cm de subbase. Que la intensidad máxima, el método Gumbel permitió encontrar una intensidad máxima de diseño de 114.59 mm/hr. Que el diseño de las cunetas utilizó el valor de rugosidad conservador $n = 0.016$ de acuerdo a la norma OS.060, el acero sobresaliente en el cálculo estructural fue de 3/8”.

En esa misma línea de investigación se analizó la investigación antecedente de Lliuya y Medina (2021) en donde se plantean como objetivo general llevar a cabo la evaluación y planteamiento de propuestas con fines de la estructura del Pavimento rígido. Trabajó con una investigación de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, trabajó con un tamaño de población y muestra constituida por 2190 ml. Concluyeron que las fallas encontradas fueron 10: 6.41% de grieta de esquina, 29.11% de escala, losa 29.11%, escala 0.27%, 8.57% de grieta lineal, 28.46% de parcheo grande, 2.04% de parcheo pequeño, 21.75% de pulimiento de agregados, 0.03% de Punzonamiento, 1.48% de descascaramiento de esquina y 1.63% de descascaramiento de junta. El suelo presentó contenido inmejorable de humedad de compactación en la C-01 con 6.19 %, la C-02 con 6.61 % y C-03 con 7.21 %, el CBR en cada calicata fue de 35.52 %, 25.41 % y 40.22 % respectivamente. Las resistencias encontradas fueron de 395.53 Kg/cm², 517.67 Kg/cm² y 517.67 Kg/cm² con el promedio de 446.98 Kg/cm².

Con la finalidad de conocer el estado situaciones de la aplicación o conocimientos de las variables de estudio, también se abordó la investigación antecedente a nivel local correspondiente a Aguilar (2021). En la tesis de grado denominada “Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la Av. Bolognesi, Distrito de Independencia, Huaraz – 2021”, se realizó en la Universidad César Vallejo, Huaraz, Perú. Se trazó el objetivo principal evaluar el pavimento rígido con uso del método PCI en el espacio en estudio. Aplicó enfoque de cantidad, tipo de estudio fue aplicada, con diseño de manipular variable independiente

y una sola observación. Trabajó con una población igual a la muestra y fue la avenida Bolognesi. Concluyó que el área de estudio presentado es de 710 m² y se estudiaron 48 paños de concreto, para el estudio se dividieron en 02 unidades para el análisis de 24 losas de concreto, que los diferentes tipos de defectos encontradas fueron Grietas de esquinas de un 7.8%, Grietas lineales de un 23.5%, parches grandes de un 66.7% y los pulimentos de agregados de un 2%. Que la avenida, según la metodología del PCI se encontró que la vía está en buen estado, que los valores de las 02 unidades evaluadas se encontradas fueron 56 y 68, los cuales indicaron que hubo presencia de fallas, por lo tanto, necesitaron ser reparados en el corto plazo, que las alternativas de soluciones para las patologías en pavimentos rígidos según PCI fueron grietas lineales, grietas en las esquinas, parches y pulimento de agregados.

Fundamentación Científica. Tenemos que el concreto rígido se fundamentó en los cimientos generales de la Ingeniería Civil, de la tecnología del concreto, y específicamente de la tecnología del pavimento rígido. Las teorías revisadas son Carretera: (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2018), Son entendidas como medios de circulación de unidades vehiculares con motor y que presentan características geométricas, que tienen como atributos a las pendientes transversales y longitudinales, secciones y superficie de rodadura de acuerdo con la norma del MTC. las vías de primera y segunda clase hacen referencia a vías con asfalto, también es válido para las carreteras de primera, segunda y tercera clase.

El pavimento se define como capas de rodadura que se encuentran en la superficie, y que pueden ser construidos de varios tipos de materiales, se aplican técnicas de varias capas con espesor variable, las capas están bien definidas y son de rodadura, la base y su base, así como también la rasante. se pueden aplicar pavimentos mezclados diferenciados en dos grandes tipos, rígidos y flexibles (Mohamed, y Josef, 2014). Los pavimentos son conjunto de capas superficiales que están constituidos de materia prima seleccionada, que soportan frontalmente los pesos del tránsito vehicular, las transmiten, distribución a las capas y sus formaciones de los estratos inferiores disipándolas y asegurando el correcto y eficiente funcionamiento del pavimento.

Las capas son creadas teniendo en cuenta los aspectos de economía (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014). Tipos de pavimento: Para el MTC se tiene a los Pavimentos de asfalto son estructuras granulares con superposición de capas y un plano superior de rodadura asfáltica de tipo frío o caliente. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014; ARQHYS ARQUITECTURA, 2012).

El pavimento se define como un conjunto de capas puestas unas sobre otras, de forma horizontal trazadas y elaboradas con materias primas específicamente seleccionadas y selladas suficientemente. Estas capas son colocadas sobre la plataforma debidamente por el movimiento del suelo, deben soportar convenientemente los pesos de las unidades vehiculares que circula por ella. Deben resistir diferentes efectos de rigores producidos por la transitabilidad, deben ser resistir a todo tipo de ambientes de la atmósfera, deben ser ajustables en el plano horizontal y vertical con el propósito de transitar con velocidad deseada, deben durar y ser económicos, etc. (Wu, 2015; Montejo, 2002, p. 12). Se considera el pavimento como una estructura si contiene capas diferenciadas, y que son capaces de soportar cargas similares a lo largo de toda la vía, sobre una superficie diseñada para durar un periodo de diseño planificado, o un determinado rango de uso. el pavimento se conceptúa como pista, aceras o veredas, estacionamientos, pase de peatones y Ciclovías (SENCICO, 2010, p. 43).

El pavimento rígido está considerado básicamente por la losa de concreto ciclópeo o armado, son colocados sobre una base o sub-base de la vía de transporte. El concreto dispone de una rigidez bastante alta, pero a la vez también presenta un módulo de elasticidad, esto significa que se puede contraer en función a variables térmicas, La losa de concreto soporta las cargas actuantes, su estructura permite una adecuada distribución de los pesos que se producen durante la circulación de las unidades vehiculares sobre la capa de rodadura, el concreto rígido tiene rigidez considerable, esto hace que no se pueda transmitir las tensiones o cargas hacia las capas internas, esto da como resultado a que se no generen mayores tensiones y deformaciones en las capas internas. (Velásquez, 2002).

Pavimentos rígidos: Los pavimentos rígidos son construidos a base de agua arena gruesa, hormigón y cemento, puede incluirse aditivos según el diseño de mezcla, también pueden estar reforzados con Fierro, los semirrígidos pueden tener capas fanáticas se pueden contener los mismos materiales indicados, el espanto puede ser frío o caliente, cómo pavimento también se puede usar a los adoquines (Ashlesha et al, 2017).

Un pavimento rígido se define a un pavimento rígido como una loza de concreto como sin armadura, este elemento se coloca sobre una base o también puede ser en las uvas, es un elemento rígido, qué hacer velas cargas de las unidades vehiculares, también presenta adecuada distribución de carga generadas por los pesos del transporte, esta distribución hace que las tensiones sean menores en la sub rasante. (NORMA ASTM D 5340, 2005).

Pavimento semirrígido: Hernando y Val (2016). El pavimento semi rígido hace referencia a los adoquines, a aquellos pavimentos construidos con hormigón soy una carpeta de asfalto.

Pavimento mixto: Pavimento mixto aquellos pavimentos en cuya estructura mi capa superficial presentan múltiples pavimentos sobre pavimento de hormigón para mejorar el tránsito vial (Ashlesha et al, 2017).

Pavimento articulado: Dispone de cuatro capas, en donde la primera eres superficial con presencia de adoquines o bloques, elaborados con concreto, mientras que la segunda capa es de arena, a la tercera se le denomina capa base estabilizada, mientras que la capa inferior se le construye con material granular y pasa a formar parte de la subbase. (Monsalve et al, 2012).

Pavimento rígido: Hace referencia a los tipos de pavimentos elaborados con concreto en forma de paño loza que la estructura o compone, el pavimento rígido absorbe casi todas las fuerzas generadas por él peso del tránsito, se construye con materia prima tradicional, entre ellos el cemento, agua, agregados y pequeños porcentajes de aditivos, se apoyan en capas compactas, de acuerdo con el manual AASHTO 93 se estructura con sub-rasante, la sub-base y la losa de concreto. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

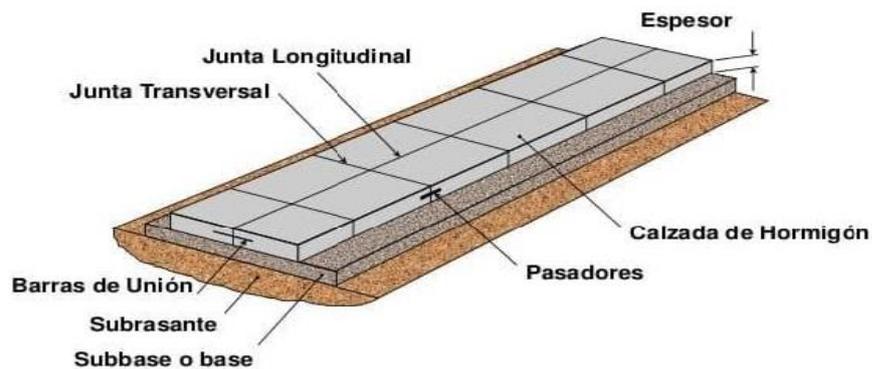


Figura 1. Estructura de pavimento

Las juntas: Tiene como función realizar la dilatación de las fuerzas que se contraen Hispania, mientras que los selladores se aplican para sellar las juntas con el propósito de reducir entradas de agua, el texturizado tiene como objetivo brindar alimento una determinada textura para que configure un adecuado contacto entre las llantas de las unidades vehiculares la capa de rodadura, con ello se está incrementando la seguridad. Tipos de pavimentos rígidos: Wu (2015), los pavimentos rígidos se clasifican in monolíticos y simples, no presentan aceros de refuerzo pueden tener barras de cero de transferencias colocadas como varillas de forma transversal, losas con refuerzos y continuos intercalados con refuerzos estructurales que van a ayudar en la reducción del espesor de la losa, las rosas con refuerzos continuos, pero que no presentan funciones estructurales y los pavimentos pretensados. (Velázquez, 2002).

Ciclo de vida de los pavimentos: Hacen referencia a la durabilidad de los pavimentos, a la buena calidad del uso, la cual va a depender de varios factores, entre ellos el diseño, condiciones climáticas, flujo de tránsito, así como también, la planificación del mantenimiento del pavimento (Calo,2016). El periodo de vida de los pavimentos puede verse afectados en cuatro fases, estos son el proceso constructivo, en donde se le da calidad, Mientras que las patologías o daños pueden aparecer a factores de clima, el hombre, diseño, proceso constructivo, etc. los pavimentos pueden demostrar deterioro con el paso del tiempo, estos deterioros pueden ser lento o acelerado (Leguía y pacheco, 2016). Los pavimentos deben diseñarse, construirse y mantenerse no solo para brindar comodidad y seguridad, sino también lograr un comportamiento funcional de alta calidad estructuralmente óptimo durante su vida útil.

Fallas en los pavimentos: Las fallas ocurren en todo tipo de pavimentos, sea cualquier tipo de pavimento, inicialmente las fallas se presentan en la parte superficial y posteriormente afectan a la estructura, en donde se ve afectado la capa de rodadura y toda la estructura, es decir todas las capas de la vía (INVIAS, 2008).

Huilca y Pucha (2015). Evaluación de pavimentos: (Dávila, Huangala y Salazar, 2017), la evaluación de pavimentos consiste en la actividad de identificar y cuantificar las condiciones bajo las cuales los deterioros se encuentran, con la finalidad de obtener datos que permitan proponer mejoras o alternativas de mejoras a las patologías encontradas, la evaluación se realiza de manera metódica, con procesos estandarizados contribuyen en la evaluación del estado funcional y estructural de los pavimentos. Existen diferentes métodos para evaluar el pavimento, el más usado es PCI. Evaluación funcional: Diagnostico de las fallas que se presentan en la superficie del pavimento que están relacionados con el estado del pavimento y se producen cambios en el tránsito de las vías que son afectados a los usuarios de la vía. La valuación contribuye en la planificación de los procesos de dar mantenimiento y más actividades de reparación y restauración de las vías (Khon, 2002).

Índice de condición del pavimento (PCI = PAVEMENT CONDITION INDEX), es un indicador numérico que permite la clasificación del estado superficial de los pavimentos mediante la escala que va desde el 0 al 100. Esta metodología se aplica en pavimentos rígidos. (Vásquez, 2002). El PCI en los pavimentos rígidos han sido consideradas 18 patologías, estos son Blod up / Backlog, Grietas, Losas divididas, Escalonamiento, desniveles de Carril a berma, daño de sellos de juntas, parcheo, pulimentos de agregados, bombeos, punzonamientos, desprendimientos, cruces de vías férreas, descascaramientos por agrietamientos, de esquinas y de juntas.

La aplicación del PCI está definida por ASTM D6433. Sierra, Rivas (2016). Las calificaciones de PCI se miden en un rango de 0 hasta el 100, el 0 indica que el pavimento está en un mal estado o fallado, y la calificación 100 considera que el pavimento es excelente. ASTM D6433-07. (2007). PCI según el Rango es tomada de (100 – 85) Excelente, (85 – 71) Muy bueno, (70 – 56) Bueno, (55 -41) Regular, (40 – 26) Malo, (25 – 11) Muy malo, (10 – 0) Fallado (Wu, 2015)

Tabla 1. Rango de clasificación de la metodología PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 71	Muy bueno
70 - 56	Bueno
55 - 41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11	Muy malo
10 - 00	Fallado

Fuente: ASTM D6433-07. (2007).

Condición del pavimento: con el tiempo y el uso que se le da aun pavimento, estos van indicando o presentan manifestaciones de patologías o daños, a través de las evaluaciones que se puedan producir por las causas. Para dichas evaluaciones existen varias metodologías para catalogarlos y cuantificarlos según su severidad. (SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y RANSORTE, 2014).

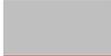
Las fallas en las estructuras de dicho pavimento están catalogadas según por según el nivel de severidad, Así como también su densidad. se considera el PCI como indicador de tipo numérico que sirve para evaluar el estado situacional del pavimento, su valor va de cero y hace referencia a Pavimento en muy mal estado, Hasta el valor 100 indica un pavimento en estado perfecto; el rango del PCI describe cualitativamente el estado del pavimento (NORMA ASTM D 5340, 2005); Vásquez, (2002 pág. 2).

El cálculo matemático del índice de PCI permite conocer gráficamente el estado situacional del, permite identificar la cantidad, clase y severidad de todos los daños encontrados en una vía, PCI fue creado un propósito de calcular el índice de unidad estructural de los pavimentos, así como su desempeño en función a las capas superficiales. Los datos de daños recabados del inventario permiten proporcionar la representación claramente las cusas de las fallas y su relación con la carga o las condiciones climáticas. (NORMA ASTM D 5340, 2005).

El índice de condición de pavimento es un indicador numérico cuyo valor va desde cero y que hace referencia a los pavimentos que se encuentran en mal estado hasta el valor de 100 y hace referencia al médico el estado de perfección (ver

anexo 8), este indicador muestra el nivel de clasificación informa cualitativa el estado situacional del pavimento. (Wu, 2015).

Tabla 2. Índice numérico PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
85 - 100	 Excelente
70 - 85	 Muy bueno
55 - 70	 Bueno
40 - 55	 Regular
25 - 40	 Malo
10 - 25	 Muy malo
0 - 10	 Fallado

El mantenimiento de los pavimentos cesa rollan mediante el uso de métodos y técnicas que van a mejorar el estado situacional de dicho pavimento, también sirve para ampliare las vías para el tránsito vehicular (Calo, 2016), en el mantenimiento se hace un análisis de las patologías presentes en el pavimento, y de acuerdo al índice de la condición del pavimento se procede con su mantenimiento, la cual puede consistir en cambiar todo el pavimento o proponer las mejoras correspondiente, esto es según los niveles de severidad encontradas. (Suárez, 2019).

PCI indica algunas tomas de decisiones sobre el mantenimiento, así como también en los procesos de reparación de las fallas encontradas en el pavimento, ayuda a determinar el nivel de seguridad por cada una de las patologías encontradas, de acuerdo al tipo de fallas se tienen que aplicar las técnicas pertinentes de reparación, las patologías que se pueden encontrar generalmente son parches, grietas, resellado de juntas, etc., Todas estas patologías deben tener un adecuado mantenimiento de acuerdo al índice de severidad encontrado (López y López, 2014).

El mantenimiento del pavimento es un proceso que consiste desarrollar un conjunto de actividades de mejora o de migración de patologías existen según su nivel de severidad, con el mantenimiento se está cuidando la capacidad funcional, las

capacidades físicas y mecánicas de pavimento en general, esto contribuye en la duración del período de vida la reducción de costos. (DIRECCIÓN DE VIABILIDAD MOP, 2014; Leguía y Pacheco, 2016).

Las reparaciones sobre las actividades necesarias para restaurar la condición inicial de las propiedades físicas y mecánicas de los pavimentos, así como también, para garantizar la seguridad y calidad de tránsito y quienes usan la vía, los mantenimientos se ejecutan en función al índice de severidad PCI, La cual recomienda utilizar varias técnicas de acuerdo a la cantidad y severidad de la patología encontrada (Leguía y Pacheco, 2016).

Otra forma de mantenimiento es el refuerzo, proceso que se aplica para mejorar las propiedades estructurales del pavimento, ello puede consistir en adicionar una capa sobre otra siempre y cuando se haga con criterios técnicos ingeniería, esto va a garantizar la duración del ciclo de vida del pavimento. en este caso se debe utilizar materiales de calidad y debidamente estandarizados con el propósito de garantizar su utilidad durante todo el tiempo de vida (Huilcapi y Pucha, 2015; p. 63).

La patología del concreto se define como que es un deterioro daño estructural, esto es tan presenta en niveles de seguridad, así como también cantidad daños en la estructura del pavimento, para determinar el estado situacional patológico del pavimento se tiene en cuenta 3 factores que condicionan su estado (López y López, 2014 págs. 42-43). Con el propósito de disminuir la presencia de patologías, se han alcanzado valores predeterminados en donde se están usando factores de peso o ponderación con la finalidad de calcular la influencia de las combinaciones del tipo de daño, severidad y densidad de las condiciones del pavimento (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013).

También se define a la patología en concreto como la presencia de fallas y afectaciones que son estudiadas sistemáticamente para encontrar sus causas consecuencias que pueda tener el pavimento, se entiende que las patologías van a disminuir las propiedades físicas y mecánicas de la estructura, en ese sentido se hace necesario diagnosticarlas y tomar acciones correspondientes según su nivel o estado de severidad. (Rivva, (2006 pág. 3).

Las patologías presentan tipo como: Blowup –Buckling: se da en climas cálidos, a menudo en grietas laterales o juntas transversales que son lo suficientemente grandes para permitir la expansión de la estructura. Se forman en climas cálido, generalmente en una grieta laterales o junta que no lo son suficientemente anchas para permitir el estiramiento de la losa, generalmente, el ancho es insuficiente, se debe a la infiltración de materia incompresible que entra al espacio de la junta, cuando el estiramiento no alivia suficientemente la presión, se mueve hacia la parte superior de los bordes de la losa y se produce una fragmentación cerca de la junta. También pueden ocurrir a lo largo de las zanjas realizadas para el sumideros y canaletas para la instalación de servicios públicos (Ricardo, 2010).

Grietas de esquinas: Son rajaduras que parten al pavimento dos o más secciones, es una grieta que tiene un índice de seguridad, mientras más profunda y ancha sea la grieta, mayor será el índice de severidad. A este tipo de patología, para conocer su estado situacional, se le tiene que medir y determinar sus dimensiones, porcentajes de presencia en función a cantidad en áreas con longitudes; esta patología reduce drásticamente las propiedades físico mecánicas de los pavimentos, Es por ello que se debe dar atención con mantenimientos preventivos y correctivos (ASTM D 6433-07, 2008).

Las Losas divididas, se dividen por cuatro o más piezas de grietas debido a sobrecarga o apoyo insuficiente. Si todos los pedazos o grietas están contenidas en una grieta de la esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina sevemaente (Dávila, et al, 2016).

Las Grietas de durabilidad ocurren cuando los agregados son grandes se expanden debido a la congelación y descongelación con el tiempo, degradando gradualmente el pavimento. Son producidos debido a la expansión de los materiales grande, específicamente los agregados, esto sucede por congelar y descongelar la estructura, en ese caso, se presentan fisuras de forma gradual y en función al tiempo, este tipo de grietas se manifiesta de forma paralela y próximas a un tipo de grieta lineal, como consecuencia de la saturación del concreto, generalmente se puede encontrar grietas horizontales, verticales y laterales en la estructura de un pavimento, esta

patología puede reducir considerablemente las propiedades físicas y mecánicas del pavimento (Ricardo, 2010; Ávila et al, 2016).

El daño al sellado de junta se define como que es la acumulación de material incompresible, suelos o rocas que se juntan, o la entrada de grandes cantidades de agua. Se refiere a una condición en la que se acumula tierra o piedra en las juntas, o ha entrado una gran cantidad de agua. La acumulación de material incompresible puede impedir la expansión que la losa, puede dar debido a las fragmentaciones, desportilladuras en los cantos de las juntas. Un relleno evita que las fragmentaciones sucedan, los casos típicos de daño que puedan ocurrir pueden ser las roturas o desprendimientos de los sellos aplicados a la Junta, la destrucción de este material, presencia de vegetación en la zona, proceso de endurecido del material relleno, reducción de adherencia en los bordes de la losa, escasez de sellador en las juntas (Rivva, 2016).

Se considera como desnivel del carril o de la berma a aquella diferencia existente entre el carril y el borde de la vía, este sucede cuando hay presencia de hundimiento o procesos químicos de erosión, la diferencia hincada constituye un peligro para la seguridad del tránsito de las unidades vehiculares, exponiendo a los transeúntes y pasajeros, el desnivel también puede ocurrir por infiltración de agua (Wu, 2015).

Las grietas lineales, se clasifican en longitudinales, diagonales y transversales, estas patologías seccionan el pavimento en partes distintas, ocurren debido a la transmisión de cargas de las unidades vehiculares, a la presencia brusca desde el pavimento a la estructura, este tipo de patologías deben ser atendidas según sus niveles del índice de seguridad, debido a que pueden afectar considerablemente de las propiedades físicas y mecánicas del pavimento trayendo como consecuencia daños estructurales al pavimento y a los usuarios que lo utilicen. (Paucara, 2020).

Parches grandes (mayores de 0.45 m²), el parche es parte de la losa que ha sido removido y reemplazado con material seleccionado. Se considera como parche a una sección removida de un pavimento original y que ha sido cambiada por nuevo material, el parche nunca es igual al material original, Es por ello que su duración es

muy corta, cumple un todo de mantenimiento hasta que todo el pavimento se ha cambiado, el parche ha sido procesado debido al índice de severidad encontrado.

En el análisis de la patología del pigmento también se pueden encontrar parches pequeños, los cuales son menores a 0.54 m², este tipo de daño causado también es debido a las cargas de las unidades vinculares que se dan con frecuencia, en este caso el material se vuelve blando debido a las fuerzas, trayendo como consecuencia la reducción de la adherencia del neumático. Este tipo de daño debe ser tratado de acuerdo con los lineamientos establecidos, teniendo en cuenta que su durabilidad es corta, Así mismo contribuye a la reducción de la velocidad de las unidades vehiculares (Paucara, 2020).

Pulimentos de agregados, este daño es causado por la aplicación repetida y producidas por la carga del tránsito vehicular.

Popouts, es una pequeña sección del pavimento que sobresale de la superficie del pavimento. Son pequeño pedazos de pavimento que se han caído de la superficie del mismo. Puede ser causado por partículas blandas o astillas de madera rotos y desgastados por el tránsito vehicular. Vienen en varios tamaños con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm (Paucara, 2020).

El bombeo consiste en sacar el material generalmente líquido del pavimento hacia el exterior, también hace referencia a quitar material de las grietas para que el nuevo material no siga deteriorando aún más a estos tipos de patología. esta falla se identifica debido a las manchas en la superficie, puede ser causado por la presencia de un sellante deficiente en la Junta la cual va a dar origen a pérdidas de resistencia y soporte, la repetición continua de pesos o cargas trae como consecuencia la aparición de grietas en el pavimento, el bombeo ocurre a lo largo de los bordes el pavimento generando reducción de las propiedades físicas y mecánicas del pavimento en función a su severidad (Montejo, 2002).

Punzonamiento, esta falla es la parte encontrada de la losa del pavimento que se rompe en pedazos de 2 a más. Este daño es una zona localizada de la losa que se rompe en pedazos. Puede tomar muchas formas diferentes, pero, generalmente, está se define por una grieta y una junta poco espaciado, generalmente con 1.52 m entre sí (Leguía y Pacheco, 2016).

El desconocimiento es una patología que consiste y la aparición de una gran cantidad de daños superficiales de tipo capilares con apariencia fina, esta patología se extiende hasta la parte superficial del pavimento. mientras que las grietas de contracción se forman durante el tiempo en que se fragua y cura el concreto, Las grietas de contracción se caracterizan por no extenderse por todo el espesor del pavimento. Las grietas capilares son pequeñas alcanzan poca longitud no alcanzan toda la extensión del pavimento, generalmente ocurre durante el proceso de inducido y curado del concreto (Ashlesha et al. 2017).

La patología de descascaramiento es una falla cuyo tamaño puede estar en promedio de 0.60m del borde del pavimento, es una rotura de la loza cerca de una esquina de la misma. Un descascaramiento de esquina es una grieta de esquina que comúnmente cae hacia abajo para obstaculizar la junta, mientras que la grieta penetra verticalmente a través de la esquina de la losa. El descascaramiento cuyo tamaño es menor a 127 mm medidos por ambos lados desde la grieta hasta la esquina no se registra delaminación de fisura hasta la esquina (Leguía y Pacheco, 2016).

Descascaramiento de juntas, son fracturas que se produce en el borde de paño del pavimento a menores de 0.60 m en la junta (Vásquez, 2002 págs. 46-80). Es la fractura en los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. usualmente no se extiende verticalmente a través de la losa, no intercepta la junta en ángulo. Se origina por esfuerzos excesivo en la unión y debido a las cargas de tránsito o por la penetración de materiales incompresible. Concreto con juntas débiles debido al exceso de manipulación.

Mejoramiento y rehabilitación, Según Suárez, 2019 (págs. 21-23), propone las siguientes soluciones de mejora para estructuras de pavimento: Parches y reparaciones de los servicios públicos: Es un área en el pavimento original se quita y se reemplaza con un material, adecuado para reparar el pavimento existente Según Suárez, 2019 (pp. 21-23). Reconstruir hace referencia a la demolición, retiro cambio parcial o total de la estructura del pavimento rígido (SENCICO, 2010).

La reparación de las patologías consiste primeramente en estudiarlas, analizarlas y proceder con el proceso de reparación en toda la estructura del pavimento, la reparación va a variar en función al tipo de patología y al nivel de severidad, muchas

veces es necesario adicionar material para reparar, estos materiales deben estar debidamente analizados en calidad y cantidad, las reparaciones sirven para garantizar el mantenimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la estructura por un periodo de vida preestablecido (SENCICO, 2010).

Los tipos de suelos son clasificados de acuerdo a un sistema internacional denominado Sistema de Clasificación Unificado (USCS). Este sistema se fundamenta generalmente el uso de laboratorio en donde se estudian el tamaño de las partículas del suelo, así como su composición química y el índice de plasticidad, este sistema contribuye en la clasificación mediante gráficos denominados ábacos, cuyas curvas, que determinado sus valores en los dos ejes van a dar un punto de correspondencia a un determinado tipo de suelo. Este sistema presenta las siguientes características:

Características del sistema de clasificación unificado (ASTM D-2487). Se clasifica los suelos en cuatro categorías principales, cada uno con su símbolo de categorías, cada una con símbolo que definen las propiedades del suelo.: Suelos de grano grueso. Son de naturaleza tipo grava y arena con menos del 50% pasa por el tamiz N.º 200. Los símbolos de grupo comienzan con el prefijo G para la grava o suelo grava del inglés “Gravel” y S para la arena o suelo arenoso del inglés “Sand”. Suelos de grano fino. Son aquellos que tienen 50% o más pasan por el tamiz N.º 200. Los símbolos de grupo comienzan con el prefijo M para limo inorgánico del sueco “mo y mjala”, C para arcilla inorgánica del inglés “Clay”. Suelos orgánicos. Son limos y arcillas que contienen una cantidad significativa de materia orgánica importante, con el prefijo O del inglés “Organic” (Ricardo, 2010).

Turbas. El símbolo Pt se usa para turba del inglés “peat”, lodos y otros suelos altamente orgánicos. Dependiendo del tamaño y tipo de partícula de suelo que se Presenta las siguientes definiciones, según el tamaño y naturaleza de las partículas del suelo: Cantos rodados. Partículas de roca que no pasan a través de una malla con abertura cuadrada de 12” (300 mm). Gujarros. Partículas de roca que pasa por una malla con abertura cuadrada de 12” (300 mm) y queda retenido en el tamiz de 3” (75 mm). Grava. Limo. Suelo que pasa el tamiz N° 200 (0.075 mm), de naturaleza no es plástica o ligeramente plástica y que poca o ninguna resistencia cuando se seca al aire.

Arcilla Orgánica. Que contiene suficiente material de tipo orgánico, la cual generalmente va a influir en las propiedades físico mecánicas del suelo. el limo orgánico contiene materia orgánica que influye en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas (Khon, 2002).

Este sistema de clasificación es también se utiliza sufijos que indican algunas características especiales de los suelos: W. significa bien gradado del inglés “Well grade”. P hace referencia a Mal gradado del inglés “Poorly graded”. L. señala Baja plasticidad, límite líquido menor a 50%, del inglés “Low plasticity”. H se refiere a Alta plasticidad, límite líquido mayor a 50%, del inglés “High plasticity”. Un símbolo doble. Corresponde a dos símbolos separados por un guion, GP-GM, SW-SC, CL-ML, estos se usan para señalar que el suelo contiene propiedades de dos grupos. Estos se obtienen cuando los finos del suelo entre 5 y 12% o cuando las coordenadas del límite líquido y el índice de plasticidad caen en el área sombreada CL-ML de la carta de plasticidad. La primera parte del doble símbolo indica si la fracción gruesa es pobremente o bien gradada.

Justificación de la Investigación. La presente investigación, se justifica socialmente porque se va a alcanzar una propuesta cuya contribución se orienta hacia la mejora del pavimento rígido de una de las avenidas de gran importancia de la ciudad de Huaraz y por donde circulan una gran cantidad de unidades vehiculares. Se justifica económicamente, en el sentido de que con la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido se va a poder reconstruir la avenida, ello va a permitir la fluidez del tránsito, se va a evitar la pérdida de tiempo, reducción de frecuencia de mantenimiento con la respectiva reducción de los costos, todos estos indicadores van a contribuir en la reducción de costos, por lo tanto, la propuesta contribuye en los aspectos económicos de los transportistas y de los usuarios (Hernández, Fernández, C y Baptista, 2014). Se justifica teóricamente, debido a que el presente estudio hará uso de los fundamentos teóricos de la tecnología del concreto. Los principios básicos de la ingeniería civil, y específicamente de la tecnología del concreto con referencia a los pavimentos rígidos; lo cuales podrán ser utilizados en futuras investigaciones. El presente estudio también se justifica en la práctica debido a que las empresas constructoras podrán usar los métodos y técnicas que se alcanzan en la propuesta, con esta propuesta podrán tomar

acciones de mejora o de toma de decisiones respecto a los procesos constructivos de construcción y reconstrucción de vías de concreto rígido.

Problema. Realidad problemática. En esta investigación tenemos como planteamiento del problema las vías de comunicación constituyen a nivel mundial los medios que permiten la circulación de cualquier tipo de vehículo o medio de transporte, estos medios permiten transportar pasajeros, maquinarias, productos, etc., en ese sentido, permiten la generación dinámica de la economía de una comunidad o de un país, por lo tanto, las vías de comunicación son muy importantes en todas las dimensiones sociales. Teniendo en cuenta ello, las vías de comunicación deben estar siempre en la capacidad de ser operativos, de permitir con comodidad el transporte dinámico, sin pérdidas de tiempo, y a costos adecuados. Las vías de comunicación a nivel mundial están construidas con concreto rígido; el periodo de vida de estas estructuras se estima en promedio en 20 años, periodo en que se deben realizar mantenimientos con la finalidad de que las vías se mantengan operativas y permitan el flujo normal de circulación de los vehículos en las vías. A nivel nacional, existen muchas comunidades o pueblos diseñado con calles, avenidas, jirones, pasajes, etc., los cuales pueden estar contruidos con concreto rígido, flexible, afirmado, trocha, etc. Las avenidas son vías de doble sentido, y generalmente estas contruidos con concreto rígido; y que en la mayor parte del país en las ciudades de la zona sierra se encuentran deterioradas, presentan diversos tipos de patologías que impiden el transporte fluido, de calidad, que generalmente generan diversos tipos de costos para los pasajeros, transportistas y choferes. El estado situacional de las condiciones del concreto de las avenidas de las ciudades y pueblos del país, generalmente se encuentran en condiciones malas en un 60%, regulares en un 30%, y buenas en un 20%. sobre todo, en los pueblos y más alejados del país, las avenidas se encuentran en estados de falla.

A nivel local, la avenida Antonio Raymondi, es una vía de transporte de la ciudad de Huaraz que tiene una distancia de 960 m y un ancho de 15 m en promedio, Presenta doble vía, y está construido de asfalto rígido, tiene en promedio 26 años de vida, se puede evidenciar la presencia de diversos tipos de patologías propios del concreto rígido. Por esta avenida circulan vehículos de carga ligera, mediana y

pesada. Es considerada como una de las avenidas de mayor importancia de la ciudad de Huaraz. los problemas que se han podido encontrar en esta importante avenida consiste en la presencia de diversos tipos de patologías y el desconocimiento de los diversos indicadores estructurales del concreto rígido del cual está construido. Los problemas encontrados consisten en que se desconocen los tipos de patologías que pudieran existir, el nivel de severidad de cada una de las patologías, también se desconoce el índice de condición del pavimento rígido, el tipo de suelo sobre la que está construida la avenida en estudio, así como también la resistencia a la compresión del concreto rígido del cual está construido la avenida. todos esos indicadores es necesario conocer con la finalidad de proponer la mejora del Estado situacional de la avenida Antonio Raymondi.

Los problemas indicados están generando los siguientes sub problemas. Las unidades de transporte se malogran con mayor frecuencia debido a la presencia de patologías a lo largo de toda la avenida. los dueños de las unidades vehiculares gastan en promedio un 20% más en el costo de mantenimiento y reparación de sus unidades vehiculares que en una vía que tenga un índice de condición de pavimento bastante aceptable. Los pasajeros y choferes No disponen de una buena calidad de transporte cuando las unidades vehiculares circulan por esta vía. La presencia de los diversos tipos de patologías está causando inseguridad, tanto para choferes como para peatones.

Dada la realidad problemática expuesta respecto al estado situacional de la condición del pavimento rígido en la avenida Antonio Raymondi de la ciudad de Huaraz, el investigador se propone evaluar el estado situacional del objeto de estudio, y en función de ello, realizar una propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la avenida Antonio Raymondi Huaraz, 2022.

En función a todo lo mencionado se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el estado y cómo proponer el mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi – Huaraz - 2022?

Conceptuación y operacionalización de variables

Tabla 3. Conceptuación y operacionalización de variables.

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi Huaraz, 2022	Es el estudio en donde se analizan las patologías, tipo de suelo, resistencia a la compresión y propuesta de mejora en función a los encontrados en el objeto de estudio (Ashlesha et al, 2017)	La variable Propuesta de mejoramiento del pavimento rígido se va a medir en función de cada uno de los indicadores de cada una de las dimensiones de patologías, Estudio de tipo de suelo, Resistencia a compresión y, Propuesta de mejora.	Estudio de patologías Estudio de tipo de suelo Resistencia a compresión Propuesta de mejora	Diagnóstico e identificación de patologías Cuantificación de las patologías Análisis de severidad de las patologías Granulometría por tamizado Clasificación de suelos Calculo de CBR Contenido de humedad Resistencia pavimento 1 Resistencia pavimento 2 Resistencia pavimento 3 Propuesta en función a las patologías e índices de severidad encontrados	Cuantitativa, de razón, numérica

Fuente: Elaboración propia

La investigación realizada como respuesta problema, planteó la siguiente hipótesis La propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Antonio Raymondi Huaraz, 2022 contribuiría en la mejora de su estado.

La presente investigación planteó como objetivo general Determinar la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi - Huaraz – 2022; para lo cual se propusieron cinco objetivos específicos:

- Identificar el nivel y el tipo de las patologías de la avenida Raymondi.
- Establecer el tipo de suelo existente en la av. Raymondi Huaraz.
- Determinar mediante el ensayo de la diamantina el espesor del pavimento requerido.
- Determinar el ensayo del Proctor modificado y el CBR.

- Realizar la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi.

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: La investigación implicará realizar experimentos solo para obtener conocimientos del pavimento rígido, pero no para manipular alguna variable dependiente, por lo tanto, la investigación será de tipo no experimental, se trabajará con una sola variable, es de tipo aplicada porque se va a aplicar los conocimientos de la tecnología del concreto, y específicamente el concreto rígido (Hernández, Fernández, baptista, 210).

Diseño de investigación: Se va a aplicar diseño de investigación descriptivo debido a que se va a describir las características situacionales que se van a encontrar en el pavimento rígido del espacio a estudiar. Se observará la muestra, se realizarán los análisis correspondientes y luego las evaluaciones, y según los resultados encontrados, se va a alcanzar una propuesta de mejoramiento del objeto de estudio (Hernández, Fernández, Baptista, 210).

El esquema de investigación es el siguiente:



Donde:

M: Muestras

O: Observaciones

A: Análisis

E: Evaluaciones.

2.2. Población y muestra

Población: La población estará conformada por todos los pavimentos de la ciudad de Huaraz.

Muestra: La muestra estará conformada por cuatro cuadras de la avenida Raymondi de la ciudad de Huaraz, la cual consta de 960 m², distribuidos en 04 cuadras, la muestra

estuvo constituida por las cuadras 2, 4, 6 y 8 debido a que fueron las que presentaron mayor cantidad de patologías.

2.3. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnica: la técnica a utilizar serán las observaciones de los diferentes parámetros de dimensiones e indicadores de la avenida, así como también, como técnica se van a utilizar los laboratorios que se van a utilizar con la finalidad de conocer ciertos parámetros propios del estudio del pavimento rígido. Esta técnica guardará coherencia de con la matriz de operacionalización variables.

Instrumento: El instrumento a aplicar será el registro de datos en donde se van a llenar los datos o mediciones obtenidos de la avenida, así como de los laboratorios que se van a desarrollar con la finalidad de conocer ciertos parámetros propios del estudio del pavimento rígido.

Validación: El instrumento será validado por el método conocido como Juicio de Expertos, para ello, el instrumento y la hoja de validación serán entregados a cada uno de los tres expertos, para que, según criterio de ellos, validen al instrumento; en ese sentido, el investigador va a entregar un juego de una matriz de validación a tres expertos ingenieros civiles para que realicen las respectivas validaciones, se aceptará la validación siempre en cuando se acepte en un promedio de 75% en adelante.

Confiabilidad: La confiabilidad del instrumento va a ser calculada utilizando el método de Alfa de Cronbach, la cual va a ser calculado utilizando una hoja de cálculo. Para el instrumento sea aprobado, el valor de alfa será mayor a 0.80.

Propuesta: Se va alcanzar una propuesta de mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi, para ello se van a tomar en cuenta las siguientes actividades: Estudio de suelos, estudio del tráfico, análisis granulométrico por tamizado ASTM, determinación del tipo de suelo, evaluación de la resistencia a la compresión, determinación de los límites de Atterberg, determinación del espesor del pavimento,

diseño de un pavimento rígido, módulo de reacción de la subrasante y la sub-base, evaluación del módulo de rotura, diseño por el método AASHTO

Procedimiento

En el objetivo específico 1, se aplicaron los métodos de observación, análisis y medición de las patologías presentes en las vías de la avenida Raymondi, los datos fueron procesados para determinar las cantidades y porcentualidades de presencia de las patologías, así como también, sus respectivos índices de severidad. En el objetivo 2 se aplicó método experimental, para ello se realizaron 3 calicatas en distintos lugares de la avenida Raymondi con una profundidad de 1.50, el suelo de la calicata fue llevado al laboratorio separa poder saber el tipo de suelo, el análisis de suelos se realizó en el laboratorio de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L. Para el objetivo específico 3 se realizó el ensayo de diamantina, en este caso se sacó muestras del pavimento rígido y luego se lo llevó al laboratorio y se realizó el ensayo para poder saber la resistencia del concreto del pavimento y también para saber el espesor, esto se llevó a cabo en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA S.A.C. En el objetivo específico 4, se aplicó el método experimental porque se determinó el Proctor modificado y CBR en el laboratorio con suelos extraído de las calicatas. En el objetivo específico 5, que trata sobre la propuesta, se aplicaron los métodos de documentación y análisis de investigaciones similares para poder proponer el mejoramiento del pavimento rígido de la avenida Raymondi de la ciudad de Huaraz

III. RESULTADOS

- **Identificar el nivel y el tipo de las patologías de la avenida Raymondi.**

La avenida Raymondi se encuentra ubicada en el distrito de Huaraz, es una avenida principal que interseca a las avenidas Gamarra y la avenida Mariscal de Luzuriaga, para el presente estudio se ha tomado 09 cuadras de la avenida, esto es desde el puente Raymondi que se encuentra en el Rio Santa hasta la avenida Gamarra, la longitud de esta avenida es de 980 metros, y para la muestra se ha tomado las cuadras pares, cuadra 2 de 160 m, cuadra 4, cuadra 6 con 81.3 m, y cuadra 08 con 90.5 m; como es una avenida que consta de dos calles de ida y vuelta, se ha tomado como calle 1 y calle 2. (La ubicación se ha graficado en dos planos, los cuales se encuentran en anexos)

Tabla 4.

Patologías encontradas.

PATOLOGÍAS	CÓDIGO
Grieta de esquina	GRIES
Loza dividida	LODI
Grieta lineal	GRILI
Parche grande	PAGRA
Parche pequeño	PAPE
Polimento de agregado	POAGRE
Descascaramiento de junta	DESJU

Cuadra 1

Tabla 5

Tipos de Patologías encontradas en la Cuadra 2.

CUADRA 2	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total, patología
Calle 1	20	45	29	26	13	52	27	212
Calle 2	15	48	38	29	12	58	35	235
TOTAL	35	93	67	55	25	110	62	447

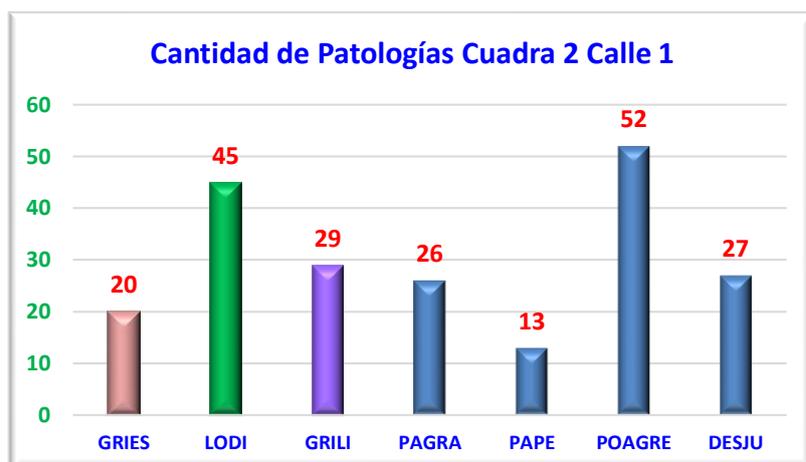


Figura 2. Área con presencia de patologías en la cuadra 2 calle 1.

En la cuadra 2, calle 1, se encontraron la presencia de 20 grietas de esquina, 45 lozas divididas, 29 grietas lineales, 26 parches grandes, 13 parches pequeñas, 52 polimentos agregados, y 27 descascaramiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, losas divididas y las grietas lineales.

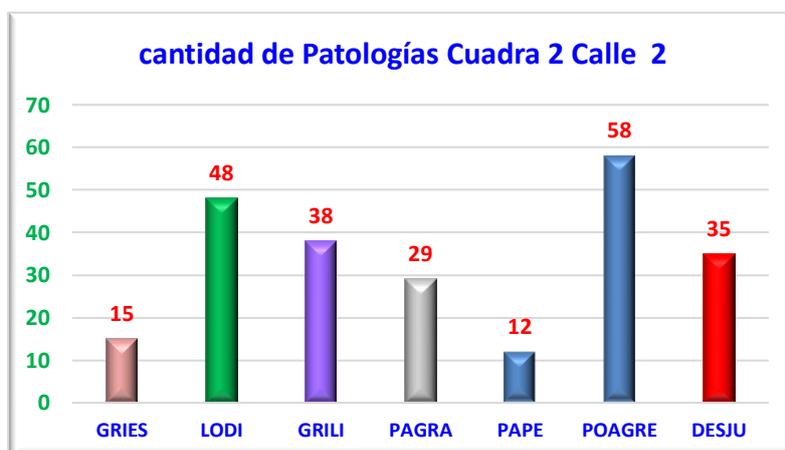


Figura 3. Área con presencia de patologías en la cuadra 2 calle 2

En la cuadra 2, calle 2, se encontraron la presencia de 15 grietas de esquina, 48 lozas divididas, 38 grietas lineales, 29 parches grandes, 12 parches pequeñas, 58 polimentos agregados, y 35 descascaramiento de juntas. Tal como se puede observar, las

patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, losas divididas y las grietas lineales.

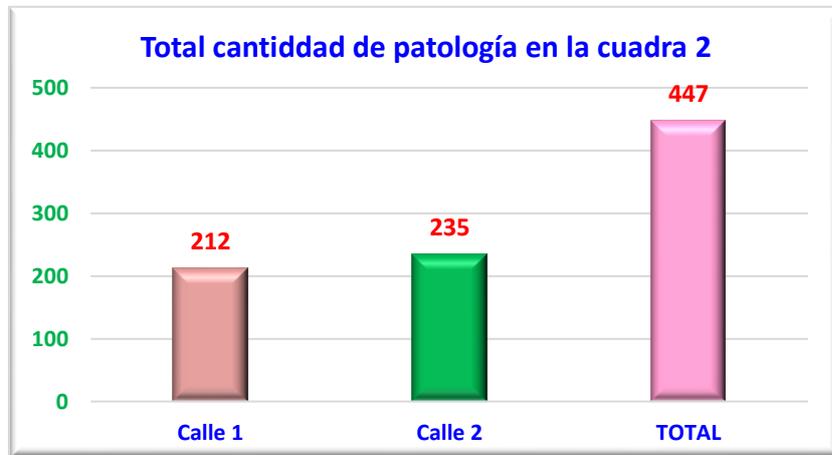


Figura 4. Área con presencia de patologías en la cuadra 2 calle 2

En la cuadra 2 se pudo encontrar en total 212 patologías en la calle 1 y 235 patologías en la calle 2, es decir, en la cuadra 2 se encontraron en total 447 patologías.

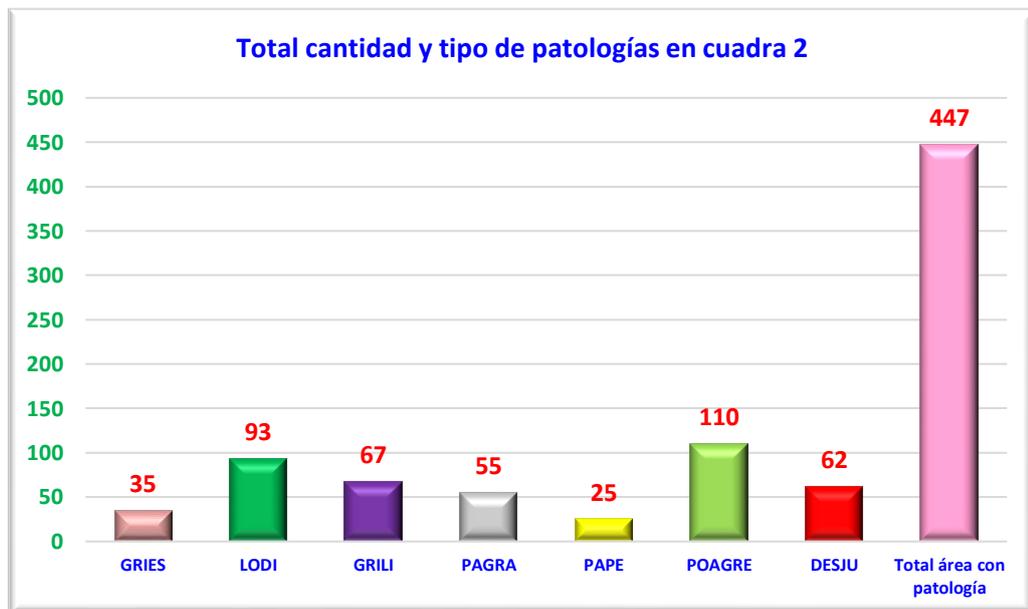


Figura 5. Áreas totales por tipos de patologías encontradas en la cuadra 2

En la cuadra 2 se encontró en total 35 patologías de grietas de esquina, 93 losas divididas, 67 grietas lineales, 55 parches grandes, 25 parches pequeños, 110 polimentos de agregados, y 62 descascaramientos de juntas; haciendo un total de 447 patologías.

Tabla 6

Mapa de nivel de severidad cuadra 2

CUADRA 2	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total severidad por calle
Calle 1	20.0	45.0	29.0	26.0	13.0	52.0	27.0	212.0
Calle 2	15.0	48.0	38.0	29.0	12.0	58.0	35.0	235.0
TOTAL	35.0	93.0	67.0	55.0	25.0	110.0	62.0	447.0
	Leve	Moderado	Severo					

Tabla 7. *Resumen de índice de severidad en Oficina 2*

SEVERIDAD	CANTIDAD	%
Leve	264	59.1
Moderado	129	28.9
Severo	54	12.1
Total patología Cuadra 2	447	100.0

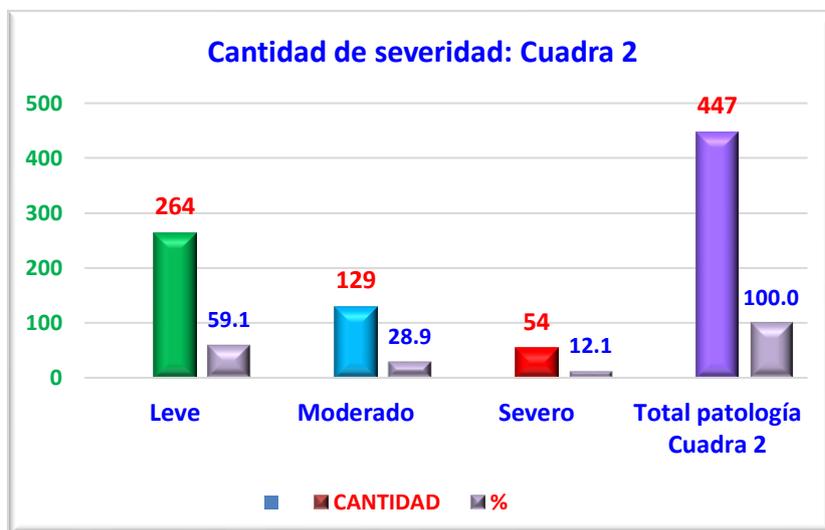


Figura 6. Resumen de índice de severidad en Cuadra 2

Los índices de severidad encontrados en la cuadra 2 fue: 264 patologías (59.1%) leves, 129 patologías (28.9%) con índice de severidad moderado, y 54 patologías (12.1%) con índice de severidad severo.

Cuadra 4.

Tabla 8.

Tipos de *Patologías encontradas en la Cuadra 4.*

CUADRA 4	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total área con patología
Calle 1	13	11	16	20	3	42	1	106
Calle 2	9	17	12	22	2	38	1	101
TOTAL	22	28	28	42	5	80	2	207

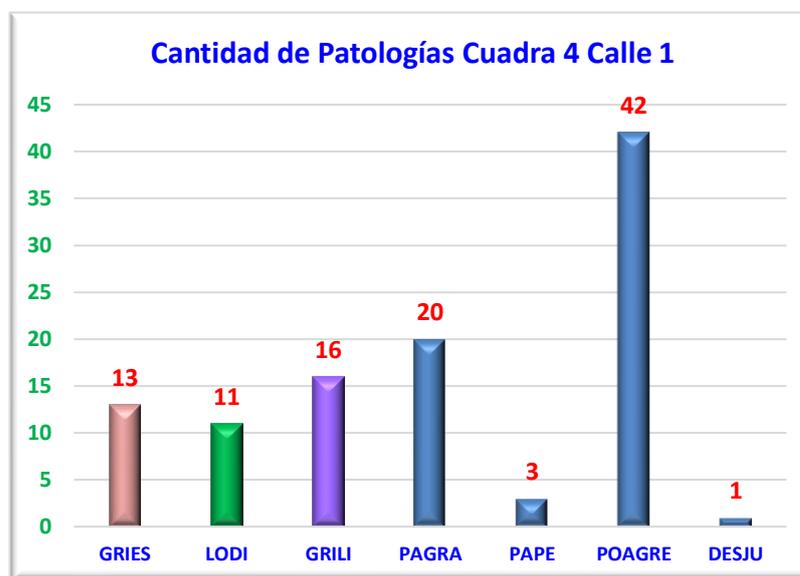


Figura 7. Área con presencia de patologías en la cuadra 4 calle 1

En la cuadra 4, calle 1, se encontraron la presencia de 13 grietas de esquina, 11 lozas divididas, 16 grietas lineales, 20 parches grandes, 03 parches pequeñas, 42 polimentos agregados, y 01 descascaramiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, los parches grandes y las grietas lineales.

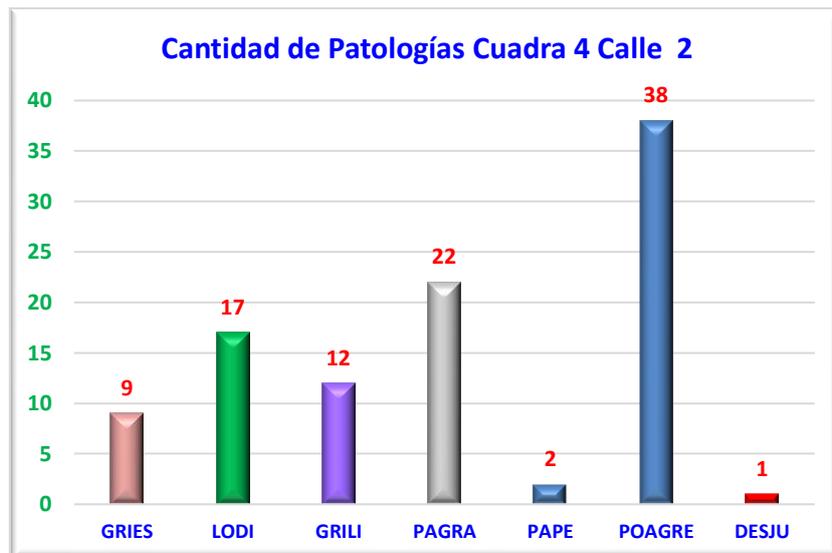


Figura 8. Área con presencia de patologías en la cuadra 4 calle 2

En la cuadra 4, calle 2, se encontraron la presencia de 09 grietas de esquina, 17 losas divididas, 12 grietas lineales, 22 parches grandes, 02 parches pequeñas, 38 polimentos agregados, y 01 descascaramiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, los parches grandes y las losas divididas.

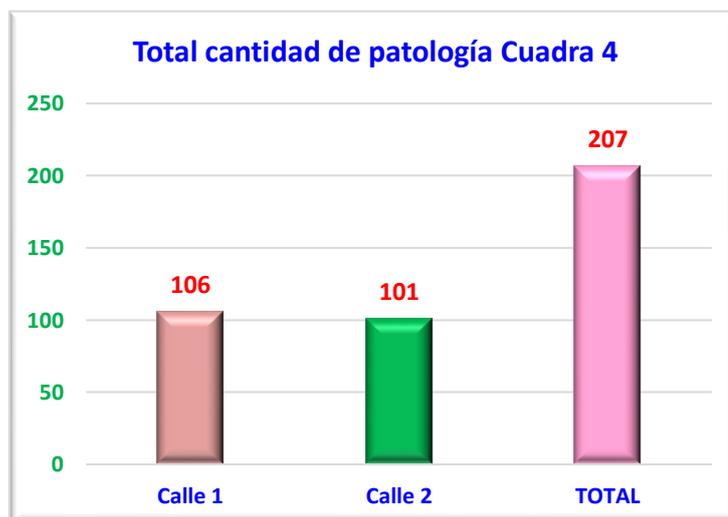


Figura 9. Cantidad total de patologías en la cuadra 4

En la cuadra 4 se pudo encontrar en total 106 patologías en la calle 1 y 101 patologías en la calle 2, es decir, en la cuadra 4 se encontraron en total 207 patologías.

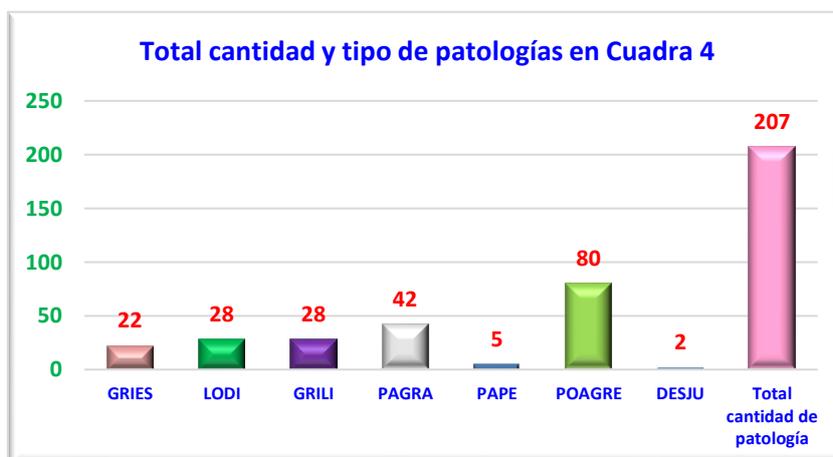


Figura 10. Cantidad total y tipo de patologías en la cuadra 4

En la cuadra 4 se encontró en total 22 patologías de grietas de esquina, 28 losas divididas, 28 grietas lineales, 42 parches grandes, 05 parches pequeños, 80 polimentos de agregados, y 02 descascaramientos de juntas; haciendo un total de 207 patologías.

Tabla 9

Índice de severidad cuadra 4.

CUADRA 4	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total, severidad por calle
Calle 1	13	11	16	20	3	42	1	106
Calle 2	9	17	12	22	2	38	1	101
TOTAL	22	28	28	42			2	207
	Leve		Moderado		Severo			

Tabla 10

Resumen de índice de severidad.

SEVERIDAD	CANTIDAD	%
Leve	80	38.6
Moderado	87	42.0
Severo	40	19.3
Total patología Cuadra 4	207	100.0

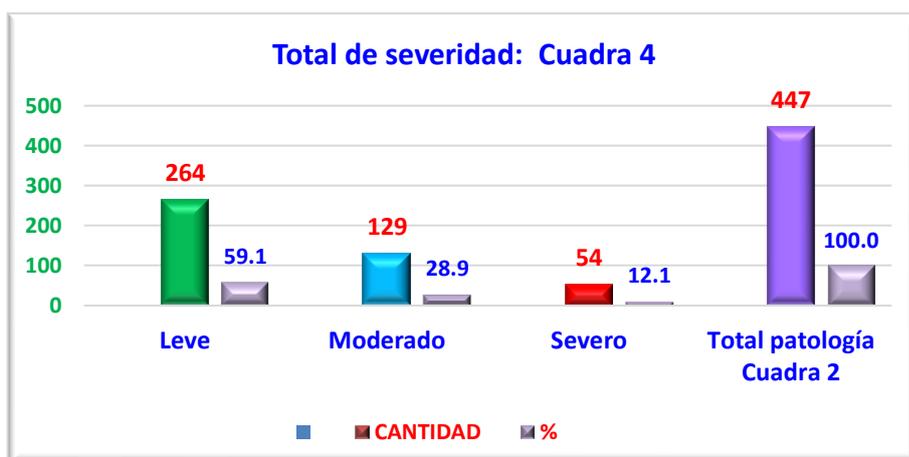


Figura 11. Resumen de índice de severidad en Cuadra 4

Los índices de severidad encontrados en la cuadra 2 fue: 264 patologías (59.1%) leves, 129 patologías (28.9%) con índice de severidad moderado, y 54 patologías (12.1%) con índice de severidad severo.

Cuadra 6

Tabla 11.

Tipos de *Patologías encontradas en la Cuadra 2.*

CUADRA 6	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total área con patología
Calle 1	18	23	19	13	12	31	4	120
Calle 2	24	17	21	7	6	39	2	116
TOTAL	42	40	40	20	18	70	6	236

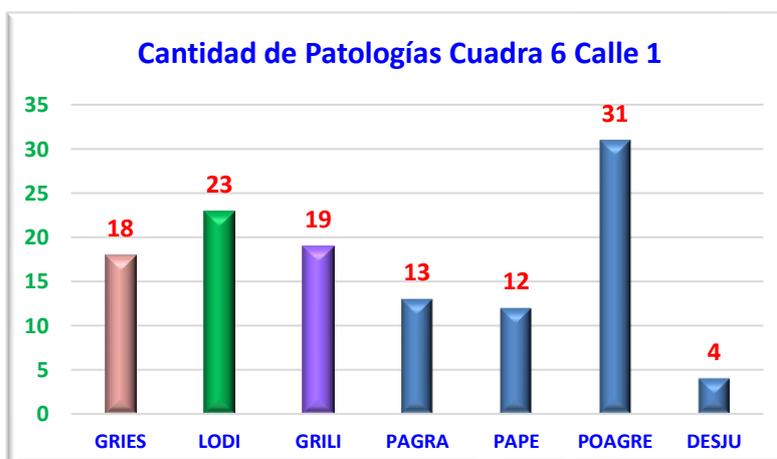


Figura 12. Área con presencia de patologías en la cuadra 6 calle 1

En la cuadra 6, calle 1, se encontraron la presencia de 18 grietas de esquina, 23 lozas divididas, 19 grietas lineales, 13 parches grandes, 23 parches pequeñas, 31 polimentos agregados, y 04 descascaramiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, losas divididas y las grietas lineales.

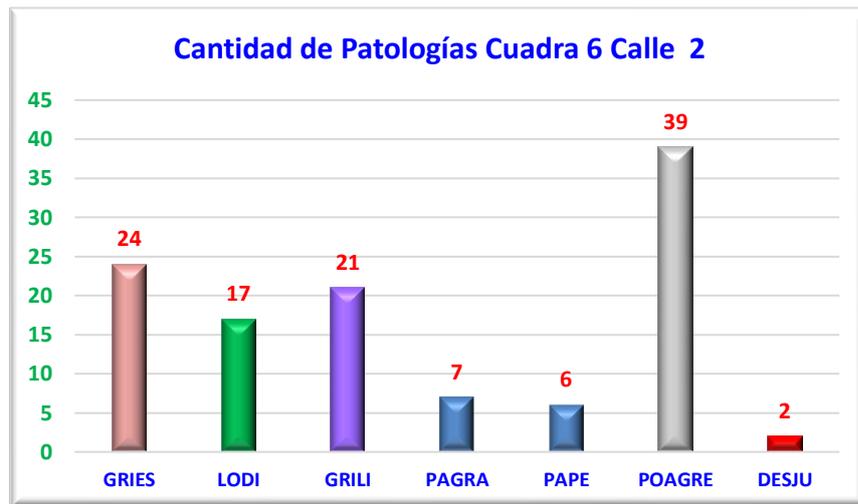


Figura 13. Área con presencia de patologías en la cuadra 6 calle 2

En la cuadra 6, calle 2, se encontraron la presencia de 24 grietas de esquina, 17 lozas divididas, 21 grietas lineales, 07 parches grandes, 06 parches pequeñas, 39 polimentos agregados, y 02 descascaramiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, grietas de esquina y las grietas lineales.

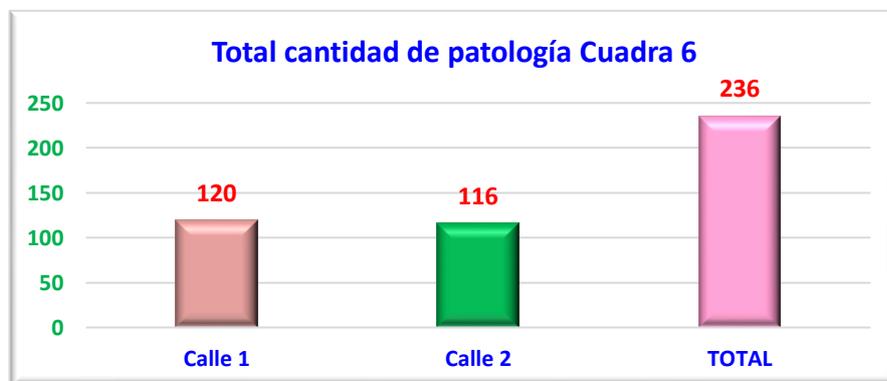


Figura 14. Cantidad total de patologías en la cuadra 6

En la cuadra 6 se pudo encontrar en total 120 patologías en la calle 1 y 116 patologías en la calle 2, es decir, en la cuadra 6 se encontraron en total 236 patologías.

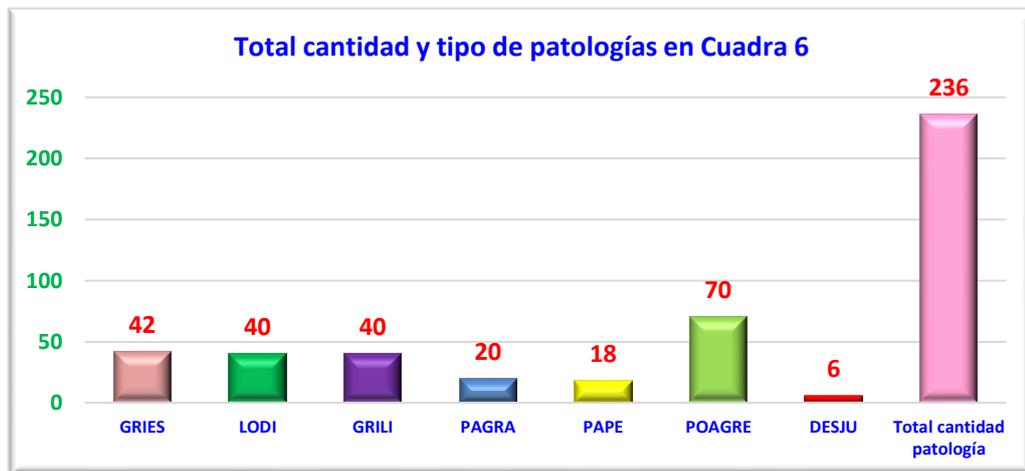


Figura 15. Áreas totales por tipos de patologías encontradas en la cuadra 2

En la cuadra 6 se encontró en total 42 patologías de grietas de esquina, 40 losas divididas, 40 grietas lineales, 20 parches grandes, 18 parches pequeños, 70 polimentos de agregados, y 06 descascaramientos de juntas; haciendo un total de 236 patologías.

Tabla 12

Mapa de nivel de severidad cuadra 6.

CUADRA 6	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total severidad por calle
Calle 1	18	23	19	13	12	31	4	120
Calle 2	24	17	21	7	6	39	2	116
TOTAL	42	40	40			70	6	236
	Leve		Moderado		Severo			

Tabla 13.

Resumen de índice de severidad en cuadra 6.

SEVERIDAD	CANTIDAD	%
Leve	118	50.0
Moderado	74	31.4
Severo	44	18.6
Total, patología Cuadra 6	236	100.0

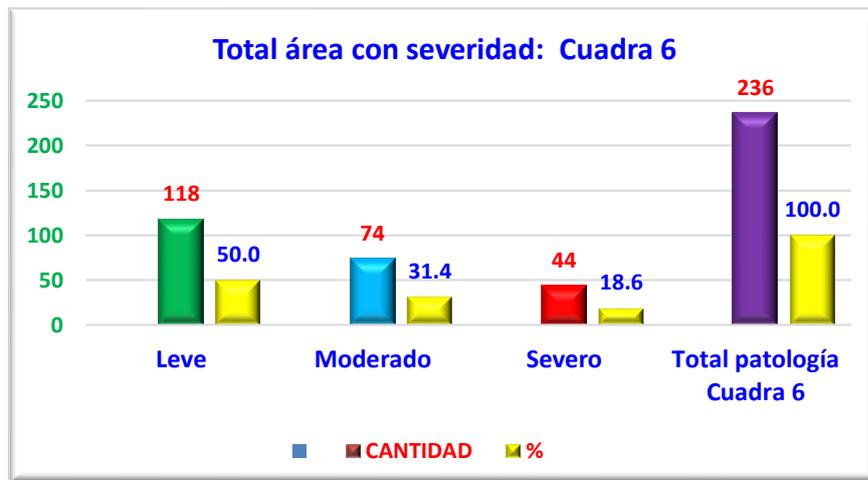


Figura 16. Resumen de índice de severidad en Cuadra 6.

Los índices de severidad encontrados en la cuadra 6 fue: 118 patologías (50.0%) leves, 74 patologías (31.4%) con índice de severidad moderado, y 44 patologías (18.6%) con índice de severidad severo.

Cuadra 8

Tabla 14.

Tipos de *Patologías encontradas en la Cuadra 8.*

CUADRA 8	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total cantidad patología
Calle 1	14	11	23	19	16	102	11	196
Calle 2	24	14	17	29	14	88	9	195
TOTAL	38	25	40	48	30	190	20	391

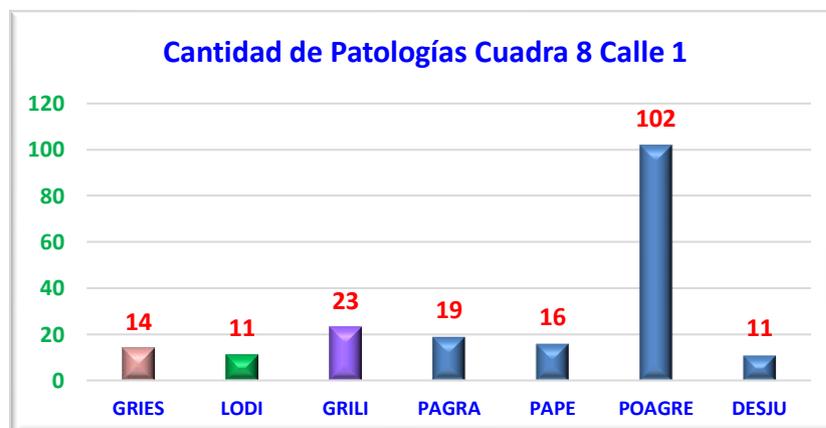


Figura 17. Área con presencia de patologías en la cuadra 8 calle 1

En la cuadra 8, calle 1, se encontraron la presencia de 14 grietas de esquina, 11 lozas divididas, 23 grietas lineales, 19 parches grandes, 16 parches pequeñas, 102 polimentos agregados, y 11 descascamiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, grietas lineales y parches grandes.

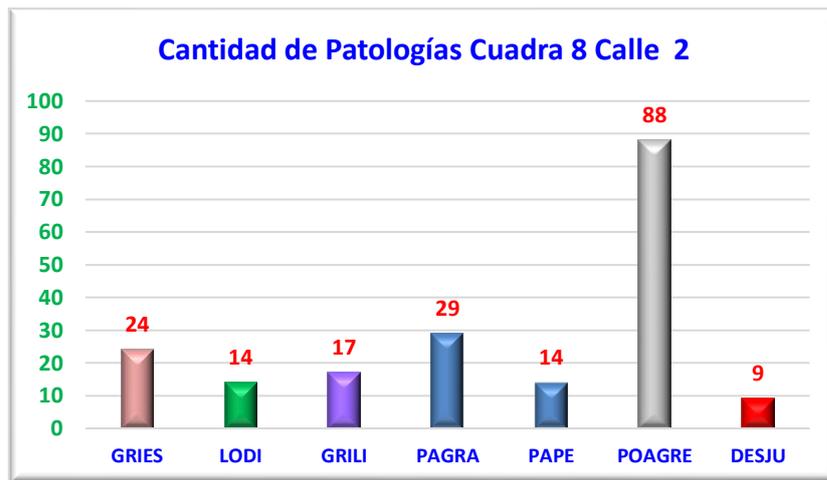


Figura 18. Área con presencia de patologías en la cuadra 8 calle 2.

En la cuadra 8, calle 2, se encontraron la presencia de 24 grietas de esquina, 14 lozas divididas, 17 grietas lineales, 29 parches grandes, 14 parches pequeñas, 88 polimentos agregados, y 09 descascamiento de juntas. Tal como se puede observar, las patologías con mayor presencia fueron los polimentos de agregados, parches grandes grietas de esquina.

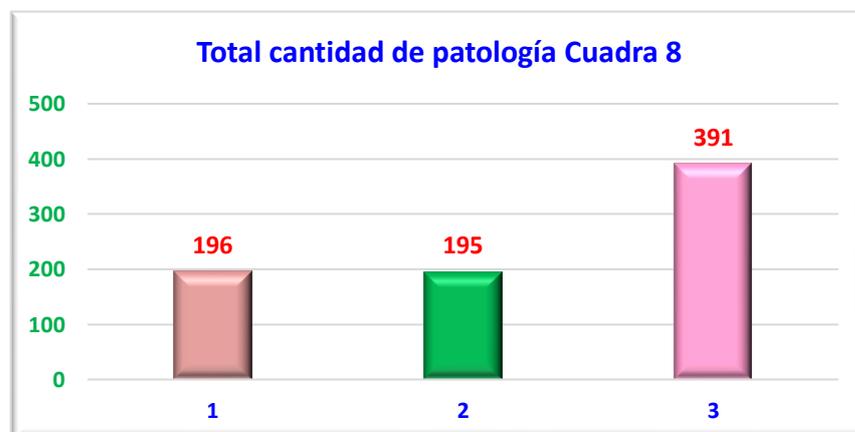


Figura 19. Cantidad total de patologías en la cuadra 8.

En la cuadra 8 se pudo encontrar en total 196 patologías en la calle 1 y 195 patologías en la calle 2, es decir, en la cuadra 4 se encontraron en total 391 patologías.

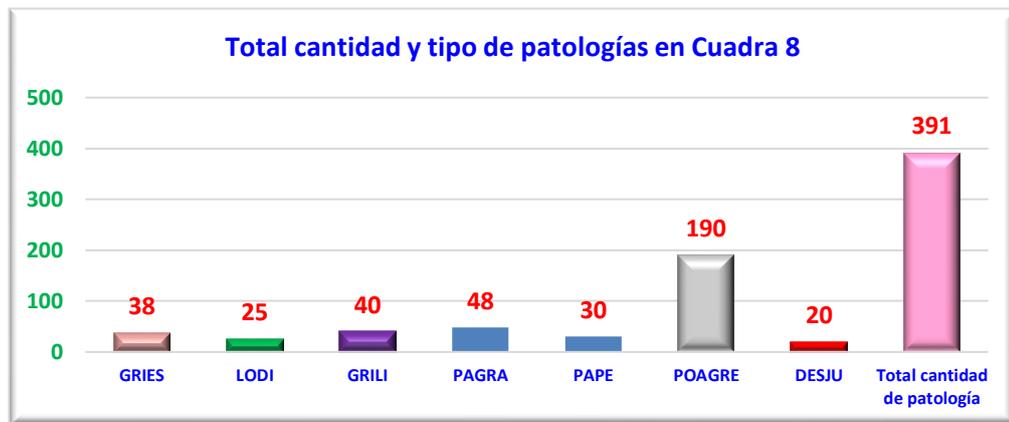


Figura 20. Áreas totales por tipos de patologías encontradas en la cuadra 8.

En la cuadra 8 se encontró en total 38 patologías de grietas de esquina, 25 losas divididas, 40 grietas lineales, 48 parches grandes, 30 parches pequeños, 190 polimentos de agregados, y 20 descascaramientos de juntas; haciendo un total de 391 patologías.

Tabla 15

Mapa de nivel de severidad cuadra 2.

CUADRA 8	GRIES	LODI	GRILI	PAGRA	PAPE	POAGRE	DESJU	Total severidad por calle
Calle 1	14	11	23	19	16	102	11	196
Calle 2	24	14	17	29	14	88	9	195
TOTAL	38	25	40	48	30	190	20	391
	Leve	Moderado	Severo					

Tabla 16.

Resumen de índice de severidad en cuadra 8.

SEVERIDAD	CANTIDAD	%
Leve	250	63.9
Moderado	73	18.7
Severo	68	17.4
Total patología Cuadra 8	391	100.0

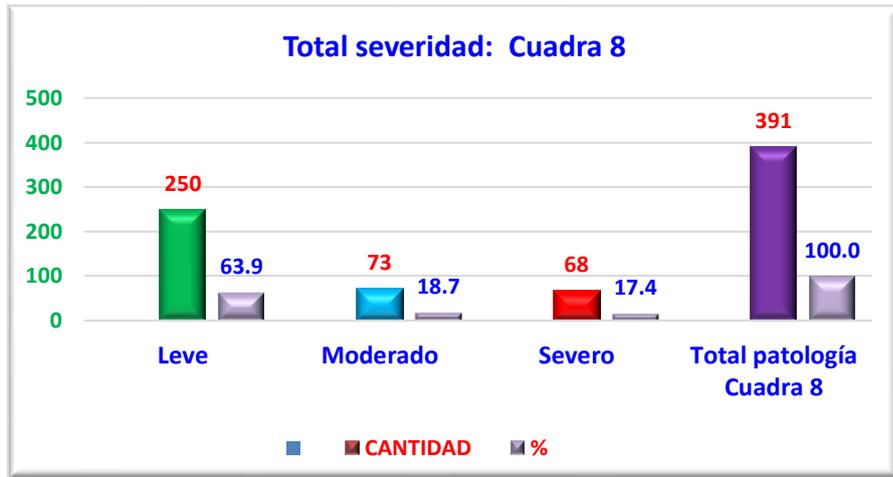


Figura 21. Resumen de índice de severidad en Cuadra 8

Los índices de severidad encontrados en la cuadra 8 fue: 250 patologías (63.9%) leves, 73 patologías (18.7%) con índice de severidad moderado, y 68 patologías (17.4%) con índice de severidad severo.

Resumen

Tabla 17. Resumen de cantidad de patologías por severidad.

Cuadras	INDICE DE SEVERIDAD %			Total
	Leve	Moderado	Severo	
Cuadra 2	264	129	54	447
Cuadra 4	80	87	40	207
Cuadra 6	118	74	44	236
Cuadra 8	250	73	68	391
TOTAL	712.0	363.0	206.0	1281.0

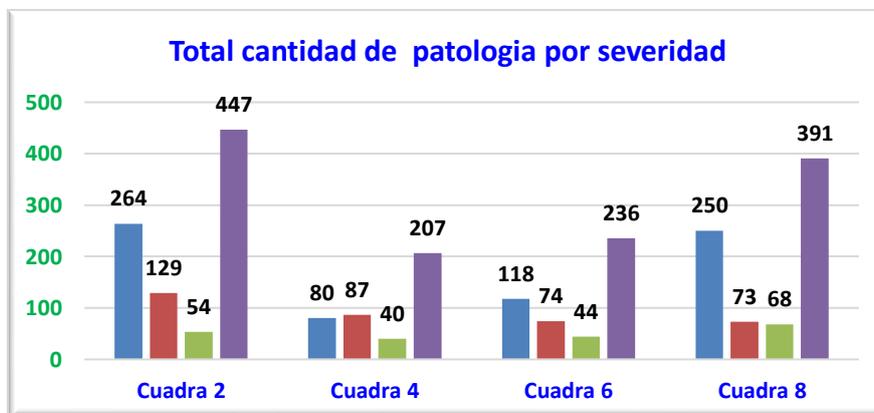


Figura 22. Resumen de cantidad de patologías por severidad

Como resumen de todas las cuadras se ha encontrado que en la cuadra 2 se encontraron 264 patologías leves, 129 moderados y 54 severos, con un total de 447 patologías. En la cuadra 4 se encontraron 80 patologías leves, 87 moderados y 40 severos, con un total de 207 patologías. En la cuadra 6 se encontraron 118 patologías leves, 74 moderados y 44 severos, con un total de 236 patologías. En la cuadra 8 se encontraron 250 patologías leves, 73 moderados y 68 severos, con un total de 391 patologías.

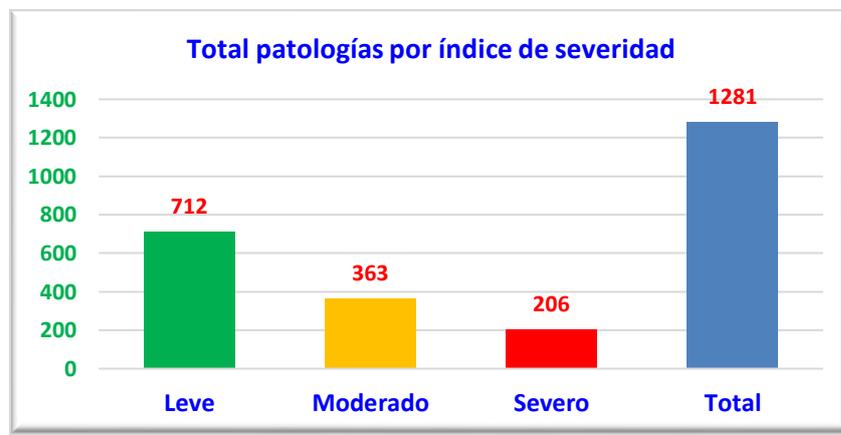


Figura 23. Resumen de total de patologías por severidad.

En total se han encontrado 712 patologías leves, 363 patologías moderadas, 206 patologías severa, haciendo un total de 1281 patologías encontradas en la avenida Raymondi.

- **Establecer el tipo de suelo existente en la av. Raymondi Huaraz, 2022.**

Calicata 01

En la calicata 01 se encontró los siguientes resultados:

Resumen de ensayos estándar de laboratorios

Resultados de ensayos de contenido de humedad

Contenido de humedad: 6.57%

Resultados del ensayo de granulometría

Cantidad de grava (%): 52.08%

Cantidad de Arena (%): 26.74%

Cantidad de Finos (%): 21.18%

Clasificación de suelos

Clasificación unificada: GM

De Suelos (SUCS): GM

ASTM D- 2487: GM

Clasificación AASHTO: A -1B (O)

ASTM D – 3282 – AASHTO M 145: A-1B (O)

Resumen de ensayos especiales de laboratorio

CBR 100% (ASTM D – 1883): 55.6

CBR 95% (ASTM D – 1883): 39.69

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D – 1557)

Peso volumétrico seco máximo: 2.10

Contenido de humedad %: 8.58 %

Contenido de humedad

Tabla 18. Contenido de humedad calicata 01

Humedad	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	7.13%	6.34%	6.26%

Análisis granulométrico por tamizado

Tabla 19. Cantidad de material calicata 01

Material	Cantidad
Grava (%)	52.08
Arena (%)	26.74
Finos (%)	21.18

Límites de consistencia

Determinación del límite líquido y límite plástico ASTM D – 4318:

Tabla 20. límite líquido y límite plástico calicata 01

Límites	Cantidad
Límite líquido (L. L)	0.00
Límite plástico (L. P.)	0.00

Índice de plasticidad (I. P.) 0.00

Características de compactación usando esfuerzo modificado

Tabla 21. Características de compactación calicata 01

Límites	Cantidad
Contenido de humedad óptimo:	8.58%
Peso volumétrico:	2.10 T/m ³

Resumen del objetivo específico . El tipo de suelo encontrado en las calicatas 01 y 02 fueron GM, es decir, Grava limosa, mezclas grava, arena, limo, y en la calicata 03 fue SM, es decir, Arenas limosas, mezclas arena – limo.

- **Determinar la resistencia a la compresión del concreto existente en la av. Raymondi**

La resistencia a la compresión del concreto existente en la av. Raymondi Huaraz, 2022 encontrado a través del uso el laboratorio en donde se encontró que el espesor del pavimento 5.5 cm. Las resistencias a la compresión encontrada aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 22

Resistencia a la compresión.

Pavimento	Resistencia
Concreto de pavimento 1	$f'c = 275.9 \text{ kg/cm}^2$
Concreto de pavimento 2	$f'c = 258.1 \text{ kg/cm}^2$
Concreto de pavimento 3	$f'c = 294.4 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia compresión del concreto encontrado en la av. Raymondi Huaraz, 2022 fueron en el pavimento 275.9 kg/cm², en el pavimento 2 se encontró 258.1 kg/cm² y en el pavimento 3 se encontró 294.4 kg/cm². Mediante el ensayo de diamantina se encontró un espesor de pavimento adecuado de 5.5 cm

- **Determinar CBR del afirmado de la base del pavimento en la av. Raymondi Huaraz, 2022.**

Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR

Características de compactación

Tabla 23. Ensayo de relación de CBR calicata 01

Penetración (pulg)	Carga tipo (Kg/cm2)	Muestras (CBR %)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.100	70.30	55.56%	48.95%	39.69%
0.200	105.45	57.33%	50.27%	42.33%

Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR

Tabla 24. Resumen de CBR calicata 01

Límites	Cantidad
CBR al 100%	55.56%
CBR al 95%:	39.69%

Calicata 02

Resumen de ensayos estándar de laboratorios

Resultados de ensayos de contenido de humedad

Contenido de humedad: 3.51%

Resultados del ensayo de granulometría

Cantidad de grava (%): 53.68%

Cantidad de Arena (%): 34.22%

Cantidad de Finos (%): 12.11%

Clasificación de suelos

Clasificación unificada: GM

De Suelos (SUCS): GM

ASTM D- 2487: GM

Clasificación AASHTO: A -1B (O)

ASTM D – 3282 – AASHTO M 145: A-1B (O)

Resumen de ensayos especiales de laboratorio

CBR 100% (ASTM D – 1883): 61.74

CBR 95% (ASTM D – 1883): 44.10

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D – 1557)

Peso volumétrico seco máximo: 2.17

Contenido de humedad óptima: 7.11

Tabla 25. Contenido de humedad calicata 02

Humedad	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	3.36%	3.71%	3.47%

Análisis granulométrico por tamizado

Tabla 26. Cantidad de material calicata 02

Material	Cantidad
Grava (%)	53.68
Arena (%)	34.22
Finos (%)	12.11

Límites de consistencia

Determinación del límite líquido y límite plástico ASTM D – 4318:

Tabla 27. límite líquido y límite plástico calicata 02

Límites	Cantidad
Límite líquido (L. L.)	0.00
Límite plástico (L. P.)	0.00
Índice de plasticidad (I. P.)	0.00

Características de compactación usando esfuerzo modificado

Tabla 28. Características de compactación calicata 02

Límites	Cantidad
Contenido de humedad óptimo:	7.11%
Peso volumétrico:	2.17 T/m ³

Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR

Tabla 29. Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR calicata 02

Penetración (pulg)	Carga tipo (Kg/cm ²)	Muestras (CBR %)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.100	70.30	61.74%	54.39%	44.10%
0.200	105.45	63.70%	55.86%	47.04%

Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR

Tabla 30 Resumen de resultados CBR calicata 02

Límites	Cantidad
CBR al 100%	61.74%
CBR al 95%:	44.10%

Calicata 03

Resumen de ensayos estándar de laboratorios

Resultados de ensayos de contenido de humedad

Contenido de humedad: 3.75%

Resultados del ensayo de granulometría

Cantidad de grava (%): 45.99%

Cantidad de Arena (%): 33.59%

Cantidad de Finos (%): 20.42%

Clasificación de suelos

Clasificación unificada: SM

De Suelos (SUCS): SM

ASTM D- 2487: GM

Clasificación AASHTO: A -1B (O)

ASTM D – 3282 – AASHTO M 145: A-1B (O)

RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO

CBR 100% (ASTM D – 1883): 30.87

CBR 95% (ASTM D – 1883): 22.05

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D – 1557)

Peso volumétrico seco máximo: 2.06

Contenido de humedad óptima %: 9.12 %

Contenido de humedad

Tabla 31. Contenido de humedad calicata 03

Humedad	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	3.93%	3.44%	3.87%

Análisis granulométrico por tamizado

Cantidad de material

Tabla 32. Cantidad de material calicata 03

Material	Cantidad
Grava (%)	45.99
Arena (%)	33.59
Finos (%)	20.42

Límites de consistencia

Determinación del límite líquido y límite plástico ASTM D – 4318:

Tabla 33. Determinación del límite líquido y límite plástico calicata 03

Límites	Cantidad
Límite líquido (L. L)	0.00
Límite plástico (L. P.)	0.00
Índice de plasticidad (I. P.)	0.00

Características de compactación usando esfuerzo modificado

Tabla 34. Características de compactación usando esfuerzo modificado calicata 03

Límites	Cantidad
Contenido de humedad óptimo:	9.12%
Peso volumétrico:	2.06 T/m ³

Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR

Tabla 35. Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR calicata 03

Penetración (pulg)	Carga tipo (Kg/cm2)	Muestras (CBR %)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.100	70.30	30.87%	27.19%	22.05%
0.200	105.45	31.85%	27.93%	23.52%

Ensayo de la Relación de Soporte de California CBR

Tabla 36. Resumen de resultados calicata 03

Límites	Cantidad
CBR al 100%	30.87%
CBR al 95%:	22.05%

Resumen del estudio de las calicatas

Granulometría

Tabla 37. Resumen de granulometría

Granulometría	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cantidad de grava (%)	52.08%	53.68%	45.99%
Cantidad de Arena (%)	26.74%	34.22%	33.59%
Cantidad de Finos (%)	21.18%	12.11%	20.42%

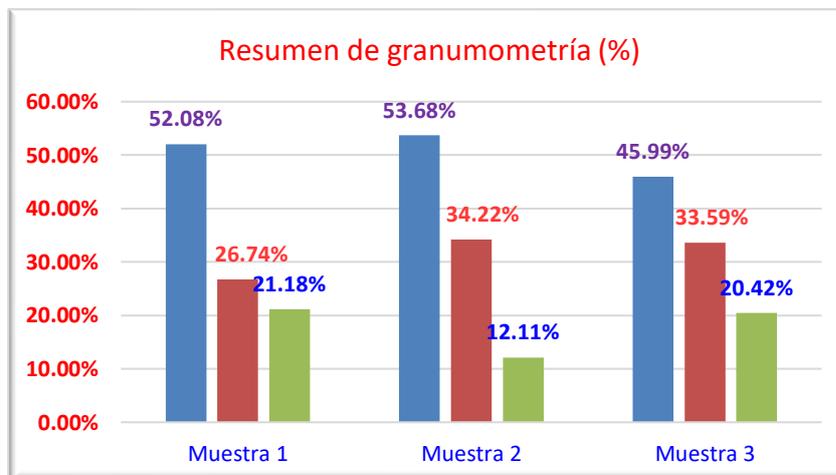


Figura 24. Resumen de granulometría

El resumen de los datos obtenidos de la cantidad de grava en la muestra 1 de las calicatas fue 52.08%, en arena fue 26.74% y en finos fue 21.18%. En la muestra 2 de las calicatas fue 53.68%, en arena fue 34.22% y en finos fue 12.11%. En la muestra 3 de las calicatas fue 45.99%, en arena fue 33.59% y en finos fue 20.42%.

CBR

Tabla 38. CBR Calicata 01

CBR	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
CBR 100%	55.60	61.74	30.87
CBR 95%	39.69	44.10	22.05

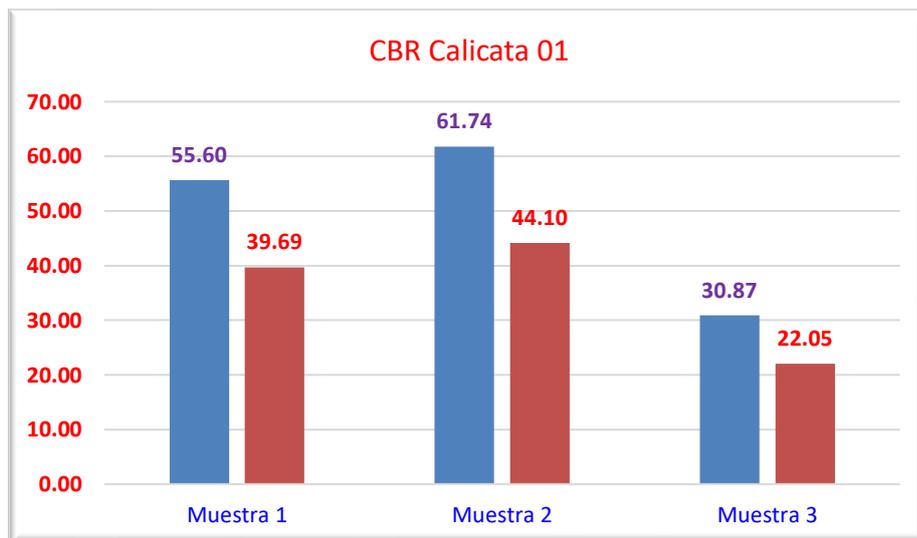


Figura 25. CBR Calicata 01

El promedio de los datos obtenidos respecto a CBR 100% en la muestra 1 de las calicatas fue 55.60%, en CBR 95% fue 36.69%, sobre CBR 100% en la muestra 2 de las calicatas fue 61.74%, en CBR 95% fue 44.10%. En la muestra 3 de las calicatas el CBR 100% fue 30.87%, en CBR 95% fue 22.05%.

Contenido de humedad

Calicata 01

Tabla 39. Contenido de humedad en calicata 01

Humedad	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	7.13%	6.34%	6.26%

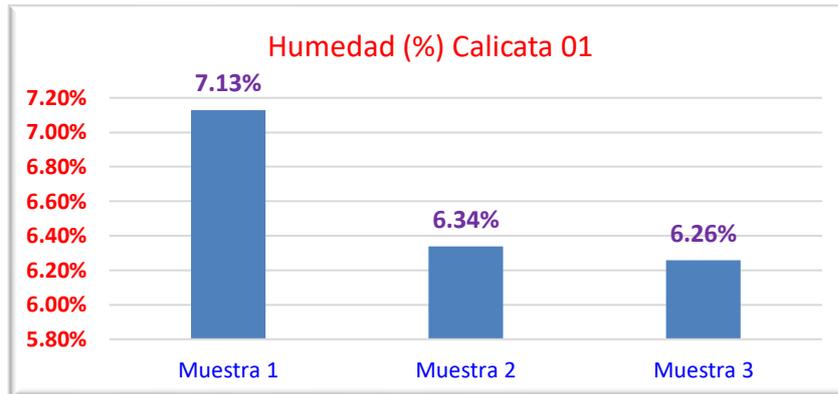


Figura 26. Contenido de humedad en calicata 01

La humedad en la calicata 01, se tuvo que en la muestra 1 7.13%, en la muestra 2 se tuvo 6.34%, en la muestra 3 se tuvo 6.26%.

Calicata 02

Tabla 40. CBR Calicata 02

Humedad	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	3.36%	3.71%	3.47%

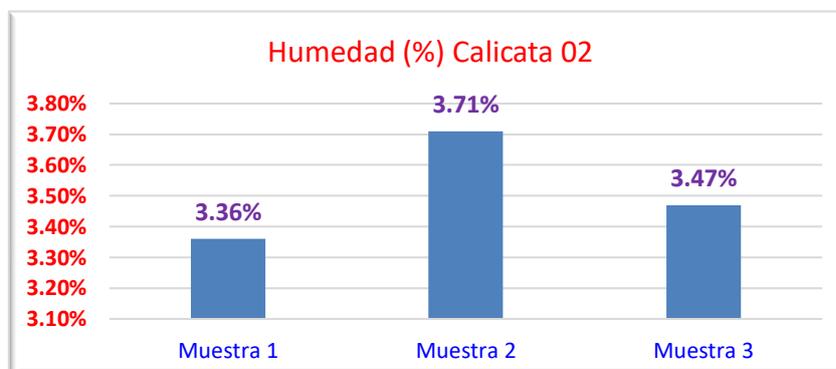


Figura 27. CBR Calicata 02

La humedad en la calicata 02, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.36%, en la muestra 2 se tuvo 3.71%, en la muestra 3 se tuvo 3.47%.

Calicata 03

Tabla 41. Contenido de humedad en calicata 03

Humedad	Muestras		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	3.93%	3.44%	3.87%

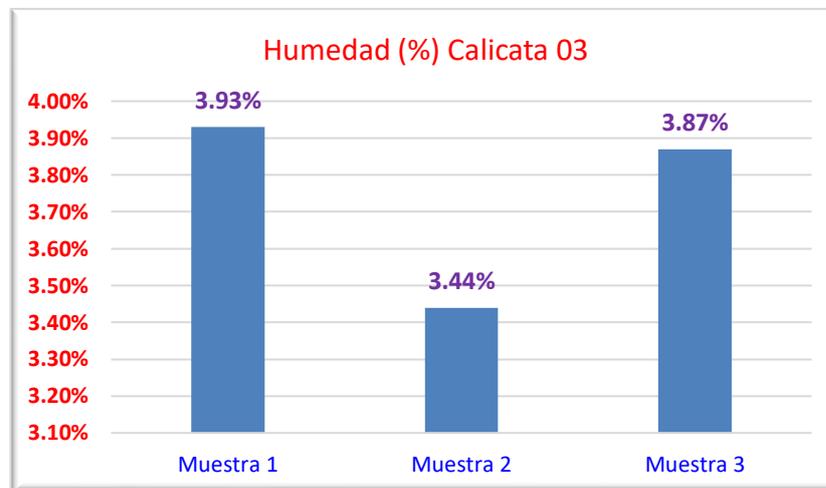


Figura 28. Contenido de humedad en calicata 03

La humedad en la calicata 03, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.93%, en la muestra 2 se tuvo 3.44%, en la muestra 3 se tuvo 3.87%.

Resumen del objetivo específico. CBR 100% en la muestra 1 de las calicatas fue 55.60%, en CBR 95% fue 36.69%, sobre CBR 100% en la muestra 2 de las calicatas fue 61.74%, en CBR 95% fue 44.10%. En la muestra 3 de las calicatas el CBR 100% fue 30.87%, en CBR 95% fue 22.05%. La humedad en la calicata 01, se tuvo que en la muestra 1 7.13%, en la muestra 2 se tuvo 6.34%, en la muestra 3 se tuvo 6.26%. La humedad en la calicata 02, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.36%, en la muestra 2 se tuvo 3.71%, en la muestra 3 se tuvo 3.47%. La humedad en la calicata 03, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.93%, en la muestra 2 se tuvo 3.44%, en la muestra 3 se

tuvo 3.87%. La granulometría en la muestra 1 fue de 52.08%, en arena fue 26.74% y en finos fue 21.18%. En la muestra 2 de las calicatas fue 53.68%, en arena fue 34.22% y en finos fue 12.11%. En la muestra 3 de las calicatas fue 45.99%, en arena fue 33.59% y en finos fue 20.42%.

- **Realizar la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi**

La propuesta se alcanza en la sección de anexos, y se afirma que va a contribuir significativamente en la mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi, para ello, se han contemplado la mejora o atención de reparación a las patologías encontradas en espacio de estudio, así como también las estructuras de que está constituido el concreto rígido. La propuesta va a contribuir en la mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi en las dimensiones de las patologías encontradas, teniendo en cuenta los tipos de suelos encontrado y la resistencia a la compresión encontrada.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Respecto al objetivo específico identificar el nivel y el tipo de las patologías de la avenida Raymondi, la presente investigación encontró que en la cuadra 2 se encontraron 264 patologías leves, 129 moderados y 54 severos, con un total de 447 patologías, en la cuadra 4 se encontraron 80 patologías leves, 87 moderados y 40 severos, con un total de 207 patologías, en la cuadra 6 se encontraron 118 patologías leves, 74 moderados y 44 severos, con un total de 236 patologías, en la cuadra 8 se encontraron 250 patologías leves, 73 moderados y 68 severos, con un total de 391 patologías. En total se han encontrado 712 patologías leves, 363 patologías moderadas, 206 patologías severa, haciendo un total de 1281 patologías encontradas en la avenida Raymondi. Estos resultados coinciden ligeramente con los resultados de la investigación de Fuertes y Mora (2021), encontró que el 32.61% del pavimento rígido estuvo en buen estado, el 4.35 % estuvo en estado fallado, el 15.22 % en muy mal estado y 10.87% en mal estado. El IMDA fue de 11018 vehículos, se encontró en la vía 799 daños, el de mayor presencia fue de parcheos y acometidas de servicios públicos en 22.65%, pulimiento de agregados 18.96%, huecos 17.83%, grietas longitudinales y transversales 15.35%, agrietamiento 11.29%, piel de Cocodrilo 10.38%, sello de junta y grietas lineales 7.51%, grieta de esquina 6.38%, descascamiento de esquina 4.76%, losa dividida 4.63%, desprendimientos de agregados 3.61%, depresión 3.16%. Los resultados de la presente investigación coinciden sustancialmente con los resultados de la e investigación de Aguilar (2021) quien encontró que el área de estudio presentó un área de 710 m² y se estudiaron 48 losas de concreto, para el estudio se dividieron en 02 unidades de análisis de 24 paños, que los tipos de fallas encontradas fueron las Grietas de esquina en un 7.8%, Grietas lineales en un 23.5%, parches grandes 66.7% y los pulimentos de agregados en un 2%. ya que aquí se encontraron resultados muy parecidos, que 712 patologías leves, 363 patologías moderadas, 206 patologías severa, haciendo un total de 1281 patologías encontradas. Los resultados de la presente investigación también coinciden ligeramente con los resultados de la investigación de Lliuya y Medina (2021) en donde encontró que las fallas encontradas fueron 10: 6.41% de grieta de esquina, 29.11% de escala, losa dividida con un 29.11%, escala con 0.27%, 8.57% de grieta lineal, 28.46% de parcheo grande, 2.04% de parcheo pequeño, 21.75% de pulimiento de agregados, 0.03% de Punzonamiento, 1.48% de descascamiento de esquina y 1.63% de descascamiento de junta.

Con relación al objetivo específico establecer el tipo de suelo existente en la avenida Raymondi Huaraz, en la presente investigación se encontró tipo de suelo en las calicatas 01 y 02 fueron GM, es decir, Grava limosa, mezclas grava, arena, limo, y en la calicata 03 fue SM, es decir, Arenas limosas, mezclas arena – limo. El promedio de los datos obtenidos respecto a CBR 100% en la muestra 1 de las calicatas fue 55.60%, en CBR 95% fue 36.69%, sobre CBR 100% en la muestra 2 de las calicatas fue 61.74%, en CBR 95% fue 44.10%. En la muestra 3 de las calicatas el CBR 100% fue 30.87%, en CBR 95% fue 22.05%. El promedio obtenido en CBR 100% fue 49.90% y en CBR 95% fue 35.28%. En la muestra 2 se tuvo 3.51%, en la muestra 3 se tuvo 3.75%, lo cual dio un promedio de 4.61%. Estos resultados difieren ligeramente con lo encontrado en la investigación antecedente de Gómez y López (2018) debido a que encontraron que la subrasante estuvo compuesta por material arcilloso limoso y arcilloso arenoso y que presentaron mejoramiento en su capa superficial con material de relleno de color gris. Respecto a la investigación de Lliuya y Medina (2021) encontró contenido óptimo de humedad de compactación en la C-01 con 6.19 %, la C-02 con 6.61 % y C-03 con 7.21 %, el CBR en cada calicata fue de 35.52 %, 25.41 % y 40.22 % respectivamente, resultados que coinciden ligeramente con los resultados de la presente investigación.

Respecto al objetivo específico de determinar la resistencia, en la presente investigación se encontró que la resistencia compresión del concreto encontrada en la av. Raymondi Huaraz, 2022 fueron en el pavimento 1 275.9 kg/cm², en el pavimento 2 se encontró 258.1 kg/cm² y en el pavimento 3 se encontró 294.4 kg/cm². De acuerdo con el ensayo de diamantina, se encontró un espesor de 5.5 cm. Estos resultados difieren ligeramente con los resultados obtenidos en la investigación de Forero (2019) debido a que las resistencias encontradas fueron muy bajas 0.32 Kg/cm² comparado con el mejoramiento de estabilización con cemento, la cual proporcionó resistencias de 16.85 Kg/cm². Que el espesor de mezcla asfáltica se incrementó en un cm, de 12 cm a 13 cm y que generó cambios en el presupuesto. Los resultados logrados en la presente investigación coinciden en resistencias altas, pero difieren en las magnitudes, ya que en la investigación antecedente de Lliuya y Medina (2021) fueron de 395.53 Kg/cm², 517.67 Kg/cm² y 517.67 Kg/cm², es decir fueron cuantitativamente muy superiores. Seguidamente, la investigación antecedente de Sánchez

(2019) concluyó que el cálculo de espesor de pavimento rígido el número de ejes equivalentes de diseño fue 2.5 pulgadas, lo cual fue ligeramente similar a lo obtenido en la presente investigación.

Con referencia al objetivo específico determinar el ensayo del Proctor modificado y el CBR, en la presente investigación se encontró que Resumen del objetivo específico 5. CBR 100% en la muestra 1 de las calicatas fue 55.60%, en CBR 95% fue 36.69%, sobre CBR 100% en la muestra 2 de las calicatas fue 61.74%, en CBR 95% fue 44.10%. En la muestra 3 de las calicatas el CBR 100% fue 30.87%, en CBR 95% fue 22.05%. La humedad en la calicata 01, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 7.13%, en la muestra 2 se tuvo 6.34%, en la muestra 3 se tuvo 6.26%. La humedad en la calicata 02, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.36%, en la muestra 2 se tuvo 3.71%, en la muestra 3 se tuvo 3.47%. La humedad en la calicata 03, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.93%, en la muestra 2 se tuvo 3.44%, en la muestra 3 se tuvo 3.87%. Estos resultados difieren con los resultados y conclusiones de la investigación de Martínez (2019) en donde se encontró que la estructura diseñada en función a la metodología AASHTO 1993 soportaron cargas de tránsito mayores a las de diseño, que el pavimento permeable fue una nueva tecnología amigable con el ambiente, los espesores de capa obtenidos por la metodología aplicada, en ese sentido, la autoridad de la Gobernación tuvo que evaluar si desea implementar una nueva tecnología, es por ello que estos resultados, debido a que enfocó sus objetivos desde otras perspectivas de mejora de pavimento, no obstante, ambas investigaciones se plantearon objetivos generales similares pero que fueron tratados desde diversas perspectivas, la investigación antecedente sirvió como referencia de estudio para la presente investigación en los planos teóricos y metodológicos. Asimismo, Gómez y López (2018) encontró CBR en los 3 apiques es superior a 5% por lo que se optó por realizar un diseño en el cual se le hacer mejora en la subrasante, se identificaron los aspectos poblaciones de habitabilidad, costo de las viviendas y la percepción de los habitantes respecto al estado situacional de los corredores viales del sector, así como su importancia. Estos resultados coinciden muy ligeramente con los resultados y conclusiones de la presente investigación debido a que la composición del suelo fue ligeramente parecida, y que el CBR fue superior al 5%, ambas investigaciones se plantearon objetivos generales no tan similares pero que fueron tratados desde diversas perspectivas, la investigación antecedente sirvió como referencia de estudio para la presente investigación en los planos teóricos y metodológicos. Con referencia a la investigación antecedente de Nieto y Ricaldi

(2021) encontraron que el PCI fue de 43.80% obteniendo calificación Regular. En la muestra 2, el PCI fue de 61,90% con calificación de Bueno. Estos resultados coinciden principalmente con las condiciones del pavimento, es decir, con las patologías encontradas, los cuales fueron similares, pero en diferentes magnitudes, coinciden en que se encontraron patologías de parches, descascamientos, grietas de esquina, etc., con la diferencia de que en la presente investigación se ha alcanzado una propuesta de mejora del estado situacional del pavimento.

Seguidamente, la investigación antecedente de Sánchez (2019) concluyó que el área de influencia es de 30.06 Ha distribuido en siete calles, los resultados de los ensayos de CBR de las 9 calicatas se encontró que fue una rasante mala, por lo tanto, se mejoró logrando un Suelo Estabilizado (CBR = 48.6%), con referencia a la base y subbase (CBR= 81% y 62%) se consideró un material bueno debido a que cumplieron con los parámetros establecidos. La investigación de Fuertes y Mora (2021), encontró PCI promedio de pavimento rígido fue 52.81 (PCI entre 40 – 55) es decir se encontró en estado regular. La investigación antecedente de Aguilar (2021), la avenida, según método del PCI se encontró en un estado bueno, que los valores de las unidades encontrados fueron 56 y 68, los cuales indicaron que hubo presencia de patologías, por lo tanto, necesitaron ser reparados en el corto plazo, que la alternativa de solución para las fallas en pavimentos rígidos según PCI fueron las grietas lineales, grietas de esquina, parches y pulimento de agregados.

Para el objetivo específico de realizar la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la avenida Raymondi, con la presente investigación se alcanzó la propuesta va a contribuir en la mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi en las dimensiones de las patologías encontradas, teniendo en cuenta los tipos de suelos encontrado y la resistencia a la compresión encontrada, ninguno de los antecedentes citados han presentado una propuesta de mejora de los problemas encontrados, por lo tanto difiere en la presentación de la propuesta.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La propuesta va a contribuir en la mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi en las dimensiones de las patologías encontradas, teniendo en cuenta los tipos de suelos encontrado y la resistencia a la compresión encontrada.
2. En la cuadra 2 se encontraron 264 patologías leves, 129 moderados y 54 severos, con un total de 447 patologías, en la cuadra 4 se encontraron 80 patologías leves, 87 moderados y 40 severos, con un total de 207 patologías, en la cuadra 6 se encontraron 118 patologías leves, 74 moderados y 44 severos, con un total de 236 patologías, en la cuadra 8 se encontraron 250 patologías leves, 73 moderados y 68 severos, con un total de 391 patologías. En total se han encontrado 712 patologías leves, 363 patologías moderadas, 206 patologías severa, haciendo un total de 1281 patologías encontradas en la avenida Raymondi. Las patologías encontradas se calificaron de forma general como Leves, razón por la cual se alcanzó la propuesta de mejora de pavimento.
3. La resistencia compresión del concreto encontrado en la av. Raymondi Huaraz, 2022 fueron en el pavimento 275.9 kg/cm², en el pavimento 2 se encontró 258.1 kg/cm² y en el pavimento 3 se encontró 294.4 kg/cm². Mediante el ensayo de diamantina se encontró un espesor de pavimento adecuado de 5.5 cm., por lo tanto, se concluye que la resistencia a la compresión encontrada fue superior a la resistencia a la compresión estipulada en el expediente técnico, la cual fue de 210 kg/cm², lo cual lo hace adecuado para la construcción del pavimento rígido.
4. El tipo de suelo encontrado en las calicatas 01 y 02 fueron GM, es decir, Grava limosa, mezclas grava, arena, limo, y en la calicata 03 fue SM, es decir, Arenas limosas, mezclas arena – limo. Estos tipos de suelos encontrados son calificados como bueno debido a la resistencia a la compresión y a los valores de tabla encontrados. Los tipos de suelo encontrados fueron buenos para la construcción de pavimentos rígido en la avenida Raymondi, tal como se puede evidenciar en la tabla de Clasificación de suelos según AASHTO.
5. CBR 100% en la muestra 1 de las calicatas fue 55.60%, en CBR 95% fue 36.69%, sobre CBR 100% en la muestra 2 de las calicatas fue 61.74%, en CBR 95% fue

44.10%. En la muestra 3 de las calicatas el CBR 100% fue 30.87%, en CBR 95% fue 22.05%. La humedad en la calicata 01, se tuvo que en la muestra 1 7.13%, en la muestra 2 se tuvo 6.34%, en la muestra 3 se tuvo 6.26%. La humedad en la calicata 02, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.36%, en la muestra 2 se tuvo 3.71%, en la muestra 3 se tuvo 3.47%. La humedad en la calicata 03, se tuvo que en la muestra 1 se tuvo 3.93%, en la muestra 2 se tuvo 3.44%, en la muestra 3 se tuvo 3.87%. Los porcentajes del CBR encontrados en las tres calicatas fueron excelentes de acuerdo a la tabla de categorización de porcentajes de CBR, los cuales indicaron altas resistencias al punzonamiento.

6. La propuesta va a contribuir significativamente en la mejora del pavimento rígido de la avenida Raymondi, para ello, se han contemplado la mejora o atención de reparación a las patologías encontradas en espacio de estudio, así como también las estructuras que está constituido el concreto rígido.

Recomendaciones

- De acuerdo con el indicador de la resistencia compresión del concreto encontrada en la av. Raymondi Huaraz, 2022 se debe registrar y tener en cuenta para futuros estudios, tener en cuenta el espesor de pavimento requerido para estos tipos de suelos y en función a la resistencia a la compresión encontrada.
- Que el tipo de suelo encontrado, los datos obtenidos respecto a CBR y los datos de la humedad encontradas en las calicatas y su respectivo promedio deben ser utilizados como referencia para futuros estudios o proyectos de mejora de las variables físicas y mecánicas de la avenida Raymondi.

VII. AGRADECIMIENTO

Agradecer primero a DIOS por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una familia sólida y unida. Agradecer a mis padres y hermanos quienes sabiamente me supieron guiar en la vida. A los docentes de la Universidad San Pedro, quienes supieron formarnos en el ámbito profesional, social y humano. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que agradezco su consejos, apoyo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, quiero darles las gracias por formar parte de mí.

A mi asesor Ing. Segundo Urrutia Vargas, quien me brindo su tiempo y apoyo en esta etapa de mi presente investigación.

Guzmán

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. M. (2021). *Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la Av. Bolognesi, Distrito de Independencia, Huaraz – 2021*. Tesis de grado. Universidad César Vallejo, Huaraz, Perú.
- Arévalo, X. M. y Prieto, J. A. (2018). *Diseños definitivos para el mejoramiento de la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, el Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El Valle*. Tesis de maestría. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Ashlesha, D. et al. (2017). *Study of rigid paviments*. EEUU: Klinga University, Raipur, Chhattisgarh. pg. 147.
- ASTM (2008). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. United states.
- Calo, H. D. (2016). *Reparación y mantenimiento de pavimentos*. ICPA instituto del cemento portland argentino – Buenos Aires. https://web1.icpa.org.ar/wpcontent/uploads/2019/04/05-Reparacion_y_Mantenimiento_de_pavimentos.pdf
- Dávila, D., Huangal, N., & Salazar, W. (2016). *Aplicación del Método del PCI en la Evaluación Superficial del Pavimento Rígido de la Vía Canal de la Avenida Chiclayo Distrito José Leonardo Ortiz Provincia de Chiclayo Periodo 2016*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque – Perú.
- DIRECCIÓN DE VIABILIDAD MOP. (2014). *Manual de Carreteras: “Especificaciones Técnicas Generales de Construcción*. Vol. 5. MOP. CHILE.

- Forero, J. A. (2019). *Evaluación estructural de alternativas para mejoramiento de subrasantes en un corredor vial de Bogotá D.C.* Tesis de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Fuertes, L. F. y Mora, M. P. (2021). *Evaluación funcional del pavimento de la diagonal 8 y la avenida el peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del municipio de Girardot, mediante la metodología PCI.* Tesis de grado. Universidad Piloto de Colombia.
- Gómez, D. M. y López, L. (2018). *Estudios y diseños de la estructura de pavimento rígido del Barrio villas del Alcaraván – Villavicencio.* Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. Colombia.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación.* Sexta. México: McGraw Hill Interamericana Editores.
- Hernando, D. y Val, M. (2016). Guidelines for the design of semi-rigid longlife pavements. University of Florida, Volumen 9. USA. pág. 121-127 <https://www.semanticscholar.org/paper/Guidelines-for-the-design-of-semi-rigidlong-life-Hernando-Val/6b8b8a6e68e484240c49b80fef215a4d49e6a43f>
- Huilcapi, V. y Pucha, K. (2015). Análisis comparativo de los métodos de evaluación funcional de pavimentos flexibles en las vías García Moreno y Panamericana Sur del Cantón Colta Provincia de Chimborazo. 2015 tesis (*obtención de título de Ingeniería Civil*). Chimborazo: Universidad Nacional de Chimborazo. 335 pp.
- INVIAS; ICPC; MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajo, medio y alto volúmenes de tránsito.* Obtenido de www.invias.gov.co
- Khon, M. S. (2002). *Índice de Condición del Pavimento PCI.*

Leguía, P. y Pacheco, H. (2016). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condición Index (PCI) en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón Y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)* Universidad De Sanmartín De Porres. Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Lima Perú.

Lliuya, E. E. y Medina, D. E. (2021). *Evaluación y mejoramiento de la Estructura del Pavimento rígido Av. Confraternidad Internacional Oeste, Huaraz – Áncash – 2021*. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. Huaraz, Perú.

López, C. y López, R. (2014). *Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san Juan Bautista provincia de Huamanga - Ayacucho*. Huancavelica: s.n., 2014.

Martínez, S. (2019). *Comparación de estructuras de pavimento para el municipio de Busbanzá, Boyacá*. Tesis de grado. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2014). *Manual de carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Lima Perú. 2014. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2007). *Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras. Perú*.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2013). *Manual de Carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima*.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2018). *Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial. Ministerio de Transportes Y Comunicaciones.* Lima Perú. 2018. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

Mohamed, S. y Józef, H. (2014). *Asphalt pavement material improvement.* EEUU: Gdansk University of technology. pg. 444. file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/Asphalt_Pavement_2.pdf

Monsalve, L.; Giraldo, L. Maya, J. (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido.* Universidad del Quindío. Armenia. Disponible en: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf

Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras.* Bogotá: @2002 Alfonso Montejo Fronseca, Bogotá D.C., 2002. 9589603629

Nieto, K. S. y Ricaldi, D. E. (2021). *Análisis de Patol. del Pavimento rígido de la Avenida La Cultura del Asentamiento Humano Columna Pasco, Distrito de Yanacancha, Provincia de Pasco – 2021.* Tesis de grado.

NORMA ASTM D 5340, (2005). *Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos (PCI).*

Patín, A. A. (2018). *Reciclado de aceite quemado de vehículo en la estabilización de suelos arenosos.* Tesis de grado. Universidad Nacional de Chimborazo. Ecuador.

Paucara, M. (2020). *Deformaciones y Esfuerzos en pavimentos Rígidos y Flexibles.* BOOK CIVIL. 2020. disponible en

<https://bookcivil.com/vias/deformaciones-y-esfuerzos-en-pavimentos-rigidos-yflexibles>

Ricardo, M. R. (2010). *Deterioros en pavimentos Flexibles y Rígidos*. Chile.

Rivva, E. (2006). *Durabilidad y patología del concreto*.

Sánchez, J. (2019). *Propuesta de mejoramiento a nivel de pavimento rígido y drenaje pluvial de las principales vías de acceso al C.P. La Libertad, distrito de Pinto Recodo – Lamas – San Martín*. Tesis de grado. Universidad nacional de San Martín – Tarapoto, Perú.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y RANSORTE. (2014). *Guía De Procedimientos y Técnicas para la Conservación de Carreteras*. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Guias/guiacarreteras.Pdf>

SENCICO (2010). *NORMA CE.010 pavimentos urbanos*. Lima: Industrial Gráfica Apolo S.A.C., 2010. 9789972943355.

Suárez, G. (2019). *Propuesta para mejorar el pavimento rígido de la av. Luzuriaga cuadra 11 con la av. Pedro Villón cuadra 9 - Huaraz*. Huaraz: s.n., 2019.

Vásquez, L. (2002). *Pavement condition index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales: s.n., 2002.

Velásquez, Luis. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*. Igepav. Manizales Colombia. 2002. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Wu, K. K. (2015). *Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System*. Arizona: Arizona State

University, 2015. *Desarrollo de un modelo de rendimiento de pavimento basado en PCI para sistema de gestión de infraestructura vial*. Arizona-EE.

UU: Universidad del Estado de Arizona.

VIII. APÉNDICES Y ANEXOS

Anexo 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi Huaraz, 2022

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES
GENERAL: ¿Cuál es el estado y cómo mejorar el mejoramiento del pavimento rígido de la av. Antonio Raymondi Huaraz, 2022?	GENERAL: Determinar la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Antonio Raymondi Huaraz, 2022	GENERAL: La propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Antonio Raymondi Huaraz, 2022 contribuye en la mejora su estado.	TIPO DE INVESTIGACIÓN: No Experimental	V. I. Propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi Huaraz, 2022
	ESPECIFICOS Identificar el nivel y el tipo de las patologías de la avenida Raymondi. Establecer el tipo de suelo existente en la av. Raymondi Huaraz. Determinar mediante el ensayo de la diamantina el espesor del pavimento requerido. Determinar el ensayo del Proctor modificado y el CBR. Realizar la propuesta de mejoramiento del pavimento rígido de la av. Raymondi		DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Pre experimental M ➡ O ➡ A ➡ E DONDE: M: Muestras O: Observaciones A: Análisis E: Evaluaciones	

Anexo 02

Instrumentos

Registro de datos de patologías

Cuadra N°	Patología 1	Patología 2	Patología 3	Patología 4	Patología 5	Patología 6	Patología 7	Total área con patología
Calle 1								
Calle 2								
TOTAL								

Mapa de índice de severidad

Cuadra N°	Patología 1	Patología 2	Patología 3	Patología 4	Patología 5	Patología 6	Patología 7	Total severidad por calle
Calle 1								
Calle 2								
TOTAL								
	Leve		Moderado		Severo			

Anexo 03

Resultados de laboratorio



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS DE CONCRETO OBTENIDAS CON PERFORACIÓN DIAMANTINA

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 122-2022-3R-LG

SOLICITA : JOAQUIN HUAMÁN GUZMAN ELVIN

PROYECTC : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ

Dimensiones de la muest Altura: 14.00 cm. Diámetro: 7.00 cm.

MUESTRA DE CONCRETO N°	DESCRIPCION	ELEMENTO ESTRUCTURAL	DISEÑO f _c Kg/cm²	FECHA		CARGA (Kg)	AREA cm²	f _c (Kg/cm²)	% f _c /f _c
				MUESTREO	ROTURA				
1	PAVIMENTO RIGIDO	Concreto de pavimento	210	29/06/2022	05/07/2022	10,617.1	38.5	275.9	131.4%
2	PAVIMENTO RIGIDO	Concreto de pavimento	210	29/06/2022	05/07/2022	9,931.7	38.5	258.1	122.9%
3	PAVIMENTO RIGIDO	Concreto de pavimento	210	29/06/2022	05/07/2022	11,329.4	38.5	294.4	140.2%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°003131871



Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL, CIP N° 57800
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M 127 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: Ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnica.com ☎ 954 709 070 📠 3R Geotecnica SAC



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° SV-006-MATHLAB-2022

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

LUGAR : AV. ANTONIO RAYMONDI

FECHA : 28 de Junio del 2022

LUGAR / PROGRESIVA	AV. CONFRAT. INTERNACIONAL OESTE
CALICATA	C-01

RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

RESULTADO DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
Contenido de Humedad (%)	6.57
RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA	
Cantidad de Grava (%)	52.08
Cantidad de Arena (%)	26.74
Cantidad de Finos (%)	21.18
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	-----
Coefficiente de Curvatura (Cc)	-----
RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (L.L.)	0.00
Límite Plástico (L.P.)	0.00
Índice de Plasticidad (I.P.)	0.00
CLASIFICACION DE SUELOS	
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (UCS)	GM
ASTM D-2487	
CLASIFICACION AASHTO	
ASTM D-3282 - AASHTO M145	A-1-b (0)

RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	55.56
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	39.69

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (t/m ³)	2.10
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	8.58

Nota:

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente
- Los datos del expediente, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Equipos Utilizados:

- BALANZA 60kg - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM010-2021
- BALANZA 3000g - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM015-2021
- HORNO ELECTRICO - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM-090-2021
- OSPA CASA GRANDE - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM-013-2021
- COMPARADOR DE CUADRANTES - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM-016-2021
- MQUINA DE ENSAYOS C.B.R. - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM-009-2021
- ANILLO DE CARGA - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CM-008-2021



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1433 - Huaraz.
Ref. Antea de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 900 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA	: C-01	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
MUESTRA	: Mab .01	FECHA	: 28 de Junio del 2022

Humedad	MUESTRA N° 01		
FRASCO N°	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	235.49	255.73	275.20
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	222.08	242.55	261.13
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	13.41	13.18	14.07
(4) Pfr (gr)	33.87	34.50	36.48
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	188.21	208.05	224.65
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	7.13	6.34	6.26
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	6.57		

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Msc. Ing. Ruben Dario Aranda Lujva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz.
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO CLASIFICACIÓN ASTM D-422

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

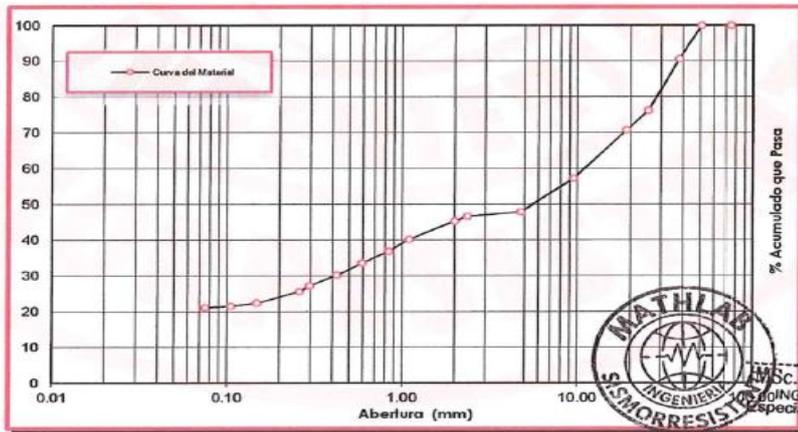
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
 AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-01	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

PESO INICIAL SECO : 3,075.00 grs % QUE PASA MALLA No 4 : 47.92
 PESO LAVADO SECO : 2,425.35 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 21.18

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	285.39	9.28	9.28	90.72
1"	25.400	443.95	14.44	23.72	76.28
3/4"	19.000	169.71	5.52	29.24	70.76
3/8"	9.500	415.04	13.50	42.73	57.27
Nº 4	4.760	287.47	9.35	52.08	47.92
Nº 8	2.360	36.85	1.20	53.28	46.72
Nº 10	2.000	43.74	1.42	54.70	45.30
Nº 16	1.100	155.63	5.06	59.77	40.23
Nº 20	0.840	103.15	3.35	63.12	36.88
Nº 30	0.590	101.58	3.30	66.42	33.58
Nº 40	0.425	101.20	3.29	69.71	30.29
Nº 50	0.297	95.43	3.10	72.82	27.18
Nº 60	0.260	50.76	1.65	74.47	25.53
Nº 100	0.149	94.66	3.08	77.55	22.45
Nº 140	0.106	27.78	0.90	78.45	21.55
Nº 200	0.075	11.42	0.37	78.82	21.18
> No 200	0.000	1.59	0.05	78.87	21.13
TOTAL		2,425.35	78.87		

Resumen de Resultados	
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Coeficiente de Uniformidad	
Cu	-----
Coeficiente de Curvatura	
Cc	-----
Cantidad de Material	
GRAVA (%)	52.08
ARENA (%)	26.74
FINOS (%)	21.18



Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162935
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

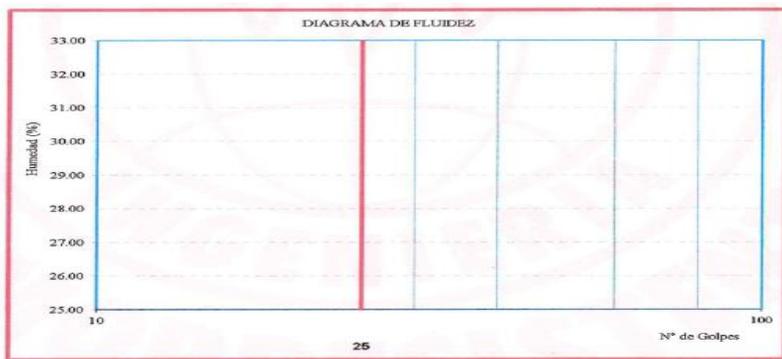
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-01	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Datos					
Frasco N°						
N. De golpes						
(1) Pfr + P.S.H. (gr)				N.P.		
(2) Pfr + P.S.S. (gr)						
(3) Pagua (gr) (1) - (2)						
(4) Pfr (gr)						
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)						
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)						

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua

Resumen de Resultados	
Limite Liquido (L.L.) =	0.00
Limite Plastico (L.P.) =	0.00
Indice Plasticidad (I.P.) =	0.00



Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Ing. Rubén Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. OIP N° 162959
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 09133838
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E15

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
 AV. RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-01	PROFUND : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

N° de Golpes/Capa 25.00
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm.
 N° de Capas : 05

Wmarl. : 4500 gr W1molde : 5,872.0
 H = 45.72 cr W2molde : --
 Volumen : 2,133.0

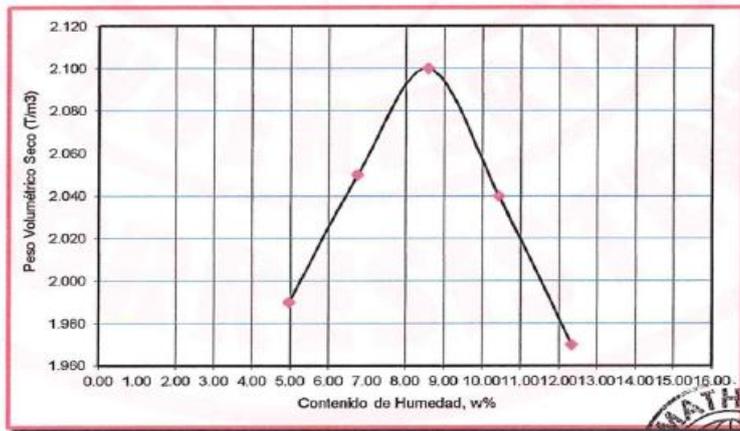
Determinación del Peso Volumétrico:

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso del suelo compactado + molde	10326.0	10542.0	10745.0	10685.0	10588.0
Peso del Molde	5872.0	5872.0	5,872.00	5,872.00	5,872.00
Volumen del molde	2133.0	2133.0	2,133.00	2,133.00	2,133.00
Wsuelo	4454.0	4670.0	4,873.00	4,813.00	4,716.00
Densidad Humeda	2.09	2.19	2.28	2.26	2.21
Peso Vol. Seco(T/m ³)	1.99	2.05	2.10	2.04	1.97

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5					
Wsuelo Húm. + Rec.	179.33	180.57	188.49	190.35	198.46	199.35	254.14	275.99	265.10	299.14
Wsuelo Sec. + Rec.	172.49	173.69	178.45	180.66	185.35	186.26	234.05	252.37	239.28	270.53
Peso del agua	6.84	6.88	10.04	9.69	13.11	13.09	20.09	23.62	25.82	28.61
Peso del Recip.	34.49	35.48	33.10	33.27	33.67	32.52	33.71	34.12	33.69	33.91
Peso suelo seco	138.00	138.21	145.35	147.39	151.68	153.74	200.34	218.25	205.59	236.62
Cont. Hum. W%	4.96	4.98	6.91	6.57	8.64	8.51	10.03	10.82	12.56	12.09
Cont. Hum. Prom.	4.97		6.74		8.58		10.43		12.33	

Resumen de Resultados	
Contenido de Humedad Optimo :	8.58 %
Peso Volumetrico Seco Máximo :	2.10 T/m ³



Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPRI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883 - MTC E132

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN
 PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA	: C-01	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
MUESTRA	: Mab .01	FECHA	: 28 de Junio del 2022

Molde	1		2		3	
	5		5		5	
Capas	56		25		12	
Golpes por capa	56		25		12	
Condicion de la muestra	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo hum.	13,102.00	13,240.00	12,555.00	12,748.00	12,811.00	13,021.00
Peso del molde (gr.)	8,312.00	8,312.00	7,879.00	7,879.00	8,260.00	8,260.00
Peso del Suelo humedo	4,790.00	4,928.00	4,676.00	4,869.00	4,551.00	4,761.00
Volumen del Molde (cm3)	2,101.36		2,101.36		2,101.36	
Peso Vol. Humedo (gr/cc)	2.28	2.35	2.23	2.32	2.17	2.27
% de humedad	8.78	12.33	8.78	14.37	8.78	17.41
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.10	2.09	2.05	2.03	1.99	1.93
Tarro N°	1	2	3	4	5	6
Tarro + suelo humedo	179.55	155.49	179.55	160.49	179.55	180.69
Tarro + suelo seco	168.49	143.16	168.49	145.28	168.49	161.38
Peso de Agua	11.06	12.33	11.06	15.21	11.06	19.31
Peso del Tarro	42.55	43.16	42.55	39.46	42.55	50.48
Peso del suelo seco	125.94	100.00	125.94	105.82	125.94	110.90
% humedad	8.78	12.33	8.78	14.37	8.78	17.41

PENETRACION C.B.R.										
Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE 1			MOLDE 2		MOLDE 3			
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)	
0.025		252.00	13.02		216.00	11.16		162.00	8.37	
0.050		486.00	25.11		396.00	20.46		288.00	14.88	
0.075		594.00	30.69		522.00	26.97		360.00	18.60	
0.100	70.30	756.00	39.06	55.56	666.00	34.41	48.95	540.00	27.90	
0.200	105.45	1,170.00	60.45	57.33	1,026.00	53.01	50.27	864.00	44.64	

EXPANSION												
Molde N°	Fecha	Tiempo	Hors	1		2			3			
				Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
					mm.	%		mm.	%		mm.	%
	Mar-22	0.0 hrs	8.00 a.m.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Mar-22	24.0 hrs.	8.00 a.m.	6.00	0.059	0.039	6.90	0.067	0.044	8.35		
	Mar-22	48.0 hrs.	8.00 a.m.	9.00	0.088	0.058	10.35	0.101	0.067	12.52		
	Mar-22	72.0 hrs.	8.00 a.m.	12.00	0.117	0.077	13.80	0.135	0.089	16.70		
	Mar-22	96.0 hrs.	8.00 a.m.	15.00	0.146	0.097	17.25	0.168	0.111	20.87		

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182739
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDEGOPJ N° 00133838

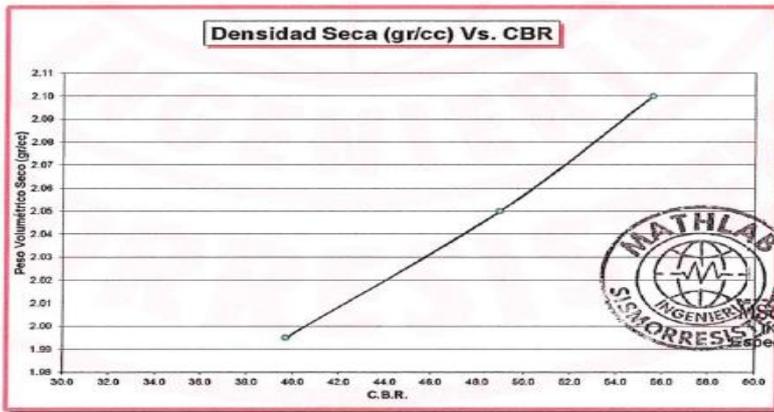
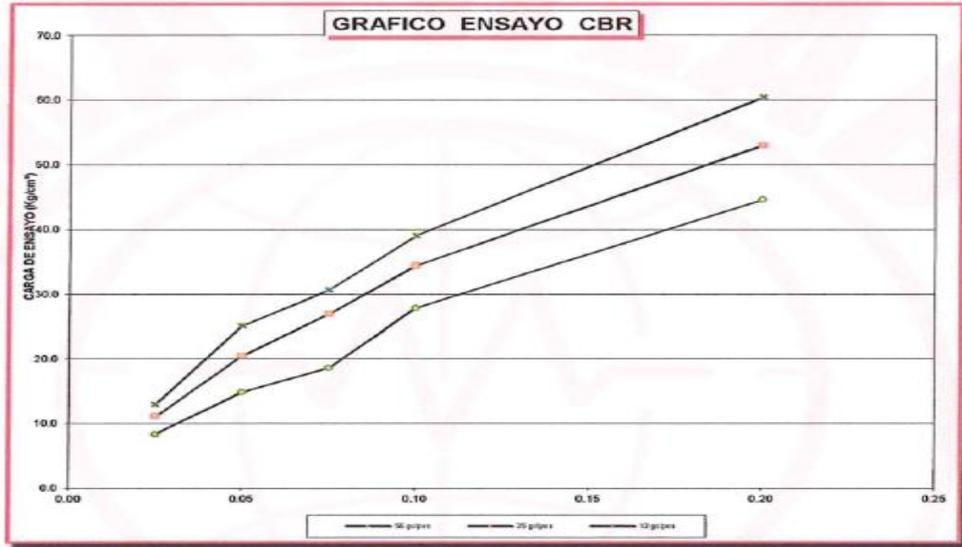
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883 - MTC E132

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-01	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022



Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

Resumen de Resultados	C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	55.56	%
	C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	39.69	%

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050. Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDI-COPI N° 89133838

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

LUGAR : AV. ANTONIO RAYMONDI
FECHA : 28 de Junio del 2022

LUGAR / PROGRESIVA : JR. SAN MARTIN
CALICATA : C-02

RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

RESULTADO DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
Contenido de Humedad (%)	3.51
RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA	
Cantidad de Grava (%)	53.68
Cantidad de Arena (%)	34.22
Cantidad de Finos (%)	12.11
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	-----
Coefficiente de Curvatura (Cc)	-----
RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (L.L.)	0.00
Límite Plástico (L.P.)	0.00
Índice de Plasticidad (I.P.)	0.00
CLASIFICACION DE SUELOS	
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	GM
ASTM D-2487	
CLASIFICACION AASHTO	A-1-a (0)
ASTM D-3282 - AASHTO M145	
RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO	
DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)	
C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	61.74
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	44.19
DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)	
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (tn/m3)	2.17
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	7.11

Nota:

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Equipos Utilizados:

- BALANZA 620g - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CMM-014-2021
- BALANZA 2000g - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CMM-015-2021
- HORNO ELECTRICO - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CFM-010-2021
- COPA CASA GRANDE - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CLM-013-2021
- COMPARADOR DE CUADRANTES - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CLM-015-2021
- MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R. - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CFM-009-2021
- ANILLO DE CARGA - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CFM-008-2021



M.Sc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CP N° 162389
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chaora Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-02	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

Humedad	MUESTRA N° 01		
	1	2	3
FRASCO N°			
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	264.00	242.90	255.18
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	256.54	235.44	247.84
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	7.46	7.46	7.34
(4) Pfr (gr)	34.62	34.20	36.48
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	221.92	201.24	211.36
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	3.36	3.71	3.47
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	3.51		

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. SIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133633
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM D-422

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

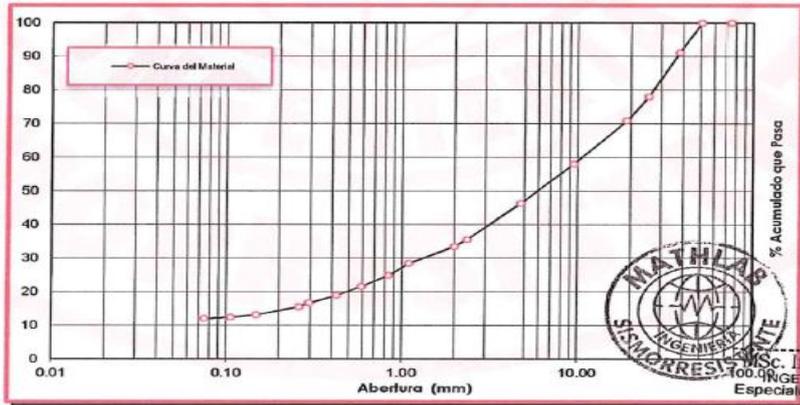
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
 AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-02	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

PESO INICIAL SECO : 3,418.00 grs % QUE PASA MALLA No 4 : 46.32
 PESO LAVADO SECO : 3,005.52 grs % QUE PASA MALLA N° 200 : 12.11

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	300.69	8.80	8.80	91.20
1"	25.400	449.22	13.14	21.94	78.06
3/4"	19.000	244.05	7.14	29.08	70.92
3/8"	9.500	438.70	12.83	41.92	58.08
N° 4	4.760	401.96	11.76	53.68	46.32
N° 8	2.360	368.47	10.78	64.46	35.54
N° 10	2.000	71.10	2.08	66.54	33.46
N° 16	1.100	170.00	4.97	71.51	28.49
N° 20	0.840	124.88	3.65	75.16	24.84
N° 30	0.590	108.91	3.19	78.35	21.65
N° 40	0.425	90.72	2.65	81.00	19.00
N° 50	0.297	78.83	2.31	83.31	16.69
N° 60	0.260	40.35	1.18	84.49	15.51
N° 100	0.149	77.51	2.27	86.76	13.24
N° 140	0.106	27.76	0.81	87.57	12.43
N° 200	0.075	10.95	0.32	87.89	12.11
> No 200	0.000	1.42	0.04	87.93	12.07
TOTAL		3,005.52	87.93		

Resumen de Resultados	
D10	-----
D50	-----
D60	-----
Coeficiente de Uniformidad	
Cu	-----
Coeficiente de Curvatura	
Cc	-----
Cantidad de Material	
GRAVA (%)	53.68
ARENA (%)	34.22
FINOS (%)	12.11



Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Msc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162839
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOP N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-02	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Datos					
Frasco N°						
N. De golpes						
(1) Pfr + P.S.H. (gr)						
(2) Pfr + P.S.S. (gr)						
(3) Pagua (gr) (1) - (2)				N.P.		
(4) Pfr (gr)						
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)						
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)						

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

Resumen de Resultados	
Limite Liquido (L.L.) =	0.00
Limite Plastico (L.P.) =	0.00
Indice Plasticidad (I.P.) =	0.00



Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



[Signature]
Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. OIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E15

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
 AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-02	PROFUND : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

N° de Golpes/Capa 25.00
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm.
 N° de Capas : 05

Wmart. : 4500 gr W1molde : 5,872.0
 H = 45.72 cr W2molde : --
 Volúmen : 2,133.0

Determinación del Peso Volumétrico:

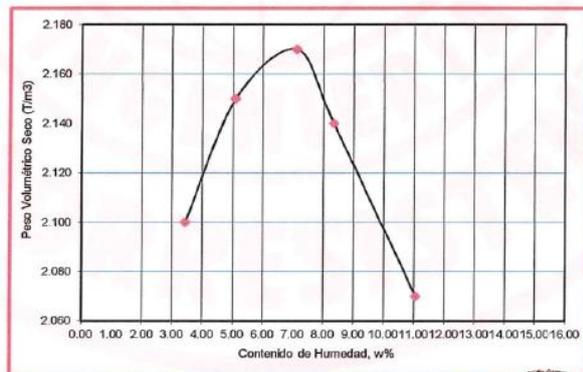
Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso del suelo compactado + molde	10512.0	10695.0	10833.0	10817.0	10769.0
Peso del Molde	5872.0	5872.0	5,872.00	5,872.00	5,872.00
Volumen del molde	2133.0	2133.0	2,133.00	2,133.00	2,133.00
Wsuelo	4640.0	4823.0	4,961.00	4,945.00	4,897.00
Densidad Humeda	2.18	2.28	2.33	2.32	2.30
Peso Vol. Seco(T/m ³)	2.10	2.15	2.17	2.14	2.07

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Wsuelo Húm. + Rec.	170.41	172.48	297.05	373.26	277.75	352.40	287.56	321.89	190.02	144.48
Wsuelo Sec. + Rec.	166.13	167.50	284.74	357.27	281.77	332.25	287.78	300.07	175.12	132.49
Peso del agua	4.28	4.98	12.31	15.99	15.98	20.15	19.78	21.82	14.90	11.99
Peso del Recip.	32.48	31.49	42.34	42.99	41.83	42.44	33.94	34.34	30.16	31.15
Peso suelo seco	133.65	136.01	242.40	314.28	219.94	289.81	233.84	265.73	144.96	101.34
Cont. Hum. W%	3.20	3.68	5.08	5.09	7.27	6.95	8.46	8.21	10.28	11.83
Cont. Hum. Prom.	3.43		5.08		7.11		8.34		11.06	

Resumen de Resultados

Contenido de Humedad Optimo : 7.11 %
 Peso Volumetrico Seco Máximo : 2.17 T/m³



Nota: La muestra de suelo fue traido por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



[Signature]
 Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883 - MTC E132

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN
 PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA	: C-02	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
MUESTRA	: Mab .01	FECHA	: 28 de Junio del 2022

Molde	1		2		3	
	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condicion de la muestra	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo hum.	13,245.00	13,395.00	12,695.00	12,945.00	12,945.00	13,285.00
Peso del molde (gr.)	8,312.00	8,312.00	7,879.00	7,879.00	8,260.00	8,260.00
Peso del Suelo humedo	4,933.00	5,083.00	4,816.00	5,066.00	4,685.00	5,025.00
Volumen del Molde (cm3)	2,101.36		2,101.36		2,101.36	
Peso Vol. Humedo (gr/cc)	2.35	2.42	2.29	2.41	2.23	2.39
% de humedad	7.98	11.73	7.98	14.17	7.98	17.52
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.17	2.16	2.12	2.11	2.06	2.03
Tarro N°	1	2	3	4	5	6
Tarro + suelo humedo	88.49	102.49	88.49	110.57	88.49	95.48
Tarro + suelo seco	83.54	95.35	83.54	100.84	83.54	87.40
Peso de Agua	4.95	7.14	4.95	9.73	4.95	8.08
Peso del Tarro	21.49	34.48	21.49	32.16	21.49	41.29
Peso del suelo seco	62.05	60.87	62.05	68.68	62.05	46.11
% humedad	7.98	11.73	7.98	14.17	7.98	17.52

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		
		Carga Ensayo		C B R (%)		Carga Ensayo		C B R (%)
		(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg)	(Kg/cm2)	
0.025		280.00	14.47	240.00	12.40	180.00	9.30	
0.050		540.00	27.90	440.00	22.73	320.00	16.53	
0.075		660.00	34.10	580.00	29.97	400.00	20.67	
0.100	70.30	840.00	43.40	740.00	38.23	600.00	31.00	
0.200	105.45	1,300.00	67.17	1,140.00	58.90	960.00	49.60	

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1		2		3	
				Expansión		Expansión		Expansión	
				Dial	%	Dial	%	Dial	%
	Mar-22	0.0 hrs	10.00 a.m.	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
	Mar-22	24.0 hrs	10.00 a.m.	5.00	0.049	5.75	0.056	6.96	0.068
	Mar-22	48.0 hrs	10.00 a.m.	8.00	0.078	9.20	0.090	11.15	0.109
	Mar-22	72.0 hrs	10.00 a.m.	13.00	0.127	14.95	0.146	18.09	0.176
	Mar-22	96.0 hrs	10.00 a.m.	18.00	0.176	20.70	0.202	25.05	0.244

Nota: La muestra de suelo fue traido por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas



M.Sc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 163939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

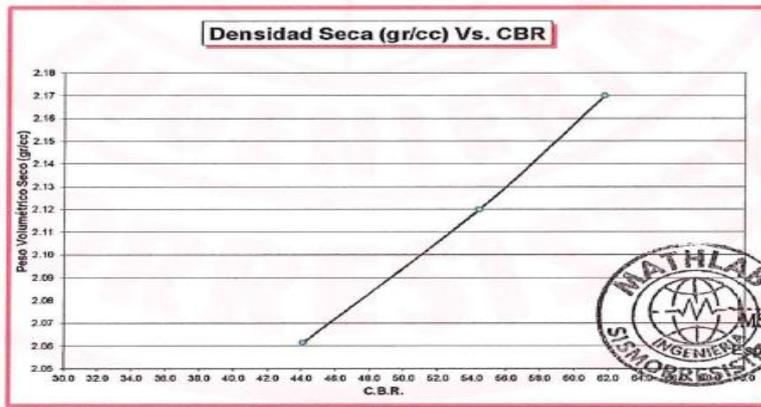
Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. - Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883 - MTC E132

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
 AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-02	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022



[Handwritten Signature]

MS. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. C.O. N° 162939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

Resumen de Resultados			
C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	61.74	%	
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	44.10	%	

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Dirección: Jr. Simon Bolivar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20600740050 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 99133633
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° SV-006-MATHLAB-2022

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

LUGAR : AV. ANTONIO RAYMONDI

FECHA : 28 de Junio del 2022

AV. GAMARRA

LUGAR / PROGRESIVA	
CALICATA	C-03

RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

RESULTADO DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
Contenido de Humedad (%)	3.75
RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA	
Cantidad de Grava (%)	45.29
Cantidad de Arena (%)	33.59
Cantidad de Finos (%)	20.42
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	-----
Coefficiente de Curvatura (Cc)	-----
RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (L.L.)	0.00
Límite Plástico (L.P.)	0.00
Índice de Plasticidad (I.P.)	0.00
CLASIFICACION DE SUELOS	
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (UCS)	SM
ASTM D-2487	
CLASIFICACION AASHTO	A-1-a (0)
ASTM D-3282 - AASHTO M145	

RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)	
C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	30.87
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	22.05
DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)	
PERO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (shwsk)	2.06
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	9.12

Nota:

- Los resultados de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Equipos Utilizados:

- BALANZA 620gr. - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CMM-014-2021
- BALANZA 30000gr. - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CMM-015-2021
- HORNO ELECTRICO - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CTM-010-2021
- COPA CASA GRANDE - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CLM-013-2021
- COMPARADOR DE CUADRANTES - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CLM-015-2021
- MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R. - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CFM009-2021
- ANILLO DE CARGA - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CFM-008-2021




Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162839
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
Ref. Alvea de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chaera Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 500 736 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA	: C-03	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
MUESTRA	: Mab .01	FECHA	: 28 de Junio del 2022

Humedad	MUESTRA N° 01		
	1	2	3
FRASCO N°			
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	271.47	262.19	258.49
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	262.46	254.61	250.18
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	9.01	7.58	8.31
(4) Pfr (gr)	33.24	34.10	35.49
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	229.22	220.51	214.69
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	3.93	3.44	3.87
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	3.75		

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162839
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM D-422

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

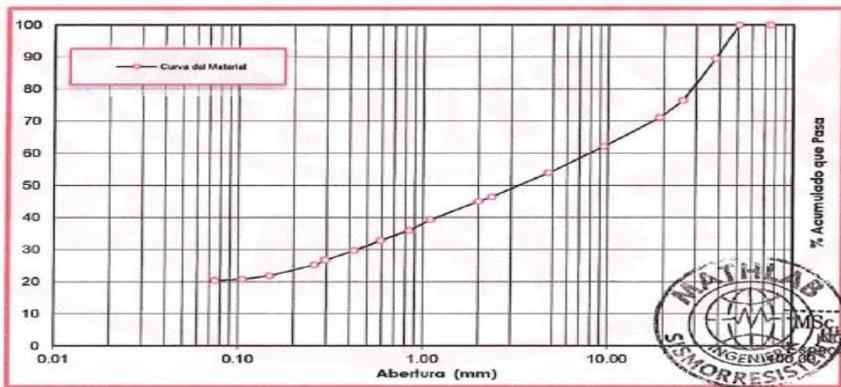
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
AV. RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-03	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

PESO INICIAL SECO : 3,153.00 grs % QUE PASA MALLA No 4 : 54.01
PESO LAVADO SECO : 2,510.78 grs % QUE PASA MALLA N° 200 : 20.42

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	328.07	10.41	10.41	89.59
1"	25.400	411.21	13.04	23.45	76.55
3/4"	19.000	168.43	5.34	28.79	71.21
3/8"	9.500	284.47	9.02	37.81	62.19
N° 4	4.760	257.83	8.18	45.99	54.01
N° 8	2.360	238.69	7.57	53.56	46.44
N° 10	2.000	44.16	1.40	54.96	45.04
N° 16	1.100	177.00	5.61	60.57	39.43
N° 20	0.840	108.05	3.43	64.00	36.00
N° 30	0.590	99.72	3.16	67.16	32.84
N° 40	0.425	97.50	3.09	70.25	29.75
N° 50	0.297	93.75	2.97	73.23	26.77
N° 60	0.260	50.03	1.59	74.81	25.19
N° 100	0.149	101.86	3.23	78.05	21.95
N° 140	0.106	35.81	1.14	79.18	20.82
N° 200	0.075	12.68	0.40	79.58	20.42
> No 200	0.000	1.52	0.05	79.63	20.37
TOTAL		2,510.78	79.63		

Resumen de Resultados	
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Coeficiente de Uniformidad	
Cu	-----
Coeficiente de Curvatura	
Cc	-----
Cantidad de Material	
GRAVA (%)	45.99
ARENA (%)	33.59
FINOS (%)	20.42



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. OIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

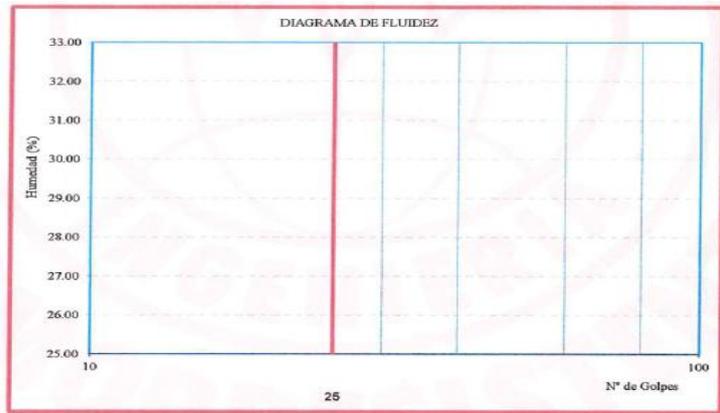
PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-03	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

Ensayo Datos	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Frasco N°								
N. De golpes								
(1) Pfr + P.S.H. (gr)								
(2) Pfr + P.S.S. (gr)								
(3) Pagua (gr) (1) - (2)					N.P.			
(4) Pfr (gr)								
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)								
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)								

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua

Resumen de Resultados	
Limite Liquido (L.L.) =	0.00
Limite Plastico (L.P.) =	0.00
Indice Plasticidad (I.P.) =	0.00



Nota: La muestra de suelo fue traido por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. C.P.N° 162539
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E15

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN

PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA
AV. RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-03	PROFUND : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022

N° de Golpes/Capa 25.00
Dimens. del molde : ϕ = 15.75 cm.
N° de Capas : 05

Wmart. : 4500 gr W1molde : 5,872.0
H = 45.72 cr W2molde : --
Volumen : 2,133.0

Determinación del Peso Volumétrico:

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso del suelo compactado + molde	10548.0	10667.0	10692.0	10648.0	10596.0
Peso del Molde	5872.0	5872.0	5,872.00	5,872.00	5,872.00
Volumen del molde	2133.0	2133.0	2,133.00	2,133.00	2,133.00
Wsuelo	4676.0	4795.0	4,820.00	4,776.00	4,724.00
Densidad Humeda	2.19	2.25	2.26	2.24	2.21
Peso Vol. Seco(T/m3)	2.04	2.06	2.05	2.00	1.95

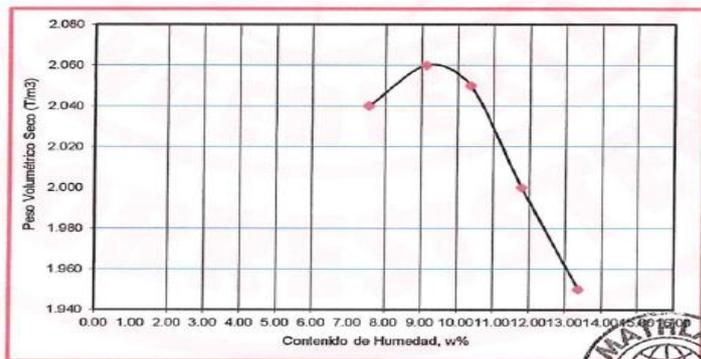
Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5					
Wsuelo Húm. + Rec.	184.64	183.55	330.13	376.95	354.79	302.28	371.75	436.73	150.49	151.33
Wsuelo Sec. + Rec.	173.64	173.49	305.00	350.33	325.96	277.44	336.96	395.16	136.59	137.48
Peso del agua	11.00	10.06	25.13	26.62	28.83	24.84	34.79	41.55	13.90	13.85
Peso del Recip.	33.64	34.18	42.56	43.15	41.72	42.18	42.05	41.96	32.48	33.95
Peso suelo seco	140.00	139.31	262.44	307.18	284.24	235.26	294.91	353.22	104.11	103.53
Cont. Hum. W%	7.86	7.22	9.58	8.67	10.14	10.56	11.80	11.76	13.35	13.38
Cont. Hum. Prom.	7.54		9.12		10.35		11.78		13.36	

Resumen de Resultados

Contenido de Humedad Optimo : 9.12 %

Peso Volumétrico Seco Máximo : 2.06 T/m3



Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162959
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883 - MTC E132

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN
 PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV: RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA	: C-03	PROFUNDIDAD	: 1.50 m
MUESTRA	: Mab_01	FECHA	: 28 de Junio del 2022

	1		2		3	
	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Molde						
Capas	5		5		5	
Golpes por capa	56		25		12	
Condicion de la muestra						
Peso Molde + Suelo hum.	13,028.00	13,202.00	12,508.00	12,810.00	12,748.00	13,185.00
Peso del molde (gr.)	8,312.00	8,312.00	7,879.00	7,879.00	8,260.00	8,260.00
Peso del Suelo humedo	4,716.00	4,890.00	4,629.00	4,931.00	4,488.00	4,925.00
Volumen del Molde (cm3)	2,101.36		2,101.36		2,101.36	
Peso Vol. Humedo (gr/cc)	2.24	2.33	2.20	2.35	2.14	2.34
% de humedad	9.20	14.06	9.20	16.68	9.20	21.05
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.06	2.04	2.02	2.01	1.96	1.94
Tarro N°	1	2	3	4	5	6
Tarro + suelo humedo	116.49	123.49	116.49	128.49	116.49	130.18
Tarro + suelo seco	108.49	114.49	108.49	116.37	108.49	115.28
Peso de Agua	8.00	9.00	8.00	12.12	8.00	14.90
Peso del Tarro	21.49	50.49	21.49	43.69	21.49	44.49
Peso del suelo seco	87.00	64.00	87.00	72.68	87.00	70.79
% humedad	9.20	14.06	9.20	16.68	9.20	21.05

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	PENETRACION C.B.R.					
		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
		Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)	Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)	Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)
0.025		140.00	7.23	120.00	6.20	90.00	4.63
0.050		270.00	13.93	220.00	11.37	160.00	8.27
0.075		330.00	17.05	290.00	14.98	200.00	10.33
0.100	70.30	420.00	21.70	370.00	19.12	300.00	15.50
0.200	105.45	650.00	33.58	570.00	29.45	480.00	24.80

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	EXPANSION								
				Díal	1		Díal	2		Díal	3	
					mm.	%		mm.	%		mm.	%
	Mar-22	0.0 hrs	12.00 p.m.	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mar-22	24.0 hrs	12.00 p.m.	10.00	0.098	0.064	11.50	0.112	0.074	13.92	0.136	0.090
	Mar-22	48.0 hrs	12.00 p.m.	13.00	0.127	0.084	14.95	0.146	0.096	18.09	0.176	0.116
	Mar-22	72.0 hrs	12.00 p.m.	16.00	0.156	0.103	18.40	0.179	0.118	22.26	0.217	0.143
	Mar-22	96.0 hrs	12.00 p.m.	20.00	0.195	0.129	23.00	0.224	0.148	27.83	0.271	0.179

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - R.N.P. CIP 107422000
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lims
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

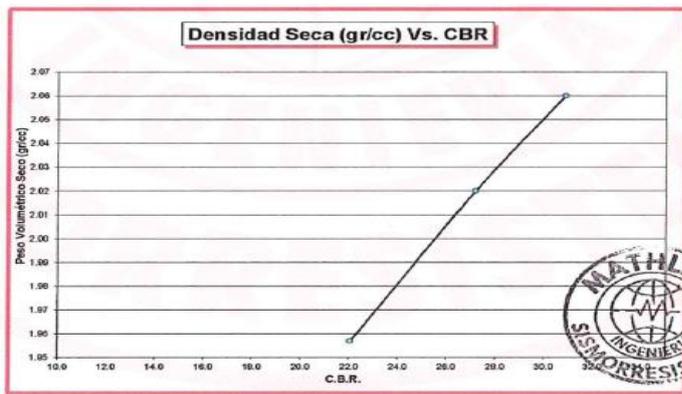
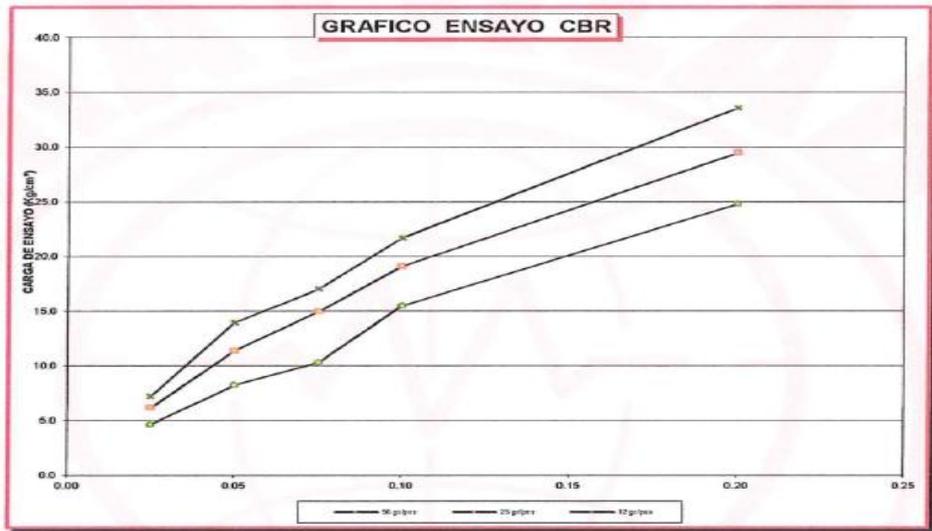
INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR ASTM D1883 - MTC E132

SOLICITA : JOAQUIN HUAMAN GUZMAN ELVIN
 PROYECTO : "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. RAYMONDI - HUARAZ - 2022"

CALICATA : C-03	PROFUNDIDAD : 1.50 m
MUESTRA : Mab .01	FECHA : 28 de Junio del 2022



Resumen de Resultados	C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	30.87	%
	C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	22.05	%

Nota: La muestra de suelo fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Dano Ayanda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Anexo 04

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AVENIDA RAYMONDI - HUARAZ-2022

OBJETO DEL ESTUDIO

La presente propuesta tiene por objetivo proponer el mejoramiento del pavimento de concreto de la avenida Raymondi de la ciudad de Huaraz, la cual consta de 9 cuadras, y que ya ha sido investigado tomando como muestra a cuatro de ellas, específicamente a las cuadras que han presentado mayor presencia de patologías.

Ubicación

Esta avenida se encuentra en la misma ciudad de Huaraz, y es considerada como una zona muy principal debido a que por ella transitan las unidades vehiculares de todo tipo, esta vía tiene 26 años de periodo de vida, pero por los factores climáticos, y la frecuencia de tránsito, actualmente se encuentra con presencia considerable de patologías, lo cual es necesario proponer su mejora.

Clima

Temperatura: la temperatura anual promedio en la zona de esta vía es de 17° en el día y para la noche el promedio es de 6°C.

Humedad relativa: la humedad relativa media es de 55%

Velocidad del viento: La velocidad del viento es media y varía de km / a 9 km/h

Lluvia: La zona presenta lluvias fuertes en los meses de noviembre a abril, en los demás meses no hay presencia de lluvia, pero en las noches y madrugadas hay presencia de heladas, las cuales también dañan la estructura del pavimento rígido de la cual está hecho la vía en estudio.

Características geométricas y de transitabilidad de la vía

La avenida Raymondi de la ciudad de Huaraz es una avenida que cruza transversalmente la ciudad, presenta dos vías separadas por una amplia franja de

cemento. consta de 9 cuadras desde la avenida Confraternidad Internacional Oeste hasta el puente Raymondi. Es una avenida que presenta pendiente aproximada de 15° de inicio hasta el final. Por ella transitan vehículos menores, tales como motos, moto taxis, autos de servicio público y privado, camionetas, buses; y por las noches se da lugar al tránsito pesado.

La geología de la zona indica que existe elementos de grava, arena gruesa, depósitos aluviales (Qr-al), depósitos morreicos (Qpl-mo) depósitos glaciofluviales (Qpl-glf) (cuaternario pleistoceno) estas formaciones se encuentran presentes a lo largo de toda la avenida.

Características del pavimento

El pavimento consiste en la construcción de una losa de rodadura de E=0.20 m como mínimo y de área superficial variable, cuya resistencia a la compresión es de $f'c=210$ kg/cm²

Reparación de las patologías encontradas

Las patologías del concreto rígido encontradas en la avenida Raymondi fueron: Grieta de esquina, Grieta lineal, Parche grande, Parche pequeña, Polimento de agregado y Descascaramiento de junta.

Procedimiento de mejora

El concreto rígido de la avenida en estudio debe ser rehabilitada debido a que el pavimento de concreto existente se encuentre ligeramente deteriorado, es decir, presenta problemas serios de durabilidad. Antes de proceder realizar el proceso de mejoramiento, es necesario reparar todas aquellas zonas que brinden un adecuado soporte, para ello se deben realizar las siguientes acciones:

Reparación de juntas.

Las juntas deben ser limpiadas y preparadas adecuadamente para el sobrecapado, ya que éstas empozan agua o proveen un canal desde el cual el agua será expulsada desde debajo de la junta. Esta acción se ve reflejada por un resoplido de la junta inmediatamente después del rodillado de la sobrecapa. Cuando estas fuerzas están

presentes, el refuerzo comúnmente mostrará una grieta refleja al final del día. Otra situación crítica se encuentra en las juntas sobrellenadas con materiales de sello y en las juntas selladas con dos componentes, frecuentemente usadas en pavimentos de concreto para aeropuertos. Estas situaciones pueden ocasionar un deslizamiento del refuerzo de asfalto en caliente y resultar en marcas que frecuentemente se confunden con el agrietamiento reflejo.

Mejora de superficies acanaladas o pulidas.

Los tipos de texturas superficiales que se pueden encontrar en pavimentos de concreto de la avenida Raymondi, pueden variar desde una textura pulida a una textura gruesa. Esto influye en su habilidad para la adherencia o unión entre capas. Las superficies pulidas pueden ser reestructuradas para mejorar su adherencia con el refuerzo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el uso apropiado de un riego de liga, la selección del tipo de mezcla y espesor adecuado, conjuntamente con un procedimiento apropiado de construcción, han probado ser el método más económico para asegurar una buena adherencia.

Mejora de Losas inestables

Los pavimentos de concreto que están sueltos, movedizos con el tráfico o que han bombeado, continúen moviéndose después de haber sido sobrecapados con asfalto. Para evitar esto, se deben estabilizar las losas asentándolas firmemente para proporcionarles el apoyo necesario. Finalmente, una vez que el pavimento ha quedado tan uniforme y estable como sea posible, debe limpiarse completamente la superficie; y si es necesario, colocar un dispositivo de control de reflexión de fisuras antes del refuerzo. Luego se procede a la aplicación del riego de liga.

Concreto de cemento portland como material de refuerzo

En el desarrollo de las actividades de mejora de la avenida Raymondi se debe utilizar concreto elaborado con cemento portland que presente resistencia al gua y frio, se recomienda cemento portland tipo V. El concreto es un material formado por materiales granulares (piedra partida o grava y arena) embebidos en una pasta de cemento que hace de ligante. Los materiales granulares son obtenidos de fuentes

naturales y deben cumplir con determinadas condiciones de granulometría. El cemento se obtiene a partir de la cocción de piedra caliza y arcilla que forma el Clinker, el cual es finamente molido agregándole un 5 % de yeso para formar el cemento.

El refuerzo de concreto de cemento portland es usado primordialmente para aumentar la capacidad estructural del pavimento existente, o bien para renovar sus características superficiales (aumenta la calidad de rodadura). Esta técnica está siendo muy utilizada actualmente, sobre todo en pavimentos flexibles (whitetopping). El principal problema de esta técnica de rehabilitación es calcular el espesor adecuado del refuerzo; es por esto, que la mayoría de fallas que se dan en este tipo de rehabilitación se originan por el inadecuado espesor del refuerzo.

Dependiendo del tipo de interface utilizado pueden ser: adheridas y no adheridas. De igual manera, si presentan un tipo de refuerzo, éstas se clasifican en: refuerzo de concreto simple, refuerzo de concreto reforzado con juntas y refuerzo de concreto continuamente reforzado.

Refuerzo adherido al pavimento existente

Este tipo de refuerzo es usualmente delgado y por lo tanto su capacidad estructural depende del pavimento existente. Esto significa que éste debe estar libre de fallas si se quiere un buen comportamiento del refuerzo. En esta técnica de rehabilitación, el refuerzo pasa a formar un todo con la losa existente, resistiendo ambos solidariamente la acción de las cargas de tránsito; es por eso la necesidad de lograr una buena adherencia entre el refuerzo y el pavimento existente. Un refuerzo de concreto adherido, adecuadamente construido, proporciona una mayor vida útil al pavimento rehabilitado, de igual manera aumenta su capacidad estructural y disminuye los costos del ciclo de vida del pavimento en comparación con otras técnicas de rehabilitación. Aunque el costo inicial de este tipo de refuerzo puede ser elevado en comparación con el refuerzo de concreto asfáltico, los beneficios a largo plazo son mayores, por lo tanto, se presenta como una alternativa viable de rehabilitación. En general, los espesores de refuerzo de concreto adherido varían entre 2 y 6 pulg (5 a 15 cm), siendo lo más común

adoptar espesores de 3 a 4 pulg (7.5 a 10 cm). También se han utilizado satisfactoriamente refuerzos de 1 pulg (2.5 cm) sobre pavimentos de concreto sano.

Preparación de la superficie del pavimento

Cuando se va a construir un refuerzo adherido se debe poner especial atención al estado de las juntas o grietas existentes. Para el caso de juntas descascaradas levemente, es decir, con depresiones menores a 50 mm (2 pulg) de profundidad, se pueden llenar con el concreto del refuerzo durante la construcción de éste. Depresiones mayores a 50 mm de profundidad deben ser llenadas con concreto antes de la colocación del refuerzo para asegurar una adecuada consolidación de la reparación. Juntas muy deterioradas como rotura de esquina, descascaramientos severos, inadecuada transferencia de carga y levantamientos requieren reparación en todo el espesor. Para grietas muy anchas se pueden reparar utilizando dispositivos de transferencia de carga como pasadores.

El escalonamiento de juntas mayores a 5 mm (0.2 pulg) indican bombeo de la subbase y una posible pérdida de soporte de la subrasante, un posible tratamiento correctivo sería la estabilización de losas. Para el caso de escalonamientos menores, éstos pueden ser tratados por medio del cepillado de la superficie para asegurar una superficie aceptable antes de colocar el refuerzo.

El agrietamiento aleatorio transversal o longitudinal requiere de especial atención en la preparación de la superficie para un refuerzo adherido. Las grietas transversales que no trabajan no deben ser tratadas. Aquellas que si trabajan requieren reparación en todo el espesor. Para grietas de severidad media, se pueden tratar a través del uso de un acero de refuerzo que controle el agrietamiento aleatorio, éste se puede colocar directamente sobre la superficie del pavimento o apoyado sobre abrazaderas. Este procedimiento requiere el fresado del pavimento existente para proveer un lugar al acero de refuerzo. El recubrimiento mínimo es de 50 mm (2 pulg), para proteger al acero de la corrosión. La barra que se usa es la No 4 o 5, cuya longitud es 0.6 m (24 pulg), espaciadas entre centros cada 0.76 m (30 pulg)

Construcción de la interface (capa de adherencia)

Después de la preparación de la superficie, el próximo paso es la construcción de la interface de adherencia o capa de adherencia. Para esto, se deben tener en cuentas los siguientes pasos:

1. Primero, se deben remover los materiales contaminantes presentes en la superficie del pavimento como residuos de aceite o petróleo con cepillos de alambre de hierro para lograr una superficie limpia que permita la adecuada adherencia con el refuerzo.
2. Luego la superficie debe ser sometida a un aumento de rugosidad a través de la remoción de una fina capa de concreto, de tal manera que no fisure la superficie. Se recomienda el uso de arena a presión o granalla a presión o la combinación de las dos. La Asociación Americana de Pavimentos de Concreto (ACPA, por sus siglas en inglés), recomienda que la remoción de esta capa debe estar entre los 3 y 6 mm. En casos de que caiga grasa o aceite de las unidades vehiculares en la avenida en estudio, incluso cualquier otro elemento contaminante, estos contaminantes pueden impedir la adecuada adherencia, por lo tanto, deben removerse inmediatamente.
3. Finalmente, se recomienda el uso de un agente adherente, sobre la superficie limpia y rugosa, para lograr una mejor adherencia. Para ello se puede usar una lechada de cemento o una resina epóxica de baja viscosidad. Cuando se use productos químicos se debe tener en cuenta que éste no debe secarse ni hidratarse completamente antes de colocar el refuerzo.

Aserrado y sellado de juntas

Antes del aserrado y sellado de juntas, es necesario hacer coincidir las juntas del pavimento existente con las juntas del refuerzo que son del mismo o mayor ancho que las juntas originales, con el fin de evitar la concentración de tensiones en el refuerzo, las cuales pueden causar daño en el refuerzo, durante la época de máximas temperaturas. La localización de las juntas en el pavimento existente se debe marcar antes de colocar el refuerzo. Se puede emplear estacas, clavos, marcas de pintura sobre las bermas u otros accesorios como instrumentos de precisión que ayuden a la

ubicación de éstas. La ubicación de juntas transversales rectas en el refuerzo se realiza de la siguiente manera. Primero se ubican las juntas en el pavimento existente, con cualquiera de los instrumentos mencionados anteriormente. Luego, teniendo los puntos como base, se une con un cordel y se determina la ubicación de éstas en el refuerzo. Para el caso de grietas sinuosas, se utilizan dos o más líneas guías.

Refuerzo no adherido al pavimento existente

En este tipo de rehabilitación, el refuerzo y la losa existente se comportan estructuralmente como dos capas independientes. El refuerzo no adherido se diseña con una capa de separación entre el refuerzo y la losa existente, con el fin de evitar la adherencia entre ambos y aislar al refuerzo de grietas y otros deterioros de la losa existente. Este tipo de refuerzo se ha utilizado satisfactoriamente tanto en pavimentos rígidos como flexibles muy deteriorados. También se puede utilizar cualquier técnica de fracturado, previa a la colocación de la capa de separación. La Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en inglés), recomienda los siguientes espesores mínimos para el refuerzo de concreto no adherido, los cuales están en función del tránsito.

Preparación de la superficie del pavimento

Cuando se va a construir un refuerzo no adherido, las reparaciones previas son menores que en el caso de un refuerzo adherido. Sin embargo, aquellas juntas que se encuentren muy deterioradas deben ser reparadas y el tratamiento más aconsejable para estos casos es la reparación en todo el espesor. Para juntas con descascaramientos leves, pueden ser tratadas con reparación de espesor parcial o rellenadas con el material de la interface. Las juntas escalonas mayores a 6 mm (05 pulg) requieren especial atención, para el caso en que el escalonamiento sea inferior a 6mm se puede cepillar la superficie para eliminar estas irregularidades o en todo caso utilizar tratamientos superficiales como lechada asfáltica para nivelar la superficie. En todos los casos de escalonamiento, se debe investigar la causa de la misma, para ver si es factible realizar la estabilización de losas o mejorar las condiciones de drenaje.

Anexo 05

Panel fotográfico



Figura 01. Grieta de esquina.



Figura 02. Loza dividida



Figura 03. Grieta de esquina.



Figura 04. descascamiento de esquina.





Figura 07. Grieta de esquina y pulimento de agregado.

ENSAYO PARA LABORATORIO

En las imágenes se puede apreciar el procedimiento de toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos de la av. Raymondi - Huaraz-2022





En las imágenes se puede apreciar el procedimiento de la extracción de los testigos para el ensayo de diamantina de la av. Raymondi

- 2022





En las imágenes se puede apreciar rotura de las muestras extraídas en campo con equipo de diamantina de la av. raymondi- 2022.





Anexo 07

Categorías de CBR en la capa de Sub Rasante.

Categoría de subrasantes	CBR
Muy mala o Inadecuada	$CBR < 3\%$
Mala o Insuficiente	$3\% \leq CBR < 6\%$
Regular	$6\% \leq CBR < 10\%$
Buena	$10\% \leq CBR < 20\%$
Muy buena	$20\% \leq CBR < 30\%$
Excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2014. MTC. Manual de carreteras, Diseño Geométrico. [En línea] octubre de 2014. 328pp.

Clasificación de suelos según AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	SUELOS GRANULARES ($\leq 35\%$ PASA TAMIZ N°200)						SUELOS FINOS ($>35\%$ Bajo TAMIZ N°200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
TAMIZ N°10	≤ 50										A-7-6
TAMIZ N°40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
TAMIZ N°200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				≥ 36			
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arenas Finas	Gravas y Arena, Limosa y Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	EXCELENTE - BUENO						REGULAR - MALO				

Fuente. Patín, A. A. 2018.