

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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



**“Evaluación patológica del pavimento rígido de la calle
Libertad en el Barrio Norte, provincia de Sullana – Piura”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Sernaque Nizama, Rafael Francisco

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermin

Código ORCID 0000-0002-6961-7418

Piura - Perú

2021

PALABRAS CLAVES:

Tema	Pavimento rígido
Especialidad	Transporte

KEY WORDS:

Topic	Rigid pavement
Specialization	Transport

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación	Transporte
Área	Ingeniería, Tecnología
Sub área	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería de la Transporte

TÍTULO

**“Evaluación patológica del pavimento rígido de la calle Libertad en
el Barrio Norte, provincia de Sullana – Piura”**

RESUMEN

La actual investigación tuvo como propósito evaluar y analizar, la patología del pavimento rígido de la calle Libertad en Barrio Norte, provincia de Sullana – Piura.

El proyecto de investigación detalla el tipo de patología y determinar los indicadores de condición de las aceras existentes en la calle.

Con respecto al método de estudio, presenta un tipo de estudio descriptivo, y analítico. Descriptivo, ya que explica la situación que atraviesa sin alterarla; y analítico porque analiza la manera y determina las factibles causas.

Finalmente, de acuerdo con la información obtenida se determina el nivel de incidencia de patologías de concreto en el pavimento rígido de la calle estudiada, obteniendo así un índice de la integridad estructural del pavimento rígido. como resultado regular bueno en un 80% de evaluación de vía, cuando se analizó la resistencia a la compresión de la carpeta de rodadura mediante diamantinas las 5 muestras nos dieron resultados óptimos, y cuando se analizó el fundamento del pavimento rígido, la base no cumple con los estándares de calidad según las normativas, en cuanto a la sub rasante si cumple pero está un punto sobre los límites permisibles.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate and analyze the pathology of the rigid pavement in Barrio Norte, Calle Libertad, province of Sullana - Piura.

The research project detail the type of concrete pathology and identify the pavement condition index that exists on the streets.

Regarding the research methodology, it presents a descriptive and analytical type of study. Descriptive, since it describes the reality that it passes through without altering it; And analytical because it studies the details and establishes the possible causes.

Finally, with the information obtained, the level and incidence of concrete pathologies in the rigid pavement of the streets under study were defined and thus achieve an index of structural integrity of the rigid pavement as a good regular result in 80% of road evaluation, When the compression resistance of the tread layer was analyzed using diamonds, the 5 samples gave us optimal results, and when the base and the subgrade of the rigid pavement were analyzed, the base does not meet the quality standards according to the regulations, As for the subgrade, it does comply but is one point above the permissible limits.

Índice General

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	39
Resultados	42
Análisis Y Discusión	51
Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Referencias Bibliográficas	54
Anexos	56

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Tiempo de drenaje para capas granulares</i>	29
Tabla 2 <i>Rangos de calificación metodología pci</i>	40
Tabla 3 <i>Ancho de calzada</i>	41
Tabla 4 <i>Resultados del PCI de la primera cuadra</i>	43
Tabla 5 <i>Resultados del PCI de la segunda cuadra</i>	43
Tabla 6 <i>Resultados del PCI de la tercera cuadra</i>	44
Tabla 7 <i>Resultados del PCI de la cuarta cuadra</i>	44
Tabla 8 <i>Resultados del PCI de la quinta cuadra</i>	45
Tabla 9 <i>Resultados del PCI de la sexta cuadra</i>	45
Tabla 10 <i>Resultados del PCI de la séptima cuadra</i>	46
Tabla 11 <i>Resultados del PCI de la octava cuadra</i>	46
Tabla 12 <i>Resultados del PCI de la novena cuadra</i>	47
Tabla 13 <i>Resultados del PCI de la decima cuadra</i>	47
Tabla 14 <i>Resultados del PCI de la onceava cuadra</i>	47

Índice Figuras

Figura 1. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento.....	7
Figura 2. Deficiencia de sellados en pavimentos rígidos.....	10
Figura 3. Juntas saltadas en pavimentos rígidos.....	11
Figura 4. Juntas saltadas en pavimentos rígidos.....	11
Figura 5. Pérdida de regularidad y comodidad en la conducción.....	12
Figura 6. Grietas en la esquina en pavimento rígidos	13
Figura 7. Grietas en la longitudinales en pavimento rígidos.....	14
Figura 8. Grietas transversales.....	14
Figura 9. Escalonamiento de junta.....	15
Figura 10. Fisuramientos por retracción en pavimentos rígidos.....	16
Figura 11. Desintegración en pavimentos rígidos.....	17
Figura 12. Baches en pavimentos rígidos.....	17
Figura 13. Descenso de la berma en pavimentos rígidos.....	18
Figura 14. Parches deteriorados en pavimentos rígidos.....	19
Figura 15. Surgencia de finos en pavimentos rígidos.....	20
Figura 16. Fragmentación múltiple en pavimentos rígidos.....	20
Figura 17. Separación entre la berma y pavimento.....	21
Figura 18. Levantamientos localizados en pavimentos rígidos.....	22
Figura 19 Resultado de una evaluación estructural.....	27
Figura 20 Esquema de investigación no experimental.....	40
Figura 21 Índice de condición del pavimento	48
Figura 22 Estándares de evaluaciones psi	48
Figura 23 Resistencia a la compresión de concreto del pavimento rígido.	49
Figura 24 Análisis químico por agresividad.....	49
Figura 25 Análisis granulométrico por tamizado	57

Figura 26	Grafica – analisis granulometrico por tamizado	58
Figura 27	Analisis granulometrico por tamizado	59
Figura 28	Grafica – analisis granulometrico por tamizado	60
Figura 29	Analisis granulometrico por tamizado	61
Figura 30	Grafica – analisis granulometrico por tamizado	62
Figura 31	Analisis granulometrico por tamizado	63
Figura 32	Grafica – analisis granulometrico por tamizado	64
Figura 33	Analisis granulometrico por tamizado	65
Figura 34	Grafica – analisis granulometrico por tamizado	66
Figura 35	Analisis granulometrico por tamizado	67
Figura 36	Grafica – analisis granulometrico por tamizado	68
Figura 37	Humedad natural	68
Figura 38	Analisis de limites de atterberg	69
Figura 39	Grafica- límites de atterberg	69
Figura 40	Registro de exploracion por calicatas – calicata 1.....	70
Figura 41	Registro de exploracion por calicatas – calicata 2.....	71
Figura 42	Registro de exploracion por calicatas – calicata 3	72
Figura 43	Registro de exploracion por calicatas – calicata 4.....	73
Figura 44	Registro de exploracion por calicatas – calicata 5.....	74
Figura 45.	Registro de exploracion por calicatas – calicata 6	75
Figura 46.	Proctor modificado	76
Figura 47.	Análisis químico por agresividad,.....	77
Figura 48.	Estado actual del pavimento rígido	77
Figura 49.	Deterioro de pavimento-grietas y escalonamiento de junta	78
Figura 50.	Levantamiento topográfico de la calle del pavimento rígido	78
Figura 51.	Ensayo de prueba de diamantina	79

Figura 52. Tamizado de muestras de suelo	80
Figura 53. Granulometría de suelos	80
Figura 54. Plano perimetral de evaluación de la calle libertad.....	85
Figura 55. Distribución de evaluación de mecánica de suelos y extracción de diamantinas.....	86

INTRODUCCION

En nuestra provincia de Sullana una de las problemáticas más graves que enfrentamos es el mal estado de las vías urbanas, independientemente del tipo de vías rígidas, flexibles o mixtas, suelen encontrarse en ellas baches, depresiones y grietas que dificultan el tránsito normal de nuestras ciudades vehiculares.

El siguiente proyecto de investigación detallará el tipo de patología de concreto, y determinará los indicadores de condición del pavimento que existen en la calle donde se realizará un levantamiento topográfico, identificando posibles deterioros y cuantificando el número de losas afectadas por dichas fisuras.

Así mismo, para la consecución de los propósitos de la investigación, se evaluará en el Barrio Norte el estado del pavimento duro. De Libertad, Provincia Sullana, Región Piura.

El método de aplicación es P.C.I: (índice de condición del pavimento), y la patología de la carretera se puede determinar a través de la lista de verificación de cada unidad de muestra, el nombre de la calle, el número de bloques, el número de paneles (losas de concreto para aceras), el tamaño del panel, el área total de la muestra, la ubicación y la incidencia de enfermedades se detallarán en el concreto en el pavimento rígido. Con la información obtenida se determinará el nivel y la incidencia de patología del concreto en el pavimento rígido de la calle en estudio, a fin de obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido. Además, analizar las posibles causas provocadas por tipos patológicos. para posterior a ellos plantear alternativas de solución y tratamientos.

El desarrollo de este proyecto en la patología del pavimento rígido del Barrio Norte en Calle Libertad es muy importante, ya que a pesar del desarrollo de la tecnología de construcción y las propiedades de los materiales, el daño al pavimento generalmente se observa y debe ser descubierto a tiempo antes de que se puedan aplicar las medidas correctivas. para evitar accidentes o un accidente que dañe la seguridad personal de otras personas que vivan o utilicen las aceras antes mencionadas.

Así mismo, a través de este proyecto y a las propuestas de mejoras, aumentará la vida útil del pavimento y los lugareños se verán favorecidos pues son ellos, quienes a diario transitan por esta zona.

Cote G. y Villalba L. (2017) "Índice de condición del pavimento rígido y medidas de protección en Cartagena, India. Estudio de caso: Carrera 1ra en la comunidad de Boca Grande"

El propósito de la encuesta es determinar el estado actual de las aceras de la Avenida Malecón (Carrera 1ra) en Boca grande a través del método del Índice de Condición Vial (PCI), a fin de proponer las mejores alternativas de soluciones técnicas y económicas y donde hay mayor daño.

La investigación fue de tipo descriptiva, con un enfoque mixto, tanto cualitativo como cuantitativo. Debido a la importancia e inconveniencia de la vía, de acuerdo con la norma ASTM D-6433 07, se considera necesaria la importancia e inconveniencia de la vía para realizar un estudio de daños para determinar el tipo, severidad y daño de la unidad de muestra elegida.

Concluyeron que el mayor impacto en la vía es el mapa de grietas o craquelado de severidad media que aparecen en el 70% del área de estudio, mientras que el porcentaje menor es el estampado de alta resistencia, la losa partida de severidad media y las grietas lineales de alta. gravedad. entre otros. Finalmente, se plantearon alternativas de solución viables en términos económicos y técnicos.

Nova J. (2017) "Iniciativa de restauración del pavimento duro de la Calle 127d entre Carrera 93f y Carrera 96 El Rubí en el poblado de Suba-Bogotá"

La investigación tuvo como finalidad proponer técnicamente un plan de reparación con variables y parámetros variables en la Calle 127d entre las cuadras Carreras 93f y Carrera 96 El Rubí en Suba Bogotá D.C. Estas variables y parámetros afectarán la estructura rígida del pavimento.

El estudio fue de tipo descriptivo, con un enfoque cuantitativo. El desarrollo se basó en la recolección de datos, los cuales fueron analizadas y procesadas por diferentes modelos de cálculo.

Finalmente, se derivó a la realización de cálculos y modelos adecuados a las necesidades del proyecto contribuirá en gran medida a determinar qué modelo satisface la demanda del tráfico y durabilidad en el tiempo de diseño y alarga su vida útil y de servicio.

Se concluyó que la superficie de la losa de concreto existente está en buen estado y cumple con las condiciones actuales, se recomienda utilizar aditivos adhesivos sobre pavimentos rígidos en zonas homogéneas.

Huamán C. y Hauman R. (2015), "Determinación y Evaluación de problemas en Pavimentos de Concreto Rígido, Distrito San Juan Bautista-Ayacucho, Provincia de Huamanga"

A través de este estudio se determinó el estado de mantenimiento de la vía en el área de San Juan Bautista, que requiere un mantenimiento rutinario, correctivo y preventivo.

La investigación fue exploratoria y descriptiva bajo la modalidad de campo. Por ello, es necesario determinar el estado patológico en la pista de concreto hidráulico y utilizarlo como muestra de inspección visual para recoger datos y determinar el índice de estado de la carretera en función de su estado patológico.

Además se realizó: observación, estudio y evaluación de la pista. El estudio de la realidad del Distrito de San Juan Bautista ayuda a formular planes y programas para las necesidades de inversión. Promover la creatividad y la innovación tecnológica en las ocupaciones de creación.

Delgado F. y Quispe C. (2012) "Diseño del pavimento de un aeropuerto"

El objetivo de la investigación es utilizar el método FAA para diseñar la acera en el área deportiva del aeropuerto de Punta Hermosa y determinar la mejor opción entre acera rígida y acera flexible. La metodología del estudio, se enmarca en una investigación descriptiva, con un enfoque cuantitativo.

Para el diseño de la acera propuesta se utilizó la geometría del Aeropuerto Jorge Chávez y los registros de conducción de 2010. Por ello, para calcular el espesor de la

capa de pavimento, siga el método utilizado por la Administración Federal de Aviación (FAA).

El estudio propuso dos diseños. El primero está compuesto íntegramente por pavimento rígido y el segundo está compuesto íntegramente por pavimento flexible. Para este tipo de pavimentos, la entidad utiliza el método del Índice de Resistencia de California (CBR) para calcular los pavimentos flexibles, mientras que para los rígidos sigue el supuesto de carga de borde.

Concluyen, evaluando las ventajas y desventajas de una capa sobre otra.

Fundamentación científica

Para la temática central de esta propuesta para obtención de título, es necesario sentar bases sólidas de los problemas a ser tratados en la evaluación, diagnóstico patológico e intervención de los pavimentos rígidos de Barrio Norte, Calle Libertad. Para ello, algunos conceptos deben ser estudiados en profundidad. Teorías y terminología que se utilizan a lo largo de la investigación, como patología estructural, pavimentos, tipos de fallas en pavimentos rígidos, entre otros, se detallana a continuación.

Asimismo, el procedimiento de aplicación va a ser P.C.I: (índice de condición de la vía), que deja establecido el problema de la vía por medio de una ficha de inspección. En la lista de verificación de cada unidad de muestra, se especifica en detalle el nombre de la calle, el número de bloques, el número de paneles (losas de concreto), la medida del panel, el área total de la muestra, la localización y la incidencia del problema sobre pavimento duro.

Se realizó un levantamiento topográfico y geo referenciación. Se contemplo a su vez estudios preliminares de geodesia y topografía, para lo cual se utilizó un equipo de nivelación. De los resultados obtenidos del levantamiento topográfico, se procedió a graficar los planos respectivos de la vía en mención.

Equipos y Herramientas:

- Nivel TOPCON modelo AT-B4, serie RY 9300
- Wincha de 60m
- Wincha de 5m
- Mira topográfica

- Computadora PC ONE, marca SAMSUNG Intel Core i3
- Laptop Intel
- Cámara fotográfica

Componentes de la infraestructura del camino

Preparacion del terreno

A esto se le llama preparación y conformación del terreno natural: sobre él se construirá la nivelación y compactación de la infraestructura vial. En áreas con fuertes pendientes laterales (pendiente natural $\geq 20\%$), la plaza costera se construye formando terrazas. Cuando la calidad de la topografía natural de la explanada es mala, debe ser reemplazada o estabilizada para asegurar la estabilidad de la explanada sea firme.

Explanacion

El movimiento de tierras que consiste en la excavación y relleno (terraplén) para obtener una plataforma vial hasta el nivel del subrasante se denomina nivelación.

Terraplen

El terraplén es parte de la explanación preparada sobre el suelo. Por eso se le llama relleno.

La base y el cuerpo principal del terraplén o relleno formarán una capa de hasta 0,30 my se compactarán al 90% de la densidad seca máxima probada por el supervisor mejorado.

La corona del neumático es la parte superior del terraplén, con un espesor mínimo de 0,30 my formada en una capa de 0,15 m, compactada al 95% de la densidad seca máxima probada por el supervisor del código.

Corte

La excavación del terreno natural hasta alcanzar la altura de Subrasante del Camino.

El fondo del área de excavación se aflojará a una profundidad de 0,15 m, y se le dará forma y nivelará de acuerdo con la pendiente lateral especificada en el diseño geométrico de la carretera; y se compactará al 95% de la densidad seca máxima probada por el supervisor mejorado.

En el área de perforación de roca es necesario excavar por lo menos 0.15m por debajo de la capa superior del lecho de la calzada. La superficie final de la roca debe ser plana, limpia y libre de cavidades, puntas de perforación, excesos y todas las sustancias nocivas. El área más profunda debe rellenarse hasta la parte superior de la subrasante con el material de relleno seleccionado o subrasante granular ($CBR \geq 40\%$).

Subrasante del camino

Subrasante se refiere a la superficie de la carretera completada al nivel del movimiento de tierras (corte y relleno) sobre el cual se coloca el pavimento o la estructura fija.

La subrasante es la ubicación directa de la estructura de la acera y es parte del prisma de la carretera construido entre el terreno natural plano o la carretera costera y la estructura de la acera. La subrasante es la capa superior del terraplén o la parte inferior de la excavación en el terreno natural. Apoyarán la estructura de la acera y estarán constituidas por suelos seleccionados con características aceptables, que se compactan capa a capa para formar un cuerpo estable en las mejores condiciones. Este método no se ve afectado por la carga de diseño causada por el tráfico. Su capacidad de soporte bajo las condiciones de uso, así como las características del tránsito y los materiales de construcción de la superficie de trabajo, constituyen las variables básicas del diseño estructural de la acera a colocar en la parte superior. Durante la fase de construcción, los últimos 0.30m de suelo debajo de la capa superior de la subrasante deben compactarse al 95% de la densidad seca máxima obtenida por la prueba de supervisor modificada (MTC EM 115).

El suelo debajo de la capa superior del lecho de la carretera y la profundidad no es inferior a 0,60 m debe ser un suelo adecuado y estable con $CBR \geq 6\%$. Si el CBR del suelo debajo de la capa superior de la subrasante es menor al 6% (diferencia de subrasante o pobre subrasante inadecuada), indica que el suelo está estabilizado y el ingeniero responsable analizará soluciones alternativas, como estabilización mecánica, reemplazo de el suelo de cimentación, suelo estabilizado químicamente y geosíntesis. El material es estable, se aumenta la pendiente, se cambia el trazado de la carretera y se selecciona uno de los métodos técnicos y económicos más convenientes.

Afirmado

La confirmación está compuesta por una capa compactada de materiales granulares naturales o procesados, con un grado específico, que puede soportar directamente la carga de tráfico y la carga de trabajo. Debe tener la cantidad adecuada de material de unión fino para mantener unidas las partículas. Se puede utilizar como superficie de conducción en caminos y carreteras sin pavimentar.

Pavimento

El pavimento es una superestructura que se utiliza habitualmente en la ingeniería vial y consta de capas de diferentes materiales que distribuyen y transmiten las cargas del tráfico al terreno natural. Su función principal es proporcionar una superficie firme y regular para la circulación de diferentes tipos de vehículos, comparado con las superficies sucias, puede moverse más rápido, más seguro y con mayor comodidad.

Según la ingeniería, el pavimento es un factor estructural que se basa en la cimentación llamada subrasante de la carretera a lo largo del lote. Esta capa debería estar preparada para tolerar un sistema de capas de diferentes espesores (llamado embalaje estructural), que está elaborado para aguantar cargas externas a lo largo de un cierto lapso de tiempo. Ver figura 01.



Figura 1. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento

Elementos estructurales que integran un pavimento.

Losa de concreto hidráulico

Son aquellas que constituyen una superficie rodante o plegadora sobre la que caminan diferentes vehículos que utilizan la . Son una parte importante de las aceras y deben ser capaces de soportar las tensiones provocadas por el tráfico y la exposición al entorno natural, especialmente a la flexión. El módulo de rotura normalmente diseñado está entre 42 kg / cm² y 48 kg / cm²

Así mismo la losa de concreto hidráulico se determina por su resistencia a la flexión y puede aportar la mayor parte de la capacidad portante de la acera, principalmente porque su módulo de elasticidad es significativamente superior al del material que constituye la subestructura.

También de su contribución estructural, la losa de concreto hidráulico también debe garantizar que la superficie rodante brinde seguridad y comodidad al usuario durante toda la vida útil del diseño, con solo una pequeña cantidad de mantenimiento esporádico. La calidad y durabilidad del pavimento depende en gran medida de su buen estado.

Base.

La base es la capa debajo de la carpeta. Es muy potente, puede absorber la mayor parte de la fuerza vertical y su rigidez o resistencia a la deformación bajo la presión repetida del tráfico suele corresponder a la intensidad del tráfico denso.

Por lo tanto, para el tráfico de carga media y ligera, se utiliza la matriz granular tradicional, pero para el tráfico de carga pesada, se utilizan materiales granulares tratados con cemento.

Sub- base.

Es una de las capas que constituyen la subestructura de la acera. Por lo general, está hecho de materiales granulares no cementosos y, según el tamaño de la carga y la intensidad del tráfico, puede ser estable o inestable.

La estabilización del suelo implica un tratamiento mecánico del suelo o la adición de productos químicos (generalmente cal o cemento) para cambiar sus propiedades, obteniendo así mejores propiedades estructurales (González, 2013).

Por lo general, esta capa tiene la función de controlar el cambio de volumen en la calzada, también puede formar una superficie uniforme para soportar la losa y al mismo tiempo servir como medio de drenaje para evitar la descarga de partículas finas a través de grietas y juntas. Acción por tarifas de tránsito.

En algunos casos, como cargas de tráfico ligeras y esporádicas, se puede decidir apoyar directamente las losas de acera sobre subrasante de alta calidad, evitando así la construcción de subrasantes.

Sub-rasante.

Esta capa debe poder soportar las tensiones que le imparte la acera. Interfiere con el diseño del grosor de cada capa de la acera y afecta el comportamiento de la pavimento.

Proporciona la altura necesaria para la calzada y protege la acera, incluso en condiciones de humedad severa, siempre mantiene su integridad y proporciona condiciones de apoyo uniforme y permanente.

En cuanto al material que constituye la capa base de la carretera, es necesario utilizar suelo compactable y obtener al menos el 95% de su compacidad.

Principales deterioros de un pavimento rígido

Las fuerzas generadas por el tráfico, la temperatura y la ayuda tienen la posibilidad de perjudicar de manera negativa las aceras, hacer que las aceras se deterioren e influir su funcionamiento estructural y servible.

Como la acera siempre se ve afectada por el clima y la carga, no se puede evitar que se deteriore, en cambio, se puede esperar que esto no sea obvio durante la vida útil del diseño de la acera.

Aun así, el esfuerzo crítico o la fatiga debidos a un esfuerzo constante pueden conducir a un deterioro prematuro de la tabla, provocando fallas en la tabla. Un mal funcionamiento es una condición que afecta las características de la superficie de la carretera de manera que no puede realizar su función de diseño de manera satisfactoria.

Los principales tipos de deterioro del pavimento rígido son los siguientes:

Deficiencias de sellado

Tiene relación con cualquier condición que permita la acumulación de material en las juntas o posibilite una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el desplazamiento de la losa, posibilitando que se hagan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas

Causas posibles:

Las razones más comunes por los materiales de sellado insuficientes son:

- Endurecimiento por oxidación del material de sellado.
- Pérdida de adherencia al borde de la placa.
- Levantar el material de sello debido a la influencia del tráfico y movimiento del tablero.
- Materiales de sello insuficientes o faltantes.
- Material de sellado inadecuado.



Figura 2. Deficiencia de sellados en pavimentos rígidos

Juntas saltadas

El borde de la placa se rompe, se rompe o se desintegra dentro de los 0,50 metros de la costura o esquina, y generalmente no excede esta distancia. Además, no se extienden perpendicularmente a través de la placa, sino que se cruzan en ángulo.

Posibles causas

La fragmentación es el resultado de varios factores, que pueden actuar de forma aislada o combinada. Esfuerzo excesivo en las juntas causado por la carga del tráfico y / o la penetración de materiales incompresibles; el hormigón cerca de la junta se vuelve

frágil debido al acabado excesivo y la interferencia excesiva durante la terminación de la junta; diseño del sistema de transferencia de carga de la junta y / o estructura deficiente; acumulación de agua en las articulaciones.



Figura 3. Juntas saltadas en pavimentos rígidos

Separacion de la junta longitudinal

Pertenece a una abertura de el comité longitudinal del pavimento. Esta clase de mal se muestra en todos los tipos de pavimentos sólidos.

Posibles causas

Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes.

- Desplazamiento lateral de la losa por diferentes asentamientos en la subrasante.
- Berma faltante



Figura 4. Juntas saltadas en pavimentos rígidos

Idealmente, la acera debe proporcionar una superficie que coincida con el tamaño del diseño, que pretende describir una superficie plana teóricamente utilizada para el tráfico de vehículos.

La regularidad de un pavimento es la magnitud de qué tanto se desvía el área real de la superficie teórica

De hecho, entre otros factores, la regularidad de la superficie de la acera depende de sus materiales y métodos de construcción. Con el tiempo, los efectos de diferentes cargas aumentarán las irregularidades en la acera, afectando así la potencia del vehículo, la calidad de conducción y el drenaje.

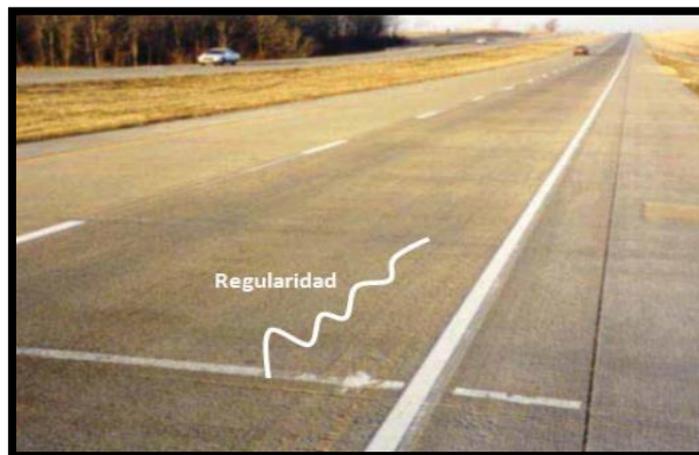


Figura 5 Pérdida de regularidad y comodidad en la conducción

El parámetro más comúnmente utilizado para describir la regularidad del pavimento es el Índice Internacional de Rugosidad IRI (AASHTO, 2008).

Este indicador mide acumulativamente el cambio vertical (aumento y disminución) de la superficie real en relación con la superficie teórica a una distancia determinada. Cuanto mayor sea la rugosidad de la carretera, mayor será el valor de IRI.

Las restricciones permitidas por IRI varían de un país a otro. En lo que respecta a Guatemala, no existe una normativa que regule estas restricciones, por lo que es el diseñador quien debe establecer estas restricciones (González, 2014). Como referencia, la figura a continuación muestra la recomendación de la Secretaría

Nacional de Planificación y Desarrollo de Ecuador sobre la elección del valor máximo de IRI permitido.

Grietas en la esquina

Se trata de una fisura que se cruza con una junta o borde, que delimita el suelo a una distancia inferior a 1,30 m a cada lado de la esquina.

La grieta de la esquina se extiende verticalmente a todo el espesor de la losa.

Posibles causas

Son producidas por cargas pesadas repetidas (fatiga del hormigón) y drenaje, que debilitan y erosionan el soporte de la cimentación y provocan una gran deflexión de las esquinas debido a la mala transmisión de la carga en las juntas.



Figura 6. Grietas en la esquina en pavimento rígidos

Grietas longitudinales

El fracturamiento de la losa que ocurre paralela al eje de la carretera se rompe, dividiéndola en dos planos.

Posibles causas

Son causados por ejecución repetida de cargas pesadas, pérdida de soporte básico, cambios de temperatura y humedad o cambios en los gradientes de tensión, estos defectos son causados por la ejecución imperfecta de estas y / o sus juntas longitudinales.

Generalmente, la carencia de juntas y / o placas longitudinales y una interacción ancho / extenso excesivamente enorme además puede conducir al desarrollo de grietas longitudinales.



Figura 7. Grietas en la longitudinales en pavimento rígidos

Grietas transversales

Son grietas que penetran la losa perpendicular al eje de la carretera o autovía. Pueden ser causadas por losas con relaciones largo / ancho muy grandes, pérdidas de soporte en la subestructura, diferentes asentamientos o fatiga por cargas excesivas en los bordes de las losas.



Figura 8. Grietas transversales

Escalonamiento de junta

Se refiere a la existencia de huecos entre dos placas adyacentes en la superficie de la carretera, y estos huecos están separados por junta o unión.

Esto sucede porque el material se pierde en un extremo de la losa, en la mayoría de los casos, los mismos se mueven y recogen en el otro extremo (en la dirección del movimiento de la carga del tráfico). La principal causa de este daño es el cambio en el volumen de la capa de la subestructura, el bombeo de polvo fino y la mala transferencia de carga entre las juntas (Miranda, 2010). La reparación de este tipo de deterioro incluye nivelar la losa (levantar la losa para inyectar material en la subestructura) o deshilachar el borde superior de la losa escalonada.



Figura 9. Escalonamiento de junta

Fisuramiento por retracción tipo malla

Esto se debe al desprendimiento de pequeños trozos de concreto, lo que hace que la superficie del tablero se agriete a una profundidad de aproximadamente 5 a 15 mm. Las grietas capilares se refieren a una red de grietas superficiales muy finas que solo se extienden hasta la superficie del concreto. Los mismos objetos tienden a cruzarse en un ángulo de 120°

Posibles causas

Las grietas capilares suelen ser el resultado del sobre-acabado del hormigón recién vertido, lo que provoca la filtración de mortero y agua, lo que da como resultado una resistencia muy débil a la contracción en la superficie del hormigón.

En muchos casos, las grietas del capilar pueden ocurrir debido a la influencia de la transición, lo que resulta en un desconchado superficial, de modo que el desconchado procede tanto en profundidad como en área. Cuando las barras de acero se colocan muy cerca del suelo, también se pueden observar desconchados en el pavimento de concreto armado.



Figura 10 Fisuramientos por retracción en pavimentos rígidos

Desintegración

Debido a la pérdida de materiales finos que caen de la matriz de arena-cemento del hormigón, la superficie del pavimento se desintegra gradualmente, lo que resulta en una superficie de apoyo rugosa y eventualmente formando pequeños agujeros.

Posibles causas

Son provocadas por los efectos abrasivos del transporte sobre hormigón de baja calidad, o por el uso de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, tamaño de partícula de árido inadecuado), o por defectos en el proceso de aplicación (Separación de la mezcla , densificación deficientes, etc.).

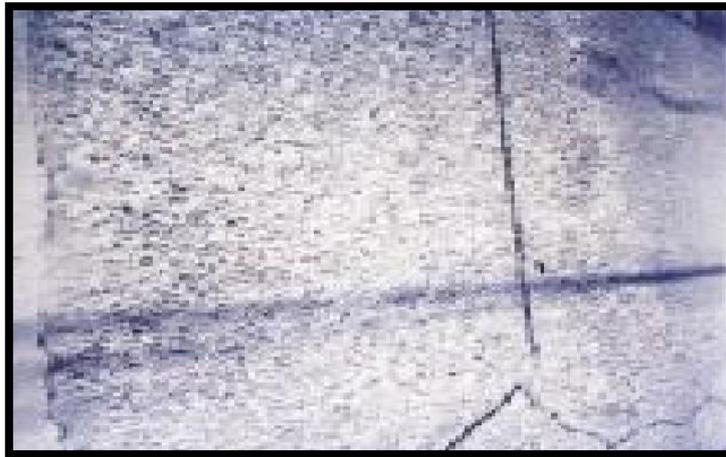


Figura 11. Desintegración en pavimentos rígidos

Baches

Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.

Posibles causas

Los baches son causados por una combinación de muchas razones: cimentación y revestimiento inestable; espesor insuficiente del pavimento en la estructura; defectos constructivos; capacidad de retención de agua en el área de depresiones y / o grietas.

El efecto de abrasión del tráfico en el área local más débil de la acera o el área con grietas severas ha alcanzado un alto grado de severidad, provocando que una parte de la superficie de la carretera se derrumbe y luego se elimine, formando un abultamiento.



Figura 12. Baches en pavimentos rígidos

Descenso de la berma

Cuando una berma está sujeta a asentamiento, se producirá la diferencia de altura entre la superficie de la placa plana y la superficie de la berma.

Posibles causas

Las principales razones que provocan la caída del borde de fuga son:

- El terraplén se hundió debido a una compactación insuficiente
- En bermas sin revestimiento: erosión de la superficie debido al tráfico o al agua que fluye desde la acera hasta el borde exterior del piso.
- Inestabilidad bancaria



Figura 13. Descenso de la berma en pavimentos rígidos

Parches deteriorados

Los parches son superficies donde el pavimento original fue removido, reemplazado y reparado con materiales semejantes o, en última instancia diferentes. Los parches de utilidad además se han implementado para permitir la instalación o el mantenimiento de ciertos parches. Tipos de servicios públicos subterráneos.

La reparación reducirá la capacidad de mantenimiento de la vía, y la reparación puede indicar la intensidad del mantenimiento requerido para la carretera y puede indicar la necesidad de fortalecer su estructura. En muchos casos, los parches provocaron nuevos fallos debido a una implementación deficiente.

Posibles causas

Para los parches de asfalto, la capacidad estructural del parche es insuficiente o la estructura del parche es deficiente.

- Reemplazar por losas nuevas de concreto de espesor similar a las aceras existentes, y la transferencia de carga en las juntas de expansión es insuficiente o la estructura es pobre.
- En el parche de hormigón pequeño (más pequeño que la losa), retraiga el parche de hormigón para separar la construcción defectuosa.



Figura 14. Parches deteriorados en pavimentos rígidos

Surgencia de finos

Es la expulsión de finos que se descarga a través de juntas o grietas, esta descarga (en presencia de agua) está representada por la deflexión de la losa antes de pasar la carga.

Cuando se drena el agua, arrastra partículas de grava, arena, arcilla o limo, perdiendo así el soporte de la losa de hormigón. El material que aparece en las hendiduras y grietas en la superficie de los paneles y aceras puede probar la existencia de bombeo.

Posibles causas

La presencia de agua superficial que se filtra entre la cimentación y la losa de hormigón.

- Materiales corrosivos en la base.
- Tráfico frecuente de vehículos pasados.



Figura 15. Surgencia de finos en pavimentos rígidos

Fragmentacion multiple

La fractura de la losa de hormigón forma una rejilla ancha que combina grietas longitudinales, transversales y / o diagonales para subdividir la losa en cuatro o más planos.

Posibles causas

Son provocadas por la fatiga del hormigón, debido a las repetidas cargas de tráfico elevado y / o el apoyo insuficiente de la cimentación, lo que se traduce en una capacidad de apoyo insuficiente de la losa.



Figura 16. Fragmentacion multiple en pavimentos rígidos

Separacion entre berma y pavimento

Mayor apertura de la costura longitudinal entre la berma y la acera

Posibles causas

Las razones más probables de la separación de la berma y la acera son:

- Compactación insuficiente en la acera.
- Cuando hay un espacio entre la berma y la acera, el agua se escurre en la berma.



Figura 17. Separacion entre la berma y pavimento

Levantamiento localizado

La sobre-elevación brusca de la superficie de la calzada suele localizarse en la zona adyacente a las juntas o grietas transversales.

Posibles causas

Son causadas por la carencia de independencia de extensión de la losa de hormigón, y esta extensión pasa primordialmente alrededor de las juntas transversales.

La restricción de la expansión de la placa crea una fuerza de compresión considerable en el plano de la costura. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la articulación o excéntricas a su sección transversal, harán que las placas adyacentes a la articulación se levanten, generalmente acompañadas de la fractura de estas placas.



Figura 18. Levantamientos localizados en pavimentos rígidos

Comportamiento del pavimento

Comportamiento funcional

El desempeño funcional del pavimento de hormigón está relacionado con su capacidad funcional, de modo que proporcione a los usuarios una superficie segura y cómoda. En este caso, la regularidad o rugosidad de la superficie es la característica principal, y tenemos las siguientes otras características:

- textura.
- Suficiente fricción superficial.
- Trazado de la carretera, incluido el peralte y el radio de curvatura.
- grieta.

La regularidad o rugosidad de la zona es la característica más relevante para los usuarios puesto que afecta la calidad de rodadura. Se relaciona con los efectos de la vibración, como el grado de deterioro, la posibilidad de mal de la mercancía transportada, el desgaste del transporte y el consumo de energía. El nivel de comodidad depende principalmente del perfil longitudinal del transporte y de la carretera.

La textura de el área de la carretera es un parámetro clave para la tranquilidad y la estabilidad del cliente. Es importante para el mantenimiento de la carretera. Este parámetro perjudica de manera directa la función de el área de la carretera para drenar el agua de la interfaz rueda-superficie de la carretera e de forma indirecta en el área de

la carretera. El coeficiente de fricción de el área de la carretera, que es primordial para la adecuada adherencia entre la rueda y el área de la carretera. La fricción superficial de el área de la carretera es la fuerza generada en la interfaz de la rueda de la carretera, que resiste el deslizamiento una vez que se aplica la fuerza de frenado.

La resistencia a la fricción o al deslizamiento también es un valor clave para la seguridad, porque cuando la carretera está mojada, el agua actúa como lubricante y reduce el contacto entre las ruedas y la carretera. Si la película de agua es muy espesa y el vehículo circula a gran velocidad, las ruedas perderán contacto con la acera, lo que resultará en un peligroso fenómeno del esquí acuático.

El trazado de la carretera está relacionado con los cambios de ángulo vertical y horizontal de la acera. Para la velocidad del proyecto, una curva de radio demasiado pequeña puede requerir una reducción de la velocidad y también puede causar accidentes, especialmente cuando se usa con super alta o incluso ondulación. Las carreteras con pendientes longitudinales extremadamente altas son económicas y peligrosas.

La aparición de grietas es el primer aviso de problemas en la carretera. Debido a que las condiciones climáticas o la carga del tráfico han excedido el límite de resistencia de la carretera, esto es una señal de estrés.

Señalar a los ingenieros que los costos de mantenimiento aumentarán.

Comportamiento estructural

El comportamiento estructural del pavimento de hormigón está relacionado con los requisitos de carga que debe soportar o resistir durante su vida útil. Porque la carga de vehículos pesados perderá lenta y gradualmente la capacidad de soporte de la estructura de la carretera.

Debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, el pavimento de hormigón de cemento Portland puede distribuir la carga de tráfico a un área relativamente grande del suelo subyacente, de modo que la mayor parte de la capacidad estructural la proporciona la propia losa. Cabe señalar que el comportamiento de la losa depende en gran medida de las condiciones de contorno, como el apoyo en la cimentación y las restricciones de borde impuestas a las losas adyacentes.

La principal característica estructural del pavimento de hormigón es transferir cargas a través de juntas o grietas. Por ello, el método más común para establecer la capacidad estructural de un pavimento de concreto es determinar la deflexión o desplazamiento vertical a lo largo de las juntas del pavimento y los bordes del pavimento bajo una carga de referencia estándar, porque una deflexión excesiva bombeará la capa base y posteriormente perderá el hormigón. El soporte de la estructura del pavimento provocó la rotura de la losa de hormigón.

Otra variable básica que interfiere con el estudio de la capacidad de la estructura del pavimento es la cuantificación total de la tensión. En esta pregunta, se descubrió la interrelación entre la superficie y las características estructurales.

La estructura y las capacidades funcionales están estrechamente relacionadas. De hecho, el deterioro estructural de la acera se manifiesta como una disminución de su capacidad funcional, pues la aspereza y el ruido incluso aumentan el riesgo de paso de personas. Sin embargo, existen otros tipos de fallas estructurales que pueden continuar desarrollándose y los usuarios no se darán cuenta hasta la etapa muy avanzada.

También se puede perder capacidad funcional, y esto no significa una pérdida de capacidad estructural (por ejemplo, pérdida de fricción).

Por otra parte, aunque es difícil de cuantificar, el efecto de superposición más famoso se debe al hecho de que las cargas dinámicas aumentan con una mala regularidad de la superficie, lo que lleva a un aumento exponencial de los daños viales. En otras palabras, el mismo eje de 13 toneladas es más "agresivo" en los tramos con poca regularidad que en los tramos con buenas condiciones de la carretera.

Suele ocurrir lo contrario, y es probable que la parte con poca regularidad tenga un mal estado estructural.

Generalmente, el comportamiento estructural de la acera está relacionado con sus condiciones físicas, es decir, está relacionado con grietas, fallas, desconchado u otras condiciones que pueden afectar por completo la capacidad de soporte de la estructura de la acera o requerir mantenimiento en cualquier caso.

Evaluacion de pavimentos rigidos

Evaluar el sendero para comprender el estado del edificio y formular acciones correctivas para lograr los objetivos de mantenibilidad.

Evaluacion estructural

Hay diferentes procedimientos de evaluación de pavimentos. En varios casos, los resultados de diversas pruebas tienen la posibilidad de equiparar entre sí para confirmar la causa de la degradación o falla y de esta forma entender mejor su comportamiento.

Los métodos de evaluación estructural se dividen en dos tipos: pruebas destructivas y pruebas no destructivas.

Entre las pruebas destructivas más famosas, se encuentran los pozos de prueba que nos permiten visualizar la capa expuesta de la estructura a través de las paredes de la estructura y realizar pruebas de densidad "in situ". Estas determinaciones permiten obtener el estado actual del contorno a través de las verdaderas propiedades del material que lo constituye.

Estos pozos también facilitan la clasificación de las muestras en el laboratorio para su posterior clasificación al realizar tareas de reparación, los resultados de estas muestras se pueden utilizar para determinar el uso más efectivo. Estos trabajos aportan información adicional, como:

El grosor de la capa de conformación.

- Contenido de humedad.
- Razones que pueden causar el deterioro de la capa (agrietamiento)
- Densidad de cada capa
- Capacidad portante en materiales de calzada.

Por otro lado, se puede probar perforando con la ayuda de equipos como configuración, perforación, muestreo, etc. En comparación con las estaciones de mantenimiento, este método es más simple, más económico, más rápido y reduce las interrupciones del tráfico. De manera desventajosa, debido a razones de espacio, es

imposible realizar la determinación de la densidad "in situ". Solo puede registrar el poder de cada capa.

Para ensayos no destructivos, se puede realizar mediante la medición de deformaciones, que es una herramienta importante para el análisis no destructivo del pavimento. La magnitud de la deflexión por deformación provocada por la carga es útil para estudiar las características "in situ" del pavimento. Implica aplicar solicitudes típicas y medir la respuesta de la estructura.

Quizás el sistema más extenso para medir la deflexión es mediante el uso de Benkelman Beam. El dispositivo se utiliza para realizar mediciones en sectores donde se observan fallas visibles y no se observan fallas, de manera que se pueden restringir las características actuales del pavimento "in-situ" e interpretar los resultados en su conjunto.

Otro dispositivo que puede medir es el medidor de deflexión de impacto.

Este es un procedimiento no destructivo para evaluar la composición del pavimento y entender su condición en detalle. La tecnología es de elevado rendimiento, no causa gigantes interferencias en el tráfico rodado y se puede usar de manera instantánea y estricta.

También se puede utilizar para evaluar aceras, principalmente en la fase de aceptación, es decir, el perfilador láser. Esto proporciona información sobre la rugosidad de la superficie de la carretera. La irregularidad se refiere al cambio del perfil de la carretera (en la pendiente), que provocará vibraciones del vehículo, y su información se puede utilizar para estimar la usabilidad actual de la acera.

Generalmente, se pueden utilizar tres tipos de equipos para determinar la deflexión de la carretera de acuerdo con métodos no destructivos.

- Equipo de medición de deflexión con ayuda de carga electrostática.
- Equipo de medición de deflexión con ayuda de cargas vibratorias.
- Equipo de medición de deflexión por carga de impacto.

Para cualquiera de ellos, el principio es el mismo, que incluye aplicar una carga de magnitud conocida a la superficie de la acera y medir la deflexión.

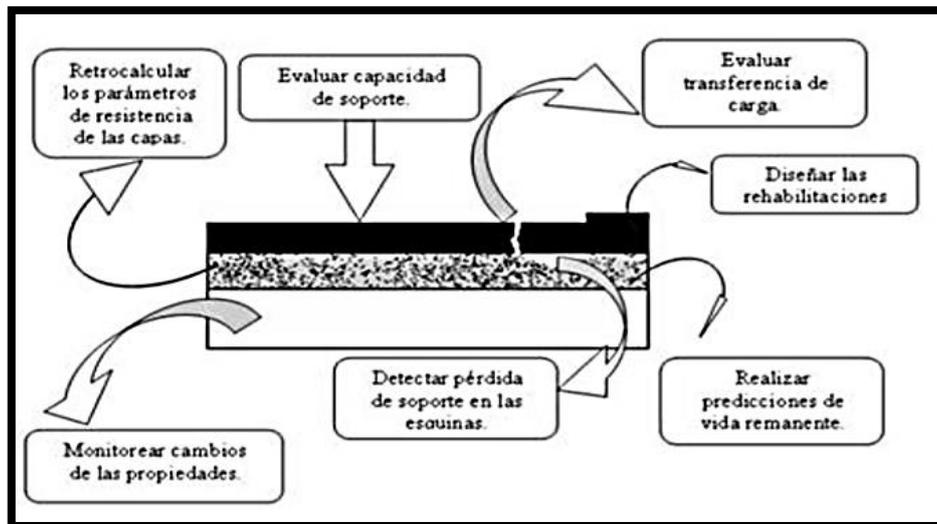


Figura 19 Resultado de una evaluación estructural

Evaluación superficial

Existen varios métodos para la evaluación de la superficie del pavimento. Los más famosos son:

- Asesoramiento de la Universidad de Wisconsin (PASER)
- Consorcio de Reparación Vial (CONREVIAL)
- Índice de condición del pavimento (PCI)

Dichos procedimientos son sencillos de ejercer y no necesitan un equipo experimentado. La inspección visual es una de los instrumentos más relevantes en la aplicación y evaluación de dichos procedimientos, y es una gran parte de toda indagación. La inspección visual principalmente se divide en 2 fases, a saber, la inicial y la descriptiva.

La inspección visual inicial es para realizar una inspección general del proyecto. Esta tarea se realiza en vehículos de baja velocidad que cubren todo el camino.

Sin embargo, la inspección visual descriptiva involucra comprobar la carretera a pie por la carretera, registrando en detalle las fallas encontradas en el área y señalando otras visualizaciones elementales. Se describirán diferentes métodos y tipos de fallas de acuerdo con la gravedad, frecuencia y localización de la falla, en consecuencia se logre usar un instrumento fundamental al formular un plan de rehabilitación.

Indice de condicion del pavimento

PCI es un indicador digital que se utiliza para evaluar el estado de la superficie de la acera y proporcionar una medida de la condición actual de la acera en función de las fallas observadas en su superficie. PCI además indica la integridad estructural y las condiciones de funcionamiento de la superficie, como la rugosidad local y la seguridad. No puede medir la capacidad estructural ni medir directamente la resistencia al deslizamiento o la rugosidad. Proporciona una base objetiva y razonable para determinar los requisitos de mantenimiento y reparación y sus prioridades.

El monitoreo continuo de PCI se utiliza para determinar la tasa de deterioro de la acera, de modo que se pueda determinar de antemano si se requiere una reparación adicional.

PCI proporciona información sobre el rendimiento de las aceras para verificar o mejorar los procedimientos de diseño y mantenimiento existentes³. Este método fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. Originalmente se desarrolló para aceras de aeropuertos y luego se expandió a asfalto y concreto de cemento Portland (simple y mejorado) para carreteras, calles y estacionamientos.

La evaluación de la superficie se puede realizar de forma continua o mediante muestreo, al igual que la medición continua. Esta sección debe dividirse en varias secciones, llamadas áreas de unidad de muestreo, que van desde 135 metros cuadrados a 315 metros cuadrados. Cuente cada segmento para identificar y registrar manualmente el tipo, número y gravedad de cada defecto encontrado en la hoja de cálculo.

El deterioro de la estructura del pavimento depende del tipo, gravedad y cantidad o densidad del daño. Debido a una gran cantidad de condiciones posibles, existen problemas con la indexación teniendo en cuenta los tres factores anteriores. Para superar esta dificultad, el "valor derivado" se introduce como un prototipo del factor de ponderación para indicar el grado de influencia de cada combinación de nivel de daño, gravedad y densidad en el estado de la superficie de la carretera. PCI es un índice numérico que va desde cero (0) (para carreteras defectuosas o en malas condiciones) hasta cien (100) (para carreteras en condiciones ideales).

Los cálculos de PCI se basan en los resultados de un inventario visual de las condiciones de la carretera, que determina el tipo, la gravedad y la cantidad de cada daño actual. PCI se desarrolló para obtener indicadores de la integridad estructural del pavimento y las condiciones de operación de la superficie. Como parte del inventario, la información de daños obtenida puede comprender claramente la causa del daño y su relación con la carga o el clima.

Tabla 1

Tiempo de drenaje para capas granulares

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO DE DRENAJE
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Aceptable	1 semana
Pore	1 mes
Muy pobre	No hay drenado

Fuente: SIECA 2002.

La influencia del drenaje en la capacidad estructural del pavimento se ve afectada por el coeficiente de drenaje, el cual se expresa en Cm para pavimentos flexibles y CD para pavimentos rígidos.

Dichos valores tienen la posibilidad de ser más grandes o menores a 1, dependiendo de las condiciones de drenaje. Al ejercer CD a la ecuación de diseño, aplique Centímetros a la ecuación del número de composición. Este componente no se aplica a las abrazaderas de llanta pues no permanecen compuestas por puertos de drenaje.

Estrategias de conservación de pavimentos rígidos

Las técnicas de mantenimiento se pueden dividir en dos categorías: actividades correctivas y actividades preventivas. Las actividades correctivas pueden reparar una falla determinada y mejorar la capacidad de mantenimiento de la superficie de la carretera.

Todas las reparaciones de espesor y las reparaciones de espesor parcial son actividades correctivas. Las actividades preventivas son actividades que retrasan o previenen fallas para mantener una buena capacidad de mantenimiento.

El sellado de juntas y grietas, la nivelación de la berma y la instalación de tuberías de drenaje son técnicas preventivas.

El cepillado, la colocación de barras de transferencia de carga y las placas estabilizadoras pueden desempeñar un papel en las técnicas correctivas y preventivas.

Sellado de juntas y grietas

Incluye la limpieza y sellado de juntas, grietas y fisuras en el hormigón hidráulico que conforma la losa de la calzada.

El propósito es asegurar que la junta funcione correctamente y sellar las grietas para evitar que el agua entre o introduzca objetos extraños incompresibles.

El proceso de ejecución del proyecto es el siguiente:

- 1) Utilice una máquina cortadora electromecánica para el trabajo de ranurado hasta alcanzar el tamaño de ranura especificado. El límite de tolerancia del ancho y la profundidad de la ranura será de $\pm 0,5$ mm. Asegúrese de que la alineación de la incisión sea exactamente la línea recta aprobada por el Departamento de Supervisión.
- 2) Use una jeringa de aire caliente comprimido limpia y seca (sin aceite ni humedad) para eliminar los residuos de polvo, grasa u otros contaminantes que cambiarán la adherencia del concreto al sellador.
- 3) Siga las instrucciones del fabricante para aplicar sellador a las juntas y / o grietas. El dispositivo para sellar grietas o juntas puede ser manual o aplicador de presión con una presión no menor a 90 lb/pulg². Coloque solo la cantidad necesaria de material para rellenar las juntas o grietas y evitar que se derrame sobre la superficie de concreto expuesta. Cuando se usa un sellador térmico, se debe agregar sellador adicional para llenar la abertura y nivelarla con la superficie. Esto se debe a que el material se encoge cuando se enfría. También se debe instalar un dispositivo de control de temperatura para mantener la

temperatura de aplicación dentro del rango de tolerancia especificado por el fabricante.

- 4) Retire el exceso de material en la superficie de la acera de concreto, guárdelo en un lugar efectivo y limpie la superficie de la acera.

Reparación en todo el espesor de la losa

La finalidad es reemplazar la parte dañada del pavimento de hormigón, que debe abarcar al menos el ancho de la pista y no ser inferior a 0,5 m en la dirección longitudinal. Si el reemplazo afecta el área delimitada por la junta de expansión, la varilla de transferencia de carga debe instalarse en ella.

Los principales pasos para realizar una reparación de espesor total son:

- 1) Delimite claramente el área que se eliminará. Esta área debe estar completamente aislada de las aceras adyacentes (incluyendo bermas) para minimizar los daños durante las operaciones de demolición. En sentido transversal, se debe utilizar primero un cortador de hormigón para realizar dos cortes, con una profundidad de corte igual a 1/4 del espesor de la losa y aproximadamente 150 mm fuera de la línea que delimita el área a reemplazar. A continuación, las líneas internas deben cortarse al grosor completo. Cuando la zona dañada incluye una junta de dilatación, trate de dejarla en el centro de la zona a quitar, y en todo caso déjela entre los extremos de los tirantes de acero entre la losa vieja y el concreto nuevo.
- 2) Después de estar completamente aislado, retire el área de loseta que se reemplazará. Se deben tomar las precauciones necesarias para quitar el área del panel plano que se va a quitar. Independientemente del método utilizado para eliminar el área dañada, se deben evitar daños en la placa inferior y las losas y bermas adyacentes. Si la acción de desmontaje provoca algún daño en la base, se debe reparar con el mismo tipo de material.
- 3) Pique las superficies planas cortadas con superficies lisas hasta que queden desiguales y rugosas. Para ello, se deben utilizar herramientas ligeras, e incluso se pueden utilizar martillos neumáticos ligeros. La superficie de la tabla debe retirarse para dejar una superficie inclinada entre el borde superior del corte

original de la tabla de 1/4 de espesor y el borde inferior del corte de espesor total; el área debe ser rugosa, desigual e inclinada de arriba a abajo. fondo. En la superficie de la placa vieja, a excepción de los rieles adyacentes (costuras longitudinales), el espacio de los orificios horizontales es cada 600 mm y el espacio de los orificios más cercanos al borde exterior es de 500 mm. La perforación debe tener 300 mm de largo y un diámetro suficiente para empotrar barras de acero corrugado, de 12 mm de diámetro y 600 mm de largo; su objetivo es unir la losa vieja al hormigón nuevo

- 4) Coloque el concreto. Tiene la misma resistencia que las aceras existentes. Colocada sobre la superficie de la losa que no ha sido removida, por lo que primero debes asegurarte de que estén húmedas y libres de polvo u otra suciedad. El nivel debe ser verificado por la regla de que la longitud es igual a la longitud del área reemplazada más 1 m. La experiencia ha demostrado que se pueden obtener los mejores resultados colocando la armadura vibratoria paralela al eje de la vía. No olvides aportar la textura final a la superficie. Curado, aserrado y sellado de juntas.
- 5) Retire el encofrado del costado de la berma, luego continúe reparando el área y rellénelo con materiales que cumplan con los requisitos de los documentos técnicos
- 6) Verifique si el hormigón alcanza la resistencia especificada, si la textura del hormigón es apropiada y si el terraplén está intacto.
- 7) Verificar que los procedimientos para la ejecución del proyecto designado no hayan afectado las aceras, bermas y otras partes de la vía no incluidas en el proyecto de ninguna manera, cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.
- 8) Los materiales extraídos o sobrantes deben ser trasladados a un basurero autorizado para que el área de trabajo esté completamente limpia.

Cepillado de la superficie

Antes de comenzar a trabajar, se requieren señales de seguridad para el trabajo en vías. El área a intervenir debe planificarse hasta que el firme de la calzada a ambos lados de la junta transversal o fisura esté en el mismo plano.

La operación debe terminar en una acera que se ajuste a la sección transversal típica. Esencialmente, se espera que el cepillado elimine la dislocación de juntas y grietas, y el conjunto de todas las variables relacionadas con la calidad del laminado debe estar dentro del rango permisible, es decir, la diferencia máxima entre losas de concreto es de 6 mm. El equipo básico para este trabajo es una cepilladora. Se trata de una máquina especialmente diseñada para utilizar estrellas de diamante para alisar carreteras de cemento y mejorar su textura.

El tamaño del equipo debe permitir cortar o raspar al menos 90 mm de ancho. Su funcionamiento debe controlarse regularmente, especialmente en lo que respecta a la redondez de las ruedas. Cualquier anomalía en el sentido final debe corregirse de inmediato.

Se necesita un recipiente con agua, porque la cepilladora necesita hacer esto para evitar un mayor desgaste de las estrellas, y para mojar la superficie y evitar que el concreto raspado por el viento se suspenda en el aire, causando problemas de visibilidad para que los vehículos circulen por el suelo. barandillas laterales.

Ademas se necesitan cepillos y una pala para eliminar los residuos de polvo causados por el cepillado.

Reemplazo de losas

El propósito es reemplazar la losa de concreto severamente degradada para restaurar la estructura y función de la acera, y de esta manera asegurar un paso cómodo y seguro para los usuarios.

Los pasos de reemplazo de la placa son los siguientes

- 1) Retire cada placa dañada que desee reemplazar. Debe retirarse con anticipación utilizando métodos y herramientas manuales o utilizando equipo que asegure que no afectará el panel plano adyacente que permanecerá intacto. Si se produce algún daño en cualquier parte de la calzada o acera durante la operación de demolición, el trabajo de reemplazo será responsabilidad del contratista. Se debe tener cuidado de no dañar las varillas de hierro de las juntas longitudinales de la acera.

- 2) Prepara la base para la nueva tableta. Las condiciones de humedad deben verificarse con anticipación, y si el contenido de agua en el suelo es alto, se deben instalar desagües.
- 3) Se coloca un polietileno de 0,1 mm de espesor sobre el sustrato granular para evitar la pérdida de humedad debido a la penetración en la capa granular. La superposición de polietileno se hará de 30 cm de ancho.
- 4) Coloque el concreto. A menos que se especifique concreto para acelerar el tráfico, se debe usar el mismo tipo de concreto especificado para el pavimento. Coloca sobre la superficie de la losa que no ha sido removida, por lo que primero debes asegurarte de que estén húmedas y libres de polvo u otra suciedad. Para obtener una restauración de alta calidad, la colocación y terminación del concreto (incluida la vibración) es esencial. El nivel debe ser verificado por la regla de que la longitud es igual a la longitud del área reemplazada más 1 m. No olvide pintar la superficie con una textura finalizada.
- 5) Retire el encofrado del costado de la berma, luego continúe reparando el área y rellénela con materiales que cumplan con los requisitos. Si la cubierta está cubierta, el tipo de revestimiento en el resto de la carretera debe ser copiado y ajustado de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- 6) Compruebe si el concreto alcanza la resistencia especificada, si la textura del concreto es adecuada y si el terraplén está intacto.

Justificación de la investigación

Actualmente Barrio Norte, cuenta con calles y avenidas construidas con una antigüedad no mayor a dos años, donde el contratista no logró terminar la obra y le dieron resolución al contrato por tener una gran cantidad de losas fisuradas, lo que produce un deterioro acelerado respecto a la vida útil del diseño.

En algunas calles se encuentran pavimentadas denotan más de un tipo de daños, para lo cual se plantea una elección correcta del tratamiento a seguir, además de establecer un conjunto de medidas preventivas para evitar nuevos procesos patológicos en las aceras en el futuro.

Bosch, Escolar y Del Portal (2002). Las condiciones inadecuadas de instalación y uso de pavimentos provocan incompatibilidades de materiales. Además, condiciones

inadecuadas en ambientes exteriores provocan la disconformidad de algunos productos con las condiciones ambientales (humedad, calor, etc.) y la pérdida de cohesión, induciendo diferentes patologías en el pavimento.

El Ing. Juan Carlos Morí, en su publicación para la Asociación de Productores de Cementos (ASOCEM), argumenta lo que respecta al estado actual de la pavimentación, las carreteras y los caminos vecinales enfrentan un gran déficit de pavimentación, lo que nos hace reflexionar sobre el papel de los departamentos de gestión del gobierno y evaluar a fondo los métodos alternativos de pavimentación existentes.

Hoy en día, una buena estructura vial tiene que ser duradera, económica, segura y confortable, por tal razón, este estudio se justifica en el conocimiento a fondo del estado actual de la calle y el pavimento rígido de la avenida indica el grado, severidad y densidad del impacto que existe bajo la condición del pavimento rígido.

En este sentido, esta investigación evaluará y desarrollará la metodología del PCI (Índice de Condición del Pavimento), con la finalidad de determinar las patologías existentes en los pavimentos rígidos en El Barrio Norte, Calle Libertad, Provincia de Sullana

El desarrollo del presente proyecto es de gran importancia ya que, comúnmente se observan daños en los pavimentos debe ser descubierto a tiempo para tomar medidas correctivas para evitar accidentes o daños a la seguridad personal de otras personas que vivan o usen las aceras antes mencionadas.

Así mismo, con la presente investigación y a las propuestas de mejoras, aumentará la vida útil del pavimento y los lugareños se verán favorecidos, ya que son ellos, quienes a diario transitan por esta zona. En adición a esto, el estudio servirá de base a futuras investigaciones como un estudio secundario y formará para de la amplia literatura que hoy en día existe.

Problema de investigación

Realidad problemática

La ingeniería Civil ha evolucionado de manera sorprendente, así tenemos diversas ramas, entre ellas estructuras destacadas, aceras, mecánica. de suelos, hidráulica, entre otros. Por eso, nace el interés de investigar y evaluar la problemática actual del pavimento, enfocándose en sus patologías.

El mal estado de muchas aceras en Perú, especialmente Sullana, ha despertado una gran preocupación pública. No hay duda de que para mejorar el estado de la acera, se debe mantener y reparar durante un cierto período de tiempo, pero es imposible hacerlo si no está seguro del estado actual y el estado real de la carretera en la que se encuentra y el método de tratamiento adecuado. Para ser utilizado.

Barrio Norte, Calle Libertad se encuentra a 60 m.s.n.m. Su posición geográfica es 04°51'18 "latitud sur y 80°39'01" longitud oeste. Se ubica en la margen derecha del río Chira, entre Marcavelica y Querecotillo, y tiene una vía de Sullana a Lancones.

En Barrio Norte existe un solo tipo de pavimento; que es pavimento rígido, la cual tiene un aproximado de 65% de calles pavimentadas y el 35% de calles sin pavimentar en estado a terreno natural. Las fallas encontradas del pavimento rígido son:

- 2.84% Presenta deterioro debido al desgaste y al proceso de construcción.
- 51% Presenta fallas de fisuras longitudinales y transversales
- 39.44% losa está en buen estado, que fue vaciado con mezcladora.
- 6.72% está en base de afirmado

El presente estudio permitirá evaluar el estado actual de la acera y obtener indicadores de la integridad estructural de la acera rígida y la salud de la superficie. en la zona del Barrio Norte, Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura.

En base a su experiencia y conocimiento, los investigadores cuentan con los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. De la casuística actual. Se tiene conocimiento de la ubicación de la zona y sus características geográficas y técnicas, lo cual hizo mucho más factible el desarrollo del proyecto sin presentar inconveniente alguno.

Formulación del problema

Desde hace mucho tiempo la Zona del Barrio Norte y Calle Libertad se ha convertido en un problema para el tránsito de vehículos, trayendo como consecuencia el malestar en la población que transitan por ella, ya sea llegando con retraso a centros laborales y a sus actividades cotidianas.

Así mismo, las condiciones climáticas de la ciudad de Piura han contribuido al deterioro del pavimento, especialmente el último fenómeno del niño costero, que afectó considerablemente el pavimento, casi volviéndose intransitable.

Por tal razón, se ha visto conveniente realizar un estudio enfocado a la evaluación, análisis y determinación patológica del pavimento rígido para la zona anteriormente mencionada. El presente estudio permite identificar causas y analizar el ambiente y contexto actual, de tal forma que se puedan plantear recomendaciones y posibles mejoras, con la finalidad de mejorar la vida del pavimento y por ende beneficiar a los pobladores, quienes a diario transitan esta vía. Por tanto podemos plantear el siguiente problema de investigación: ¿cuál es la patología del pavimento rígido en barrio norte, Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura?

Conceptuación y operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Características de la estructura del pavimento rígido en la calle Libertad	<p>Es la determinación o establecimiento de las fallas o patologías que tienen los pavimentos de rígidos de la calle Libertad</p> <p>Fuente: Robles, R. (2015)</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos de concreto rígido en mención Como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grietas de esquina: Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. • grietas lineales: Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. • pulimiento de agregados: Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerable ente la adherencia con las llantas. • mapas de grietas: El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto • descascamiento de esquina. Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascamiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascamiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta. 	<p>Los estudios que se realizaran son: visitas a campo para medir los tipos de fallas y determinar que fallas son más predominantes</p> <p>Grado de Afectación</p>	<p>Índice de condición de pavimento que nos Permitirá indicar recomendaciones para la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción.</p> <p>Tipo de presencia de las patologías en forma: Vertical, Horizontal, Oblicuo</p> <p>Clase de falla</p> <p>Nivel de severidad</p> <p>Bajo</p> <p>Medio</p> <p>Alto</p>

Hipotesis

Esta dada de manera implícita

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Determinar el estado actual del pavimento rígido en la zona de Barrio Norte y Calle Libertad, provincia de Sullana.

Objetivos específicos

- Identificar y conocer el tipo fallas del pavimento rígido del Barrio Norte y Calle Libertad, provincia de Sullana con el índice de condición del pavimento.
- Realizar los ensayos para verificación de la falla. (calicata y diamantina) del Barrio Norte y Calle Libertad, provincia de Sullana.
- Clasificar y analizar los resultados del tipo de patologías encontradas del Barrio Norte y Calle Libertad, provincia de Sullana.

METODOLOGIA

Metodología de investigación

De acuerdo al objeto de investigación, la investigación es descriptiva y analítica. Gilbert & Churchill (2006) Es descriptivo, ya que en él, se describe la realidad que atraviesa la vía en estudio, sin alterarla. Así mismo, es analítico porque estudia los detalles y determina las posibles causas.

El método que se aplicó ha sido el PCI, el cual se utiliza debido a que no requiere equipos especiales, es fácil de implementar, por lo que se utiliza para auscultar superficies de carreteras flexibles y rígidas.

Esta metodología tiene como finalidad del rango de pendiente para obtener el índice de integridad estructural del pavimento es de 0 a 100, donde 0 significa pobre y 100 significa que la sección de la carretera evaluada es excelente.

Tabla 2

Rangos de calificación metodología pci

RANGO	CLASIFICACION
100 – 85	excelente
85 – 70	muy bueno
70 – 55	bueno
55 – 40	regular
40 – 25	malo
25 – 10	muy malo
10 – 0	fallado

TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de un estudio de tipos sustantivos, porque intenta dar respuesta a cuestiones teóricas o sustantivas, y tiene como objetivo describir, explicar y predecir la realidad para buscar principios y leyes generales que puedan organizar las teorías científicas (Sánchez F. y Reyes, G . 2006)

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio le correspondió a un Diseño no Experimental de nivel Descriptivo, porque se hizo uso de una metodología basada en la observación y análisis de las fallas presentes a lo largo del pavimento rígido.

En este sentido el método PCI (índice de condición del pavimento), es una técnica no invasiva, ni destructiva del terreno a evaluar.

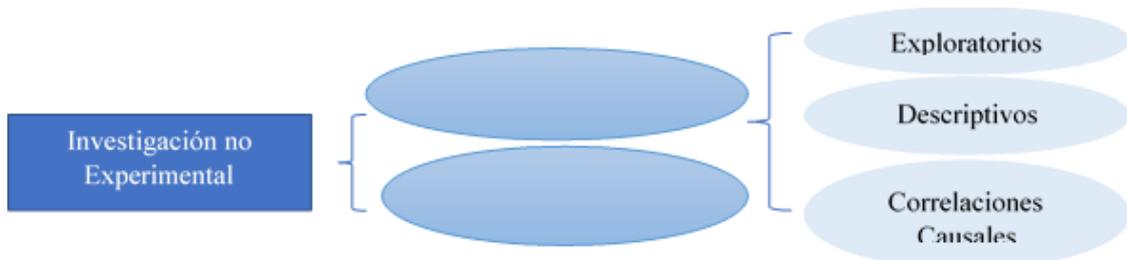


Figura 20 Esquema de investigación no experimental. Fuente: Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2004). Metodología de la Investigación

POBLACIÓN Y MUESTRA:

Población

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica del Barrio Norte, provincia de Sullana, región Piura.

Se seleccionó la Calle Libertad, del Barrio Norte, de la provincia de Sullana y región Piura.

Es toda la Calle Libertad, que comprende 11 cuadras de 02 carriles con una longitud de 1.20 km.

Tabla 3

Ancho de calzada

ANCHO (m)	MUESTRAS
7.00	49
6.70	42
6.60	38
6.50	35
6.00	32
4.00	28

Fueron seleccionados con base en el método PCI (se explicó la "patología" encontrada en el estudio).

- El camino se divide en múltiples partes o unidades de muestreo, cuyo tamaño variará según el tipo de camino y terreno.
- Carreteras con capa de rodadura de cemento Portland con una longitud inferior a 7,60 m para carreteras con capa de abrasión, el área de la unidad debe estar dentro del rango de 20 +/- 8 losas.

Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que hay facilidad de acceso y conocimiento del lugar, en donde se evaluó un cuadrante de 3x3 metros en cada cuadra del Barrio Norte y Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura

TÉCNICA DE EVALUACIÓN

En la presente investigación se empleó técnicas de investigación de carácter documental, ya que se recopilaron antecedentes a través de documentos bibliográficos, así mismo, se realizó un estudio de campo, se lleva a cabo directamente en el entorno donde se produce el fenómeno de investigación.

Con respecto a los instrumentos de investigación, se elaboró e hizo uso de fichas de observación, las cuales ayudaron a recolectar la información y datos necesarios para el estudio de las patologías del pavimento rígido.

RESULTADOS

La Calle Libertad del Pavimento rígido, se encuentra ubicada en el Barrio Norte-provincia de Sullana – Piura

a) Descripción de la sección

- **Pavimento rígido, está** compuesta por una vía principal, los paños son de 3.5m x 3.5m., junta de dilatación de 5.0 cm.

b) Geometría

- **Pavimento rígido,** tiene una longitud de 1200.00 metros por 7.00 metros de ancho, compuesto por 600 paños.

c) Estructura del Pavimento

El Pavimento es de concreto de 0.20 metros de espesor, asentada sobre una capa granular con un espesor de 0.20 metros.

d) Medio Ambiente y drenaje

El pavimento está ocupada x el libre tránsito vehicular y peatonal y de toda la población.

e) Obras adicionales

La calle pavimentada cuenta con la señalización de entrada y salida y también cuenta con iluminación nocturna.

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U1

Tabla 4

Resultados del PCI de la primera cuadra

CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.87	1.50	-	78.97	6	40.93
2	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.00	1.50	-	78.10	5	43.30
3	50.8	9.77	6.40	4.00	2.00	2.00	1.50	-	76.47	4	44.88
4	50.8	9.77	6.40	2.00	2.00	2.00	1.50	-	74.47	3	47.86
5	50.8	9.77	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-	70.07	2	52.50
6	50.8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-	62.30	1	64.40
										Máx CDV:	64.40
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 35.60 <u>MALO</u>											

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U2

Tabla 5

Resultados del PCI de la segunda cuadra

CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34			70.56	5	39.10
2	50.80	6.90	6.00	3.52	2.00	1.34			70.56	4	41.70
3	50.80	6.90	6.00	2.00	2.00	1.34			69.04	3	44.40
4	50.80	6.90	2.00	2.00	2.00	1.34			65.04	2	49.30
5	50.80	2.00	2.00	2.00	2.00	1.34			60.14	1	61.90
										Máx CDV:	61.9
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 38.1 <u>MALO</u>											

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U3

Tabla 6

Resultados del PCI de la tercera cuadra

CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	6	41.30
2	43.00	21.00	15.00	8.00	5.30	2.00	-	94.30	5	51.20
3	43.00	21.00	15.00	8.00	2.00	2.00	-	91.00	4	53.05
4	43.00	21.00	15.00	2.00	2.00	2.00	-	85.00	3	52.90
5	43.00	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	72.00	2	53.70
6	43.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	53.00	1	53.00

Máx CDV: 52.90

PCI = 100 - max CDV
PCI = 47.10 REGULAR

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U4

Tabla 7

Resultados del PCI de la cuarta cuadra:

CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00		68.04	6	34.80
2	44.00	7.00	6.00	5.52	3.52	2.00		68.04	5	36.60
3	44.00	7.00	6.00	5.52	2.00	2.00		66.52	4	38.98
4	44.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00		63.00	3	40.45
5	44.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00		59.00	2	45.33
6	44.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		54.00	1	53.00

Máx CDV: 53.00

PCI = 100 - max CDV
PCI = 47.00 REGULAR

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U5

Tabla 8

Resultados del PCI de la quinta cuadra:

CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	3.30	2.00	-	85.10	6	44.30
2	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	2.00	2.00	-	83.80	5	46.20
3	34.50	23.30	9.30	8.70	2.00	2.00	2.00	-	81.80	4	48.00
4	34.50	23.30	9.30	2.00	2.00	2.00	2.00	-	75.10	3	48.30
5	34.50	23.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	67.80	2	49.00
6	34.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	46.50	1	46.50

Máx CDV: 49.00

PCI = 100 - max CDV
PCI = 51.00 REGULAR

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U6

Tabla 9

Resultados del PCI de la sexta cuadra:

CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	20.90	7.50	4.00	2.00	-	-	-	-	34.40	4	18.80
2	20.90	7.50	4.00	2.00	-	-	-	-	34.40	3	21.33
3	20.90	7.50	2.00	2.00	-	-	-	-	32.40	2	24.31
4	20.90	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	26.90	1	25.30

Máx CDV: 25.30

PCI = 100 - max CDV
PCI = 74.70 MUY BUENO

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U7

Tabla 10

Resultados del PCI de la séptima cuadra:

CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV	
1	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-	89.90	5	48.30	
2	41.70	23.30	14.30	8.60	2.00	-	89.90	4	52.00	
3	41.70	23.30	14.30	2.00	2.00	-	83.30	3	52.30	
4	41.70	23.30	2.00	2.00	2.00	-	71.00	2	51.00	
5	41.70	2.00	2.00	2.00	2.00	-	49.70	1	49.70	
									Máx CDV:	52.30
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 47.70 <u>REGULAR</u>										

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U8

Tabla 11

Resultados del PCI de la octava cuadra:

CALCULO DEL PCI										
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV	
1	22.70	14.20	12.20	7.20	-	-	56.30	4	30.90	
2	22.70	14.20	12.20	2.00	-	-	51.10	3	30.80	
3	22.70	14.20	2.00	2.00	-	-	40.90	2	31.00	
4	22.70	2.00	2.00	2.00	-	-	28.70	1	28.70	
									Máx CDV:	31.00
PCI = 100 - max CDV										
PCI = 69.00 <u>BUENO</u>										

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U9

Tabla 12

Resultados del PCI de la novena cuadra:

CALCULO DEL PCI								
#	Valores deducidos				TOTAL	q	CDV	
1	22.70	13.70	8.50	-	44.90	3	28.6	
2	22.70	13.70	2.00	-	38.40	2	29.2	
3	22.70	2.00	2.00	-	26.70	1	26.7	
							Máx CDV:	29.2
PCI = 100 - max CDV								
PCI = 70.8 <u>BUENO</u>								

CALLE LIBERTAD - SULLANA

Tramo: U10

Tabla 13

Resultados del PCI de la décima cuadra:

CALCULO DEL PCI								
#	Valores deducidos				TOTAL	q	CDV	
1	22.70	14.20	12.20	7.20	56.30	4	27.60	
2	22.70	14.20	12.20	2.00	51.10	3	26.60	
3	22.70	14.20	2.00	2.00	40.90	2	27.90	
4	22.70	2.00	2.00	2.00	28.70	1	26.70	
							Máx CDV:	27.90
PCI = 100 - max CDV								
PCI = 72.10 <u>BUENO</u>								

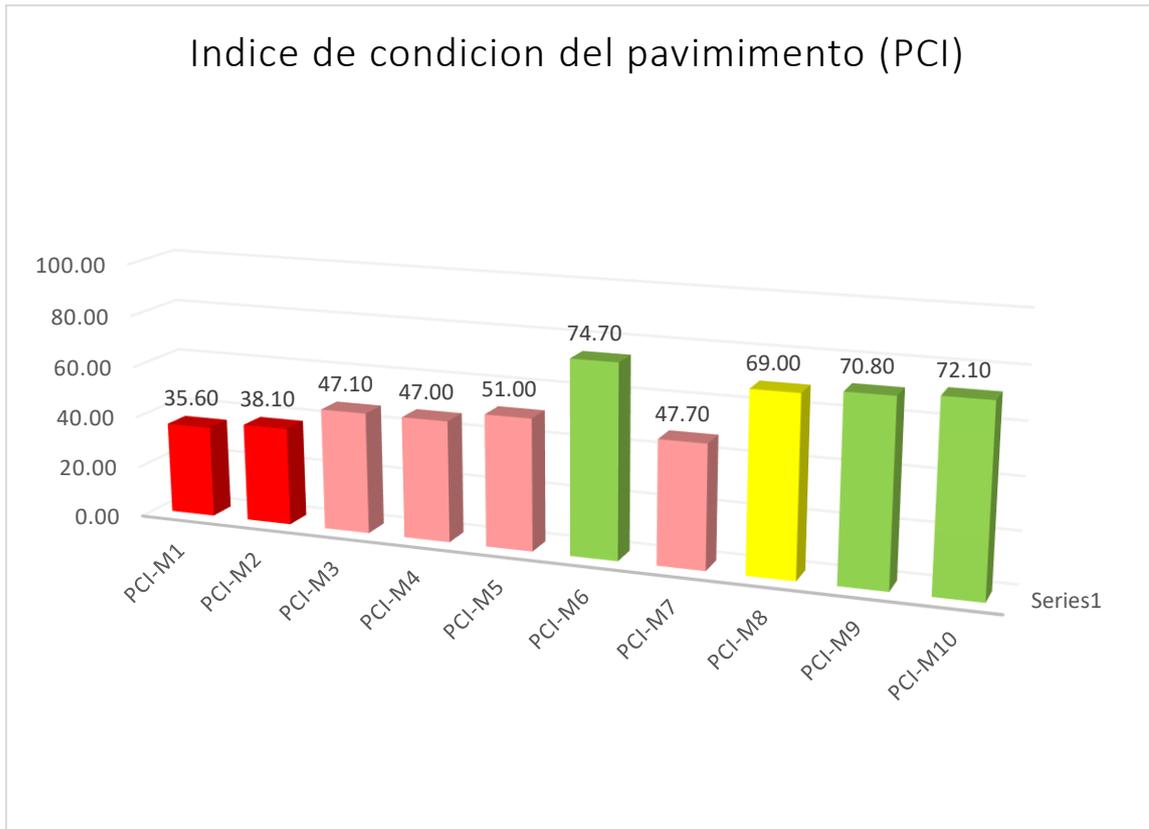


Figura 21. Índice de condición del pavimento

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Figura 22. Estándares de evaluaciones psi

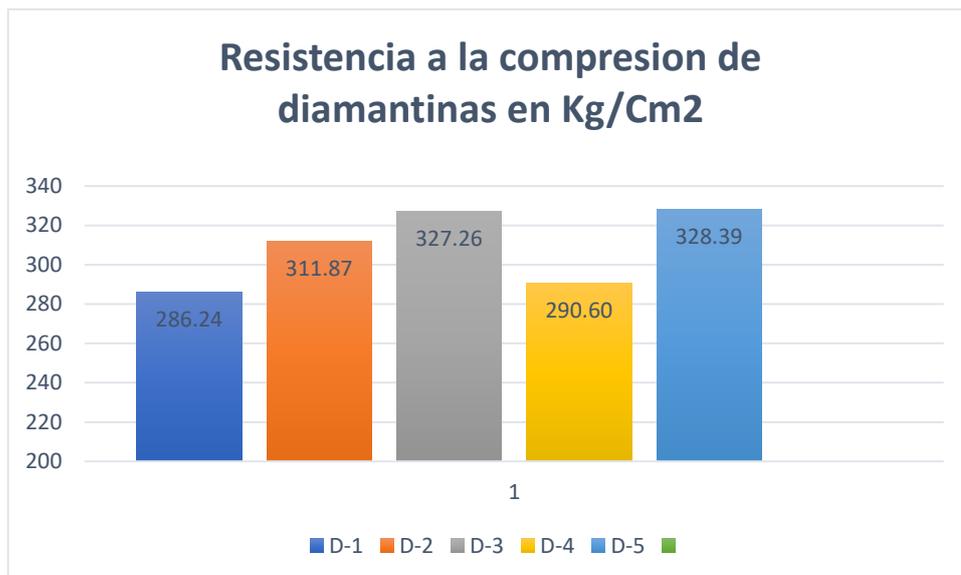


Figura 23. Resistencia a la compresión de concreto del pavimento rígido.

ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESION

MUESTRA : CALICATA C - 1, C - 2, C - 3, C - 4, C - 5, C - 6.

MUESTRA	PROFUNDIDAD m	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C - 1 / M - 2	0,20 - 1,50	0.430	0.036	0.023	0.08
C - 2 / M - 2	0,60 - 1,50	0.450	0.033	0.025	0.064
C - 3 / M - 2	0,40 - 1,50	0.400	0.040	0.030	0.015
C - 4 / M - 2	0,15 - 1,50	0.420	0.038	0.027	0.019
C - 5 / M - 2	0,20 - 1,50	0.440	0.034	0.024	0.034
C - 6 / M - 2	0,40 - 1,50	0.420	0.037	0.026	0.041

Figura 24 Análisis químico por agresividad. Fuente : Investigación propia

LIMITES DE CONSISTENCIA

Esta limitación se basa en el siguiente concepto: En suelo de grano fino, dependiendo de la humedad del suelo, solo puede haber cuatro estados de consistencia. Por lo tanto, el suelo está en estado sólido cuando está seco. A medida que se agrega agua poco a poco, entra en estado semisólido, estado plástico y finalmente estado líquido sucesivamente. El contenido de humedad en el punto de transición de un estado a otro se denomina límite de Atterberg. Lo cual se realizó a las siguientes canteras.

CALICATAS: 1

El resultado realizado en el laboratorio es:

- Limite liquido % 27.72
- Limite plástico % 13.83
- Índice de plasticidad % 13.89

PROCTOR MODIFICADO

La prueba consiste en compactar una porción del suelo en un cilindro de volumen conocido y cambiar la humedad para obtener una curva que relacione la humedad y la densidad seca máxima con una energía de compactación determinada.

Resultados de ensayo:

CALICATA-1 - M-1 AFIRMADO

Contenido Optimo Humedad	10.50 %	Máxima Densidad Seca ,	1.862 g/cm³
--------------------------	----------------	---------------------------	-----------------------------------

RESULTADOS DE CBR

El propósito de esta prueba es determinar la capacidad portante (CBR) del suelo y agregado compactado en el laboratorio, así como la humedad óptima y compactación variable.

CALICATA-1- AFIRMADO

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%)	21.70
CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%)	10.80

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La evaluación del pavimento rígido que existente en barrio norte, Calle Libertad – Sullana se encuentra con un porcentaje bajo en las 2 primeras muestras de evaluación, afectado por fallas de fisuras longitudinales que afectando las cuadras.

Al analizar las otras 8 muestras se encuentran en esta regular y bueno cumpliendo con los parámetros normativos.

También puede ser uno de los factores principales el calor de hidratación, cuando el calor de hidratación no llega a escapar es ahí donde presenta fisuras y trae consecuencia en la resistencia a la compresión.

La alta incidencia de fisuras longitudinales se debe a la suma de varios factores, como cargas pesadas repetidas (fatiga), mal soporte de la calzada y asentamiento de la cimentación.

Asimismo, también se han determinado las distintas patologías de cada plataforma de movimiento y sus porcentajes de reducción, para luego calcular la misma con mayor incidencia en cada parte del canal. De acuerdo con los cálculos realizados, la mayor incidencia observada de patología son grietas lineales, fragmentación, grietas y pulido de agregados.

Al realizar los ensayos de compresión de diamantina de concreto, todas las muestras superan la resistencia a la compresión de 210 Kg/cm², considerando que un pavimento rígido debe tener sobre estos parámetros, por lo tanto no se tiene problema con la carpeta de rodadura.

De acuerdo a la investigación de mecánica de suelos se encontró un suelo limoso de baja capacidad de soporte.

CONCLUSIONES

El pavimento de la Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura, obtuvo un valor de PCI= 47.10% en la muestra 3, dentro del nivel de clasificación establecido por la norma ASTM D-6433 07, corresponde al estado "normal". de las muestras 3, 4, 5 y 7 presentó también un estado “Regular”, mientras que la muestra 1 y 2 se obtiene un PCI de 35.6% y 38.10 en estado “Malo”, mientras que en la muestra 8 se obtiene un PCI de 69.0% en estado “Bueno” y finalmente las unidades en mejores condiciones (“Bueno” muy bueno) son las muestras 6,8,9 y 10 con un PCI de 74.70%, 70.80% y 72.10%, respectivamente.

Los tipos de daño o patología más comunes son: grietas lineales, desconchamiento, grietas, Pulimiento de Agregados, Popouts, y placas separadoras.

La grieta lineal y desconchamiento con nivel de severidad y cuantificación baja es el tipo de daño más común y de mayor incidencia en todo el pasaje; al igual que la grieta lineal con nivel de severidad y cuantificación media.

Las testigos diamantinas determine su resistencia mediante prueba de compresión. - En un simple resultado de compresión, se obtiene resistencia de 286.24kg/cm² en la primera muestra, 311.87kg/cm² para la segunda muestra, 327.26kg/cm² para la tercera muestra, 290.60kg/cm² para la cuarta muestra y la quinta muestra 328.39 kg/cm², lo cual cumple con la resistencia requerida que es de 210kg/m².

La capacidad de soporte de la base del pavimento al 100% alcanza un 21.70 % lo cual se encuentra de un material malo para pavimentos. Lo recomendable esta entre 80 y 100% un material de buena calidad.

La capacidad de soporte en el terreno natural del pavimento al 100% alcanza un 7.20 % lo cual se encuentra como material regular pobre para pavimentos. Lo recomendable esta entre 20 y 40% para terreno natural, y el CBR debe estar sobre el 6% por lo tanto el suelo al evaluar el suelo de la sub rasante, nos encontramos un punto sobre el límite.

RECOMENDACIONES

- Es necesario controlar estrictamente las intervenciones de empresas públicas y privadas en las vías urbanas para regular la calidad del trabajo, a fin de evitar futuras patologías provocadas por estas intervenciones.
- Dado que la acumulación de agua de lluvia y agua sanitaria es común, se recomienda mejorar el sistema de drenaje de la acera en estudio, lo que representa un peligro real para los usuarios y las condiciones de la vía.
- Teniendo en cuenta las condiciones especiales descritas en este informe, se encarga obtener recomendaciones permanentes del ingeniero responsable de la investigación con el fin de evaluar y aprobar todos los procedimientos constructivos en el sistema básico propuesto que originó el proyecto.
- Las muestras obtenidas deben estar completamente seca para su respectivo análisis de granulometría en laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosch, M., Escolar, S. & Del Portal, M. (2002). Pavimentos. Nuevos Revestimientos. Perú: Ediciones UPC.
- Cote, G. y Villalba, L. (2017) "Índice de condición de pavimentos rígidos y medidas de protección en Cartagena, India. Estudio de caso: Comunidad Carrera 1ra del Boca Grande" (Tesis Universitaria), Universidad de Cartagena. Colombia.
- Díaz, M. (2014). "Evaluación de la metodología PCI como herramienta de toma de decisiones en intervenciones en aceras flexibles" (Tesis Universitaria), Universidad Militar de Nueva Granada. Bogota Colombia.
- Delgado F. & Quispe C. (2012) "Diseño de Acera del Aeropuerto" (disertación). Universidad Católica del Perú.
- Gilbert, A. y Churchill, J.(2006) "Investigación de Mercados" (4ta edición) México: Editorial Thomson Editores.
- Grupo Técnico (2003) "Manual de Inspección Visual de Pavimentos Rígidos "Bogotá-Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Huamán C. & Hauman R. (2015) "Determinación y evaluación patológica de pavimentos de concreto rígido en el Distrito San Juan Bautista, Provincia de Huamanga-Ayacucho "(disertación). Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
- Mori, J. (2016), "Pavimento de Concreto: Tecnología Avanzada del Pavimento Peruano", ASOCEM-Cementos Pacasmayo.
- Molina, C. (2013). Patología del pavimento rígido "Perú. Recuperación de: <https://prezi.com/xk5rtbmhvv43/patologias-de-pavimentos-rigidos/>
- Nova, J. (2017) "Propuesta de reparación de acera dura 127d entre los barrios residenciales carrera 93f y carrera 96 El Rubí en la localidad de Suba-Bogotá" (Tesis de posgrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogota Colombia.

Sánchez, G. (En 2017 se utilizó el método PCI para evaluar las condiciones de las aceras de la Avenida Ramón Castilla en Chulucanas. Piura - Universidad de Piura, Perú.

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MUESTRA : CALICATA C - 1- / M-2 PROF: 0,20 - 1,50

TAMIZ		C - 1 / M - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		100.00
3/8"	9.520	0.15	99.85
1/4"	6.500	0.31	99.54
N°4	4.760	1.08	98.46
" 8	2.380	1.38	97.08
" 10	2.000	1.59	95.49
" 16	1.190	1.95	93.54
" 20	0.840	2.41	91.13
" 30	0.590	2.62	88.51
" 40	0.426	1.38	87.13
" 50	0.297	1.90	85.23
" 70	0.212	2.15	83.08
" 100	0.150	1.49	81.59
" 140	0.106	0.62	80.97
" 170	0.089	0.56	80.41
" 200	0.074	0.77	79.64
- 200		79.64	0.00
GRAVAS		0.46	
ARENAS		19.90	
LIMOS - ARCILLAS		79.64	
SUCS		CL	

Figura 25 Analisis anulometrico por tamizado. Fuente : Investigación propia

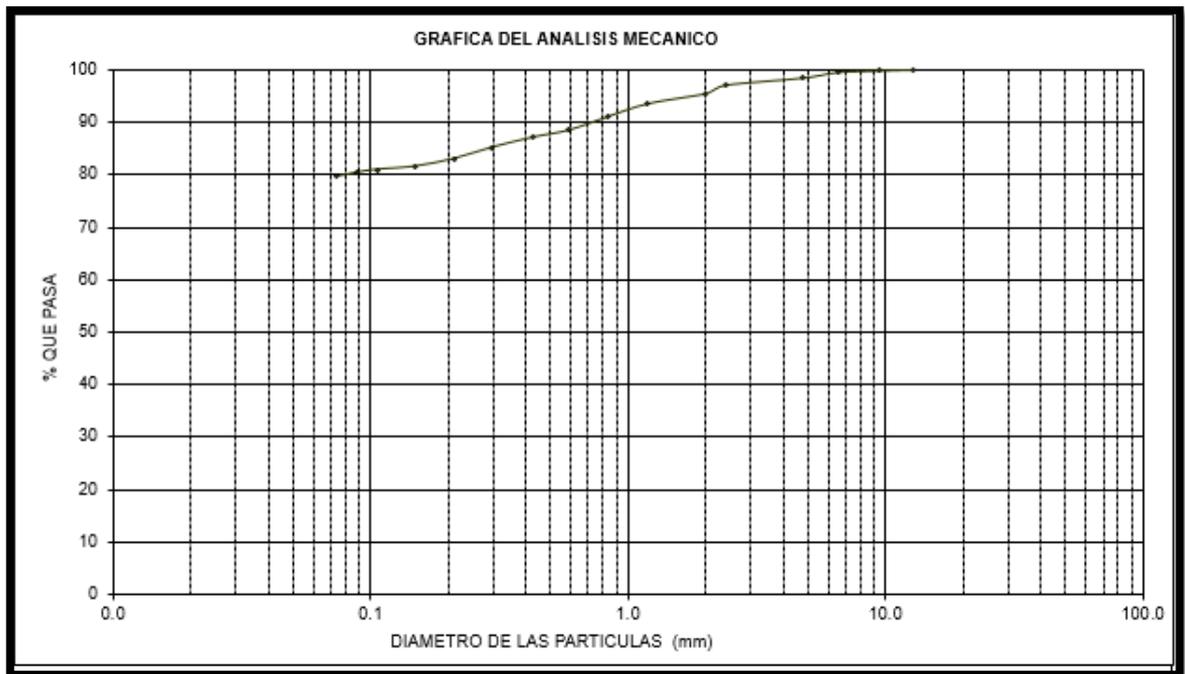


Figura 26 Grafica – analisis granulometrico por tamizado

MUESTRA : CALICATA C - 2 / M - 2

TAMIZ		C - 2 / M - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700	6.22	93.78
3/8"	9.520	5.99	87.79
1/4"	6.500	11.92	75.87
N°4	4.760	8.37	67.50
" 8	2.380	10.12	57.38
" 10	2.000	6.45	50.93
" 16	1.190	6.69	44.24
" 20	0.840	3.43	40.76
" 30	0.590	3.26	37.50
" 40	0.426	3.43	34.07
" 50	0.297	3.31	30.76
" 70	0.212	2.21	28.55
" 100	0.150	2.09	26.45
" 140	0.106	0.76	25.70
" 170	0.089	0.70	25.00
" 200	0.074	1.10	3.90
- 200		3.90	0.00
GRAVAS		24.13	
ARENAS		71.98	
FINOS - ARCILLAS		3.90	
SUCS		SM	

Figura 27: Analisis granulometrico por tamizado. Fuente : Investigación propia

MUESTRA : CALICATA C - 2 / M - 2

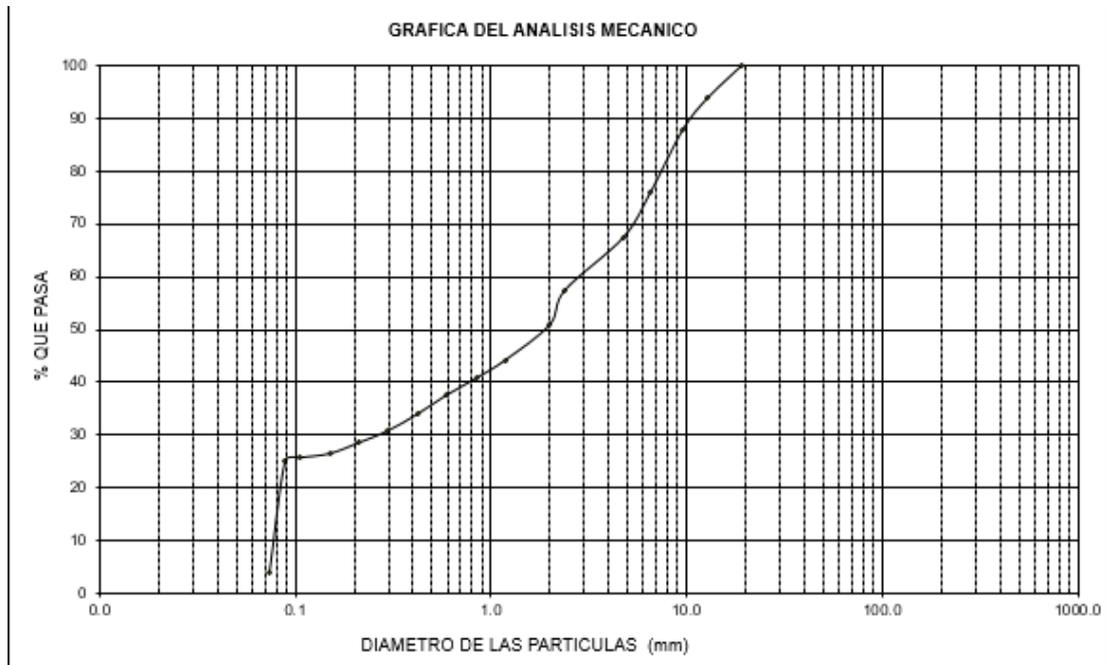


Figura 28 Grafica – analisis granulometrico por tamizado

MUESTRA : CALICATA C - 3 / M - 2

TAMIZ		C - 3 / M - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700	6.35	93.65
3/8"	9.520	6.29	87.36
1/4"	6.500	11.45	75.91
N°4	4.760	6.48	69.43
" 8	2.380	8.93	60.50
" 10	2.000	5.16	55.35
" 16	1.190	8.30	47.04
" 20	0.840	5.03	42.01
" 30	0.590	3.77	38.24
" 40	0.426	3.90	34.34
" 50	0.297	3.77	30.57
" 70	0.212	2.83	27.74
" 100	0.150	2.58	25.16
" 140	0.106	1.45	23.71
" 170	0.089	1.26	22.45
" 200	0.074	1.07	1.38
- 200		1.38	0.00
GRAVAS		24.03	
ARENAS		74.53	
FINOS - ARCILLAS		1.38	
SUCS		SM	

Figura 29 Analisis granulometrico por tamizado. Fuente : Investigación propia

MUESTRA : CALICATA C - 3 / M - 2

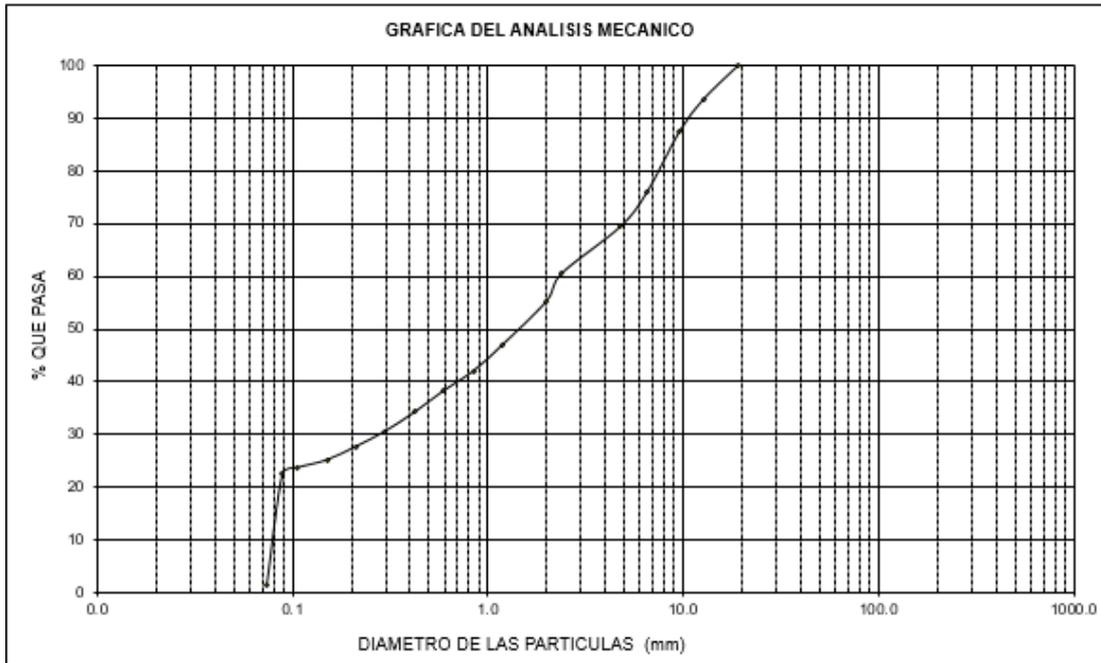


Figura 30 Grafica – analisis granulometrico por tamizado

MUESTRA : CALICATA C - 4 / M - 2

TAMIZ		C - 4 / M - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		100.00
1/4"	6.500	0.23	99.77
Nº4	4.760	0.42	99.58
" 8	2.380	0.56	99.44
" 10	2.000	0.88	99.12
" 16	1.190	1.20	98.80
" 20	0.840	1.53	98.47
" 30	0.590	0.56	99.44
" 40	0.425	1.48	98.52
" 50	0.297	1.53	98.47
" 70	0.212	2.22	97.78
" 100	0.150	1.07	98.93
" 140	0.106	1.48	98.52
" 170	0.089	1.02	98.98
" 200	0.074	0.00	100.00
- 200		2.41	97.59
GRAVAS		0.23	
ARENAS		91.80	
LIMOS - ARCILLAS		2.41	
SUCS		CL	

Figura 31 Analisis granulometrico por tamizado. Fuente : Investigación propia

MUESTRA : CALICATA C - 4 / M - 2

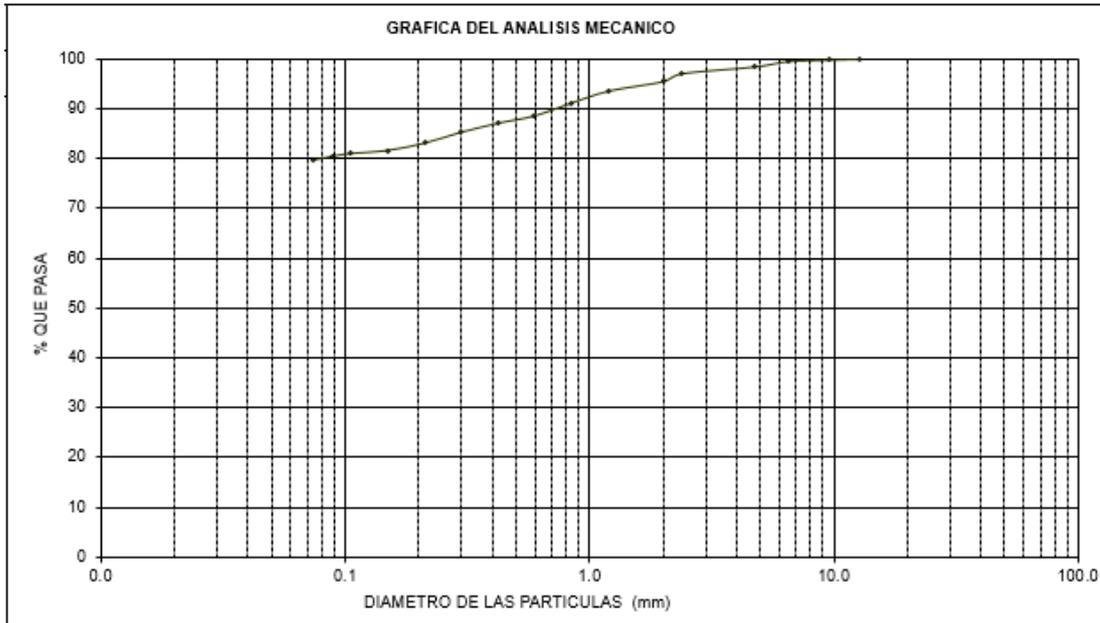


Figura 32 Grafica – analisis granulometrico por tamizado

MUESTRA : CALICATA C - 5 / M - 2

TAMIZ		C - 5 / M - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700	7.38	92.62
3/8"	9.520	20.64	71.98
1/4"	6.500	14.24	57.74
Nº4	4.760	14.84	42.90
" 8	2.380	5.50	37.40
" 10	2.000	7.97	29.42
" 16	1.190	4.03	25.33
" 20	0.840	3.50	21.83
" 30	0.590	3.80	18.04
" 40	0.426	3.67	14.37
" 50	0.297	2.47	11.90
" 70	0.212	2.56	9.34
" 100	0.150	0.98	8.36
" 140	0.106	0.94	7.42
" 170	0.089	1.15	6.27
" 200	0.074	1.11	5.16
- 200		5.16	0.00
GRAVAS		42.26	
ARENAS		52.58	
LIMOS - ARCILLAS		5.16	
CLASIFICACIÓN SUCS		SM	

Figura 33 Analisis granulometrico por tamizado. Fuente : Investigación propia

MUESTRA

: CALICATA C - 5 / M - 2

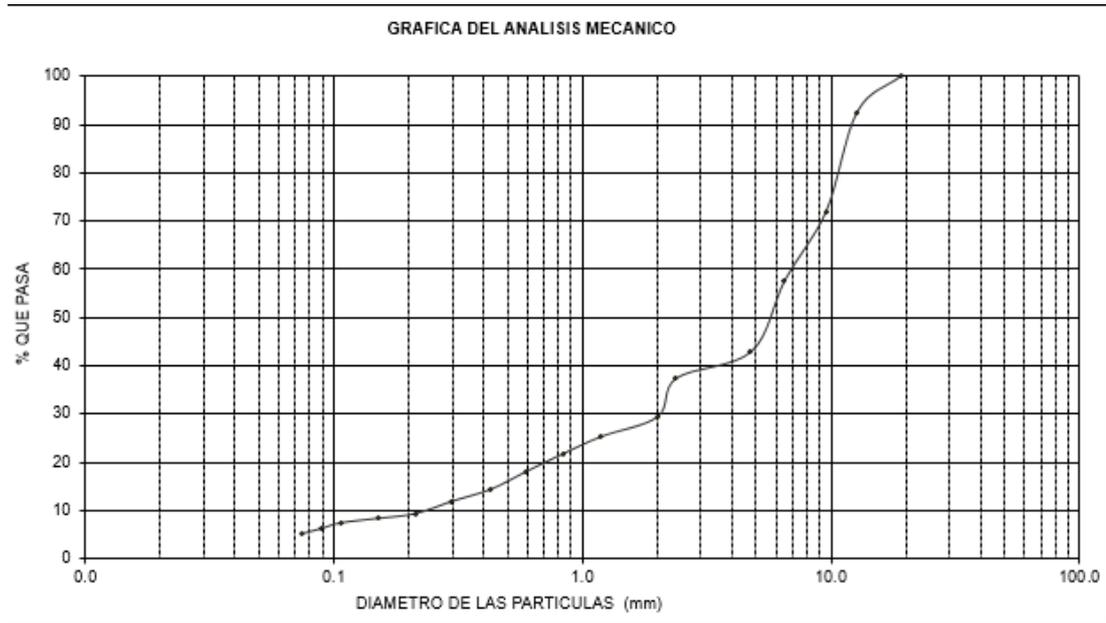


Figura 34 Grafica – analisis granulometrico por tamizado

MUESTRA

: CALICATA C - 6 / M - 2

TAMIZ		C - 6 / M - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		100.00
3/4"	19.050	0.22	99.78
1/2"	12.700	0.78	99.00
3/8"	9.520	4.89	94.11
1/4"	6.500	2.56	91.56
Nº4	4.760	0.56	91.00
" 8	2.380	0.83	90.17
" 10	2.000	0.34	89.22
" 16	1.190	1.22	88.00
" 20	0.840	2.11	85.89
" 30	0.590	1.22	84.67
" 40	0.426	1.28	83.39
" 50	0.297	2.11	81.28
" 70	0.212	1.28	80.00
" 100	0.150	0.67	79.33
" 140	0.106	1.11	78.22
" 170	0.089	1.17	77.06
" 200	0.074	1.22	6.50
- 200		6.50	0.00
GRAVAS		8.44	
ARENAS		60.61	
LIMOS - ARCILLAS		6.50	
CLASIFICACIÓN SUCS		CL	

Figura 35 Analisis granulometrico por tamizado. Fuente : Investigación propia

MUESTRA : CALICATA C - 6 / M - 2

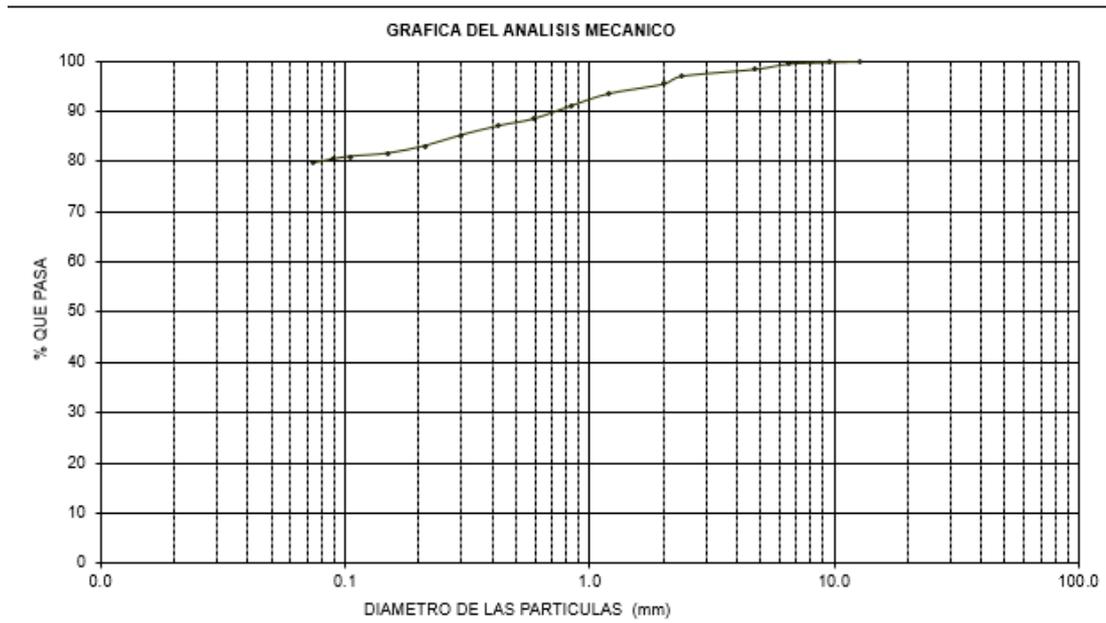


Figura 36 Gráfica – análisis granulométrico por tamizado

MUESTRA: CALICATA C - 1, C - 2, C - 3, C - 4, C - 5, C - 6.

OBRA	:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL
SOLICITA	:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SLAITRAL
UBICACION	:	SALITRAL
MUESTRA	:	CALICATA C - 1, C - 2, C - 3, C - 4, C - 5, C - 6.
FECHA	:	NOVIEMBRE DEL 2011

CALICATA Y MUESTRA	PROFUNDIDAD m	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)			PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO	VACIO	AGUA	SUELO SECO	
C - 1 / M - 2	0,20 - 1,50	198	228.30	223.70	37.40	4.60	186.30	2.47
C - 2 / M - 2	0,60 - 1,50	117	229.90	219.80	38.50	10.10	181.30	5.57
C - 3 / M - 2	0,40 - 1,50	35	251.50	244.70	36.10	6.80	208.60	3.26
C - 4 / M - 2	0,15 - 1,50	199	236.80	232.50	37.70	4.30	194.80	2.21
C - 5 / M - 2	0,20 - 1,50	101	231.70	283.90	59.90	7.80	224.00	3.48
C - 6 / M - 2	0,40 - 1,50	59	235.60	229.10	37.40	6.50	191.70	3.39

Figura 37 Humedad natural

Fuente : Investigación propia

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITES DE ATTERBERG							
OBRA	:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.					
SOLICITA	:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL					
LUGAR	:	SALITRAL					
MUESTRA	:	CALICATA C - 2 / M - 2					
FECHA	:	NOVIEMBRE DEL 2011					
1.- LIMITE LIQUIDO ASTM 423-66							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	92	61.57	55.61	5.96	38.10	17.51	34.04
21	102	58.35	53.49	4.86	38.20	15.29	31.79
27	98	56.04	51.89	4.15	38.10	13.79	30.09
34	50	54.30	50.71	3.59	38.10	12.61	28.47
2.- LIMITE PLASTICO							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
55	50.63	48.05	2.58	37.80	10.45	24.69	22.14
1A	51.93	49.29	2.64	37.70	11.59	22.78	

Figura 38 Analisis de limites de atterberg. Fuente : Investigación propia

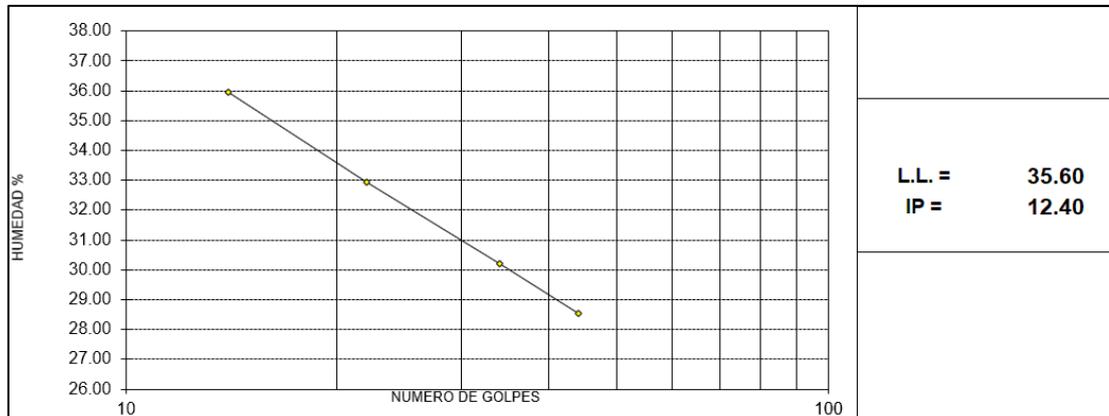


Figura 39 Grafica- límites de atterberg. Fuente: Investigación propia

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

OBRA:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.
UBICACIÓN:	SALITRAL
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL
MUESTRA:	CALICATA-1

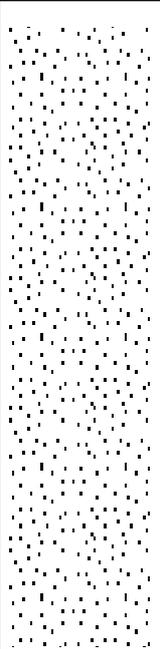
PROF. (m)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	SÍMBOLO	CLASIFIC SUCS
0,00	A	Material de relleno, contaminado con bolsas y solidos		
0.20	C I E L O			CL
1,50	A B I E R T O	Arcilla en estado semi húmedo; de coloración marron claro, prsencia de materia organica y carbonatos. De compacidad media a suelta .		

NOTA.-
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO .

Figura 40 Registro de exploracion por calicatas – calicata 1. *Fuente : Investigación propia*

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

OBRA:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.
UBICACIÓN:	SALITRAL
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL
MUESTRA:	CALICATA-2

PROF. (m)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	SÍMBOLO	CLASIFIC SUCS
0,00	C I E L O	Arcilla color marron claro, semi humeda, compacidad media a suelta		
0,60	A B I E R T O	Arena con limo en estado húmedo; de coloración beige. De compacidad media a suelta .		SM
1,50				

NOTA.-
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO .

Figura 41 Registro de exploracion por calicatas – calicata 2 . Fuente : Investigación propia

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

OBRA :	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.
UBICACIÓN :	SALITRAL
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL
MUESTRA:	CALICATA-4

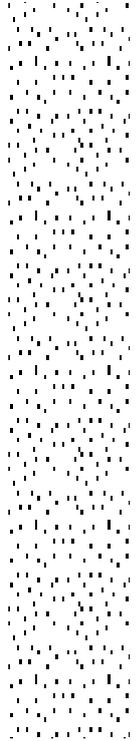
PROF. (m)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	SÍMBOLO	CLASIFIC SUCS
0,00		Material de relleno, contaminado con bolsas y solidos en matriz arcillosa		
0,15				
1,50	A C I E L O A B I E R T O	Arcilla en estado semi húmedo; de coloración marron claro, prsencia de materia organica y carbonatos. De compacidad media a suelta .		CL

NOTA.-
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO .

Figura 43 Registro de exploracion por calicatas – calicata 4. Fuente : Investigación propia

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

OBRA:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.
UBICACIÓN :	SALITRAL
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL
MUESTRA:	CALICATA-5

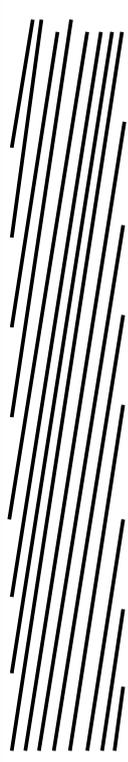
PROF. (m)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	SÍMBOLO	CLASIFIC SUCS
0,00		Material de relleno, contaminado con bolsas y solidos en matriz arcillosa		
0,20				
1,50	A C I E L O A B I E R T O	Arena con limo en estado húmedo; de coloración beige. De compactad media a suelta .		SM

NOTA.-
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO .

Figura 44 Registro de exploracion por calicatas – calicata 5 . Fuente : Investigación propia

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

OBRA:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.
UBICACIÓN:	SALITRAL
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL
MUESTRA:	CALICATA-6

PROF. (m)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	SÍMBOLO	CLASIFIC SUCS
0.00		Material de relleno, contaminado con bolsas y solidos en matriz arcillosa		
0.40				
1.50	A C I E L O A B I A B I E R T O	Arcilla en estado semi húmedo; de coloración marron claro, prsencia de materia organica y carbonatos. De compacidad media a suelta .		CL

NOTA.-
NO SE DETECTO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO .

Figura 45 Registro de exploracion por calicatas – calicata 6 . Fuente : Investigación propia

PRUEBA DE COMPACTACION

PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D						
OBRA	:	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN BARRIO NORTE 6 DE ABRIL.				
SOLICITA	:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SALITRAL				
UBICACIÓN	:	SALITRAL				
MUESTRA	:	CALICATA C - 2 / M - 2				
FECHA	:	NOVIEMBRE DEL 2011				
DENSIDAD	UNIDADES	1	2	3	4	5
1- Peso Suelo Humedo+ Molde	gr.	7880.0	8030.0	8200.0	8228.0	8180.0
2- Peso Molde	gr.	4272.2	4272.2	4272.2	4272.2	4272.2
3- Peso del Suelo Humedo (1-2)	gr.	3607.8	3757.8	3927.8	3955.8	3907.8
4- Volumen Molde	cm ³	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0	2023.0
5- Densidad Suelo Humedo (3/4)	gr/cm ³	1.78	1.86	1.94	1.96	1.93
HUMEDAD	UNIDADES	1	2	3	4	5
6- Peso Tara y Suelo Humedo	gr.	206.00	173.00	182.84	170.10	169.00
7- Peso Tara y Suelo Seco	gr.	197.30	164.25	170.65	161.45	154.25
8- Peso Tara	gr.	40.75	40.60	39.60	86.05	40.95
9- Peso Agua (6-7)	gr.	8.70	8.75	12.19	8.65	14.75
10- Peso Suelo Seco (7-8)	gr.	156.55	123.65	131.05	75.40	113.30
11- Humedad % (9/10)x100	%	5.56	7.08	9.30	11.47	13.02
12- Densidad Seca :	gr/cm ³	1.69	1.73	1.78	1.75	1.71

Figura 46 Proctor modificado. Fuente : Investigación propia

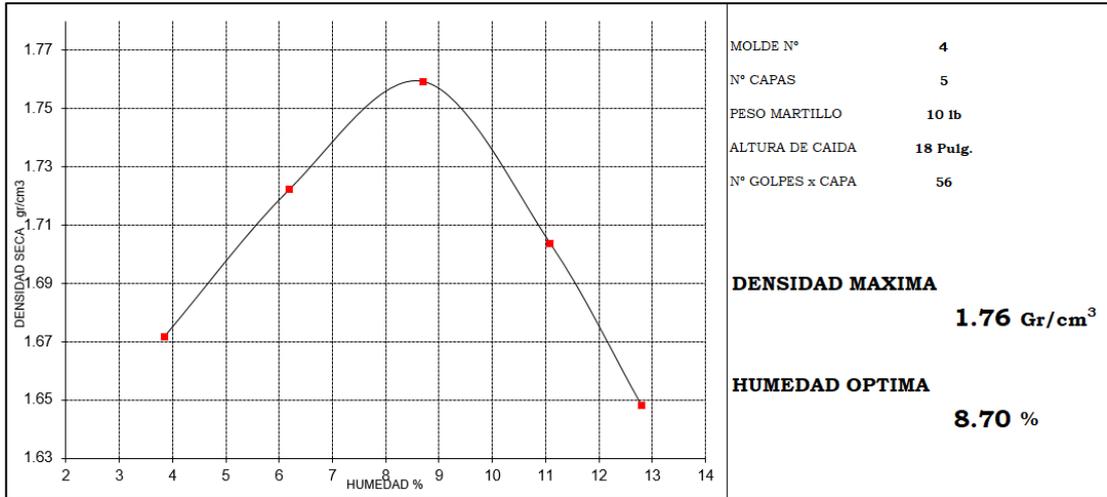


Figura 47 Análisis químico por agresividad



Figura 48. Estado actual del pavimento rígido



Figura 49. Deterioro de pavimento-grietas y escalonamiento de junta

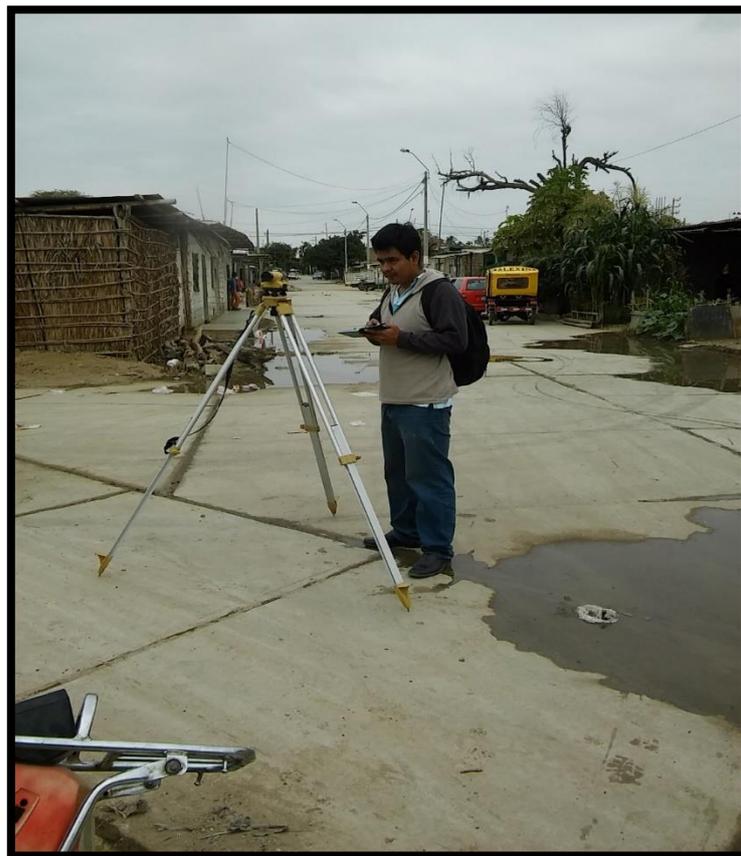


Figura 50. Levantamiento topográfico de la calle del pavimento rígido



Figura 51. Ensayo de prueba de diamantina



Figura 52. Tamizado de muestras de suelo



Figura 53. Granulometría de suelos

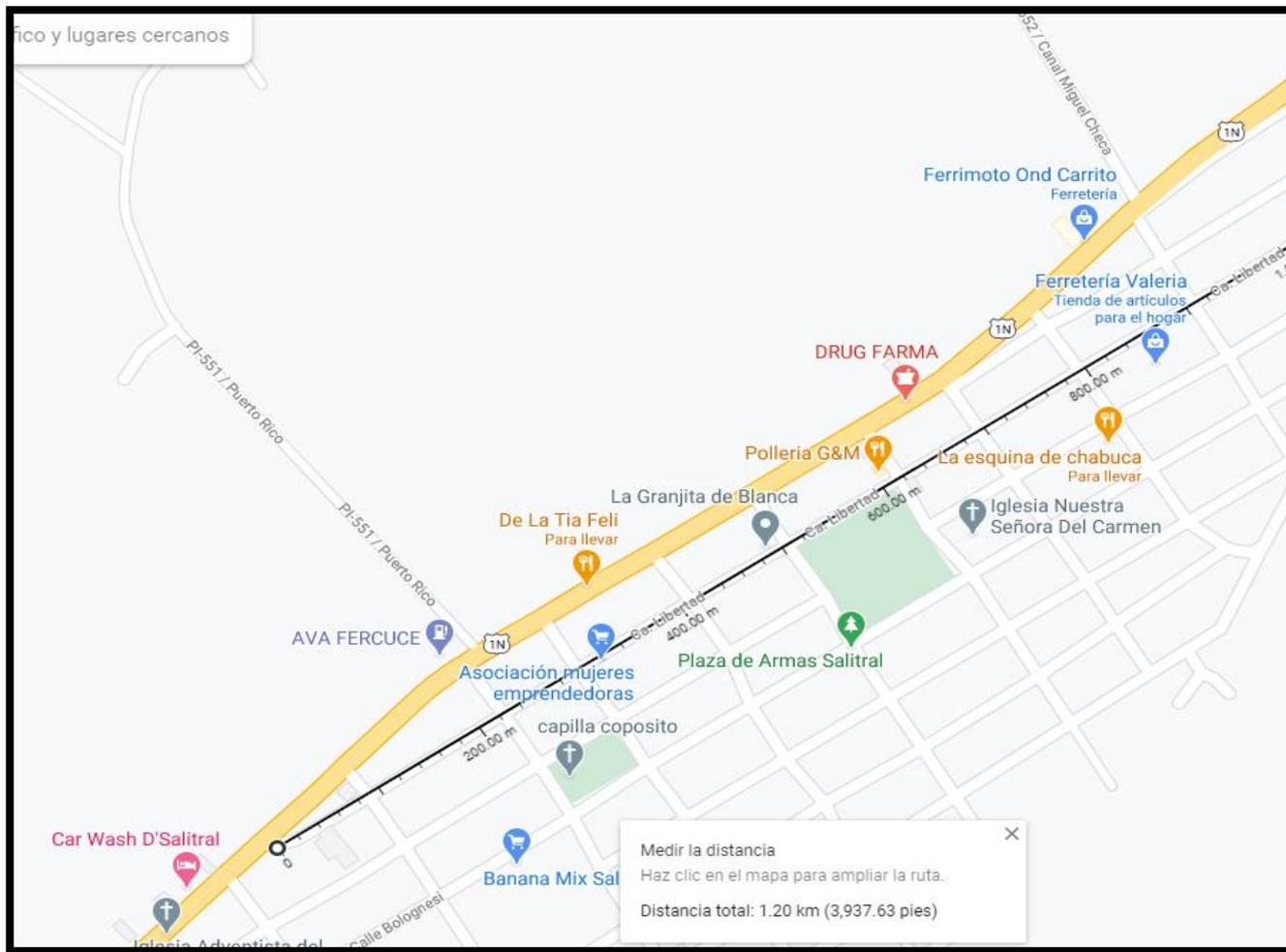


Figura 54. Plano perimetral de evaluación de la calle libertad.



Figura 55. Distribución de evaluación de mecánica de suelos y extracción de diamantinas.



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

SOLICITA : BACH. RAFAEL FRANCISCO SERNAQUE NIZAMA
TESISI : EVALUACION PATALOGICAS DEL PAVIMENTOS RIGIDO EN BARRIO NORTE,
CALLE LIBERTAD, PROVINCIA DE SULLANA-PIURA
LUGAR : LIBERTAD-SULLANA-PIURA
FECHA : 13/12/2018

TESTIGO	PESO	LONGITUD	DIAMETRO	DENSIDAD	AREA	CARGA MAXIMA	FACTOR CORREC.	FC	OBSERVACION	
Nº	ELEMENTO	(gr)	(cm)	(cm)	gr/cm ³	cm ²	kg	kg/cm ²		
01	DIAMANTINA -1- C-1	442.20	9.90	5.08	2.204	20.27	5790.00	1.00	286.24	Tam. Max. Piedra 3/4"
02	DIAMANTINA -1- C-2	440.30	9.74	5.08	2.230	20.27	6450.00	0.98	311.87	Tam. Max. Piedra 3/4"
03	DIAMANTINA -1- C-3	456.30	10.02	5.08	2.247	20.27	6600.00	1.01	327.26	Tam. Max. Piedra 3/4"
04	DIAMANTINA -1- C-4	448.90	9.94	5.08	2.228	20.27	5890.00	1.00	290.60	Tam. Max. Piedra 3/4"
05	DIAMANTINA -1- C-5	450.00	10.01	5.08	2.218	20.27	6590.00	1.01	328.39	Tam. Max. Piedra 3/4"

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH:RAFAEL FRANCISCO SERNAQUE NIZAMA
TESIS : EVALUACION PATALOGICAS DEL PAVIMENTOS RIGIDO EN BARRIO NORTE,
CALLE LIBERTAD, PROVINCIA DE SULLANA-PIURA
MATERIAL : C-1
LUGAR : LIBERTAD-SULLANA-PIURA
FECHA : 13/12/2018

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	575.40	579.20
Peso de tara + MS	540.70	541.30
Peso de tara	165.80	165.80
Peso del agua	34.70	37.90
MS	374.90	375.50
Contenido de humedad (%)	9.26	10.09
Promedio (%)	9.67	

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**
PROCTOR MODIFICADO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

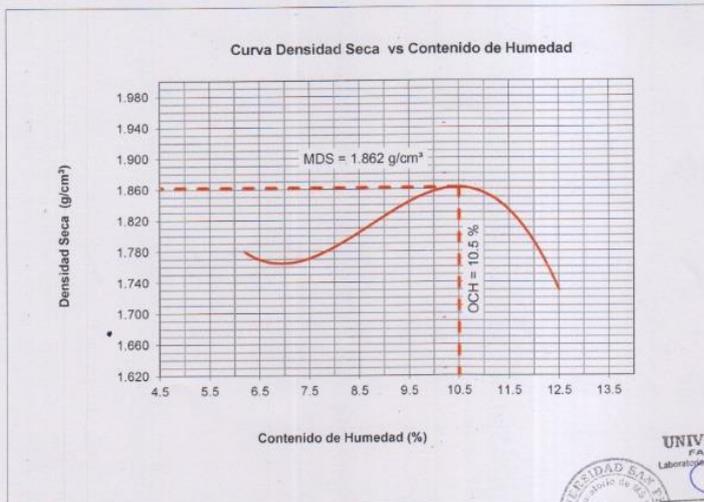
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH:RAFAEL FRANCISCO SERNAQUE NIZAMA
TESIS : EVALUACIÓN PATALOGICAS DEL PAVIMENTOS RIGIDO EN BARRIO NORTE,
CALLE LIBERTAD, PROVINCIA DE SULLANA-PIURA
MATERIAL : TERRENO NATURAL - CALICATA-1
LUGAR : LIBERTAD-SULLANA-PIURA
FECHA : 13/12/2018

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3851	3936	4019	3906
02 - Peso del Molde (g)	1981.0	1981.0	1981.0	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1870.0	1955.0	2038.0	1925.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.891	1.977	2.061	1.946
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	542.0	629.6	483.0	578.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	520.0	595.0	455.5	520.9
09 - Peso del agua (g)	22.0	34.6	27.5	57.1
10 - Peso del tarro (g)	166.5	201.5	202.0	65.9
11 - Peso suelo seco (g)	353.5	393.5	253.5	455.0
12 - Contenido de Humedad (%)	6.2	8.8	10.8	12.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.780	1.817	1.860	1.730

Contenido Optimo Humedad 10.5 % Densidad Seca Maxima, 1.862 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

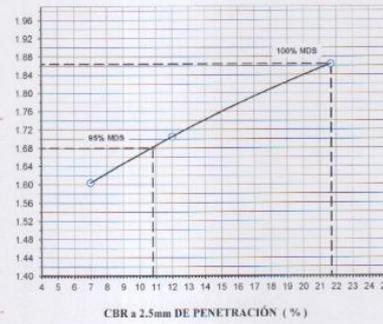
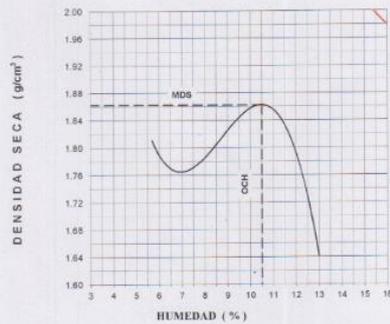
www.usanpedro.edu.pe

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



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

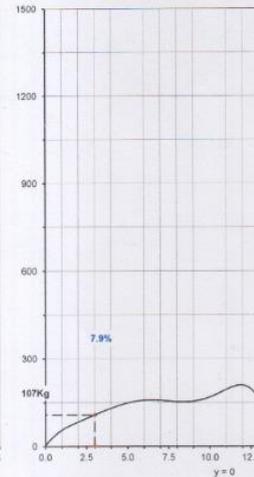
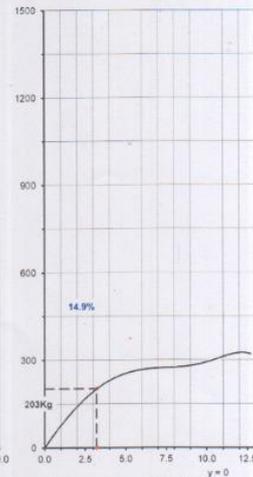
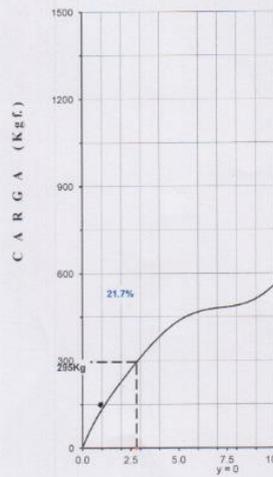
SOLICITA	BACH RAFAEL FRANCISCO BERNARDE NIÑAMA	METODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	EVALUACION PATOLOGICAS DEL PAVIMENTOS RIGIDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.862
EN BARRIO NORTE, CALLE LIBERTAD, PROVINCIA DE SULLANA-PIURA		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.5
MATERIAL	TERRENO NATURAL - CALICATA-I	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	21.7
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	10.8
	FECHA: 04-abr-2017	ABSORCIÓN:	3.9%
		EMBEBIDO 4 DIAS	EXPANSIÓN
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN	14.4%



-EC= 50 GOLPES (27.7 Kg/cm²)

-EC= 25 GOLPES (12.2 Kg/cm²)

-EC= 12 GOLPES (6.1 Kg/cm²)



PENETRACIÓN (mm)

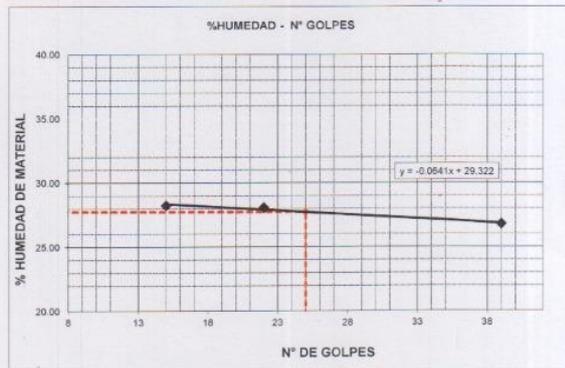
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH:RAFAEL FRANCISCO SERNAQUE NIZAMA
 TESIS : EVALUACION PATALOGICAS DEL PAVIMENTOS RIGIDO EN BARRIO NORTE,
 CALLE LIBERTAD, PROVINCIA DE SULLANA-PIURA
 MATERIAL : C-1
 LUGAR : LIBERTAD-SULLANA-PIURA
 FECHA : 13/12/2018
 PROF(m) : 1.50

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	33.30	32.40	33.40	21.70	22.70	21.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	28.30	27.60	28.50	21.40	22.20	20.70
PESO DE LA TARA (gr.)	10.60	10.50	10.20	19.00	18.80	18.60
PESO DEL AGUA (gr.)	5.00	4.80	4.90	0.30	0.50	0.30
PESO SUELO SECO (gr.)	17.70	17.10	18.30	2.40	3.40	2.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.25	28.07	26.78	12.50	14.71	14.29
Nro. DE GOLPES	15	22	39	13.83		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	27.72

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	13.83

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	13.89



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 DEFE



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH:RAFAEL FRANCISCO SERNAQUE NIZAMA
TESIS : EVALUACION PATALOGICAS DEL PAVIMENTOS RIGIDO EN BARRIO NORTE,
CALLE LIBERTAD, PROVINCIA DE SULLANA-PIURA
MATERIAL : TERRENO NATURAL - CALICATA-1
LUGAR : LIBERTAD-SULLANA-PIURA
FECHA : 13/12/2018

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm ³	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8.692.0	8.740.0	7.687.0			
02 - Peso del molde (g)	4.105.0	4.796.0	3.975.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4.587.0	3.944.0	3.712.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,245.000	2,104.000	2,127.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.043	1.875	1.745			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	510.7	510.0	473.1			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.4	482.8	449.2			
09 - Peso del agua (g)	26.3	27.2	23.9			
10 - Peso del tarro (g)	210.7	210.0	177.1			
11 - Peso suelo seco (g)	273.7	272.8	272.1			
12 - Contenido de humedad (%)	9.6	10.0	8.8			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.864	1.705	1.604			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial			
Dia 01	17-oct-16	1.00PM	0.00			
Dia 02	18-oct-16	1.00PM	0.00			
Dia 03	19-oct-16	1.00PM	0.00			
Dia 04	20-oct-16	1.00PM	0.00			
Expansión, %			0.0			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4.587.0	3.944.0	3.712.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8.855.2	8.887.0	7.833.7			
03 - Peso del molde (g)	4.105.0	4.796.0	3.975.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4.750.2	4.091.0	3.858.7			
05 - Peso del agua absorvida (g)	163.2	147.0	146.7			
06 - Peso del suelo seco (g)	4.184.9	3.586.4	3.412.3			
07 - Absorción de agua (%)	3.9	4.1	4.3			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	15.0	91.7	5.0	49.2	4.0	44.9
1.3	32.0	163.9	16.0	95.9	8.0	61.9
1.9	45.0	219.1	26.0	138.4	12.0	78.9
2.5	55.0	261.62	32.0	163.89	16.0	95.91
3.2	70.0	325.4	40.0	197.9	20.0	112.9
3.8	84.0	384.8	48.0	231.9	24.0	129.9
5.08	95.0	431.6	53.0	253.1	28.0	146.9
7.6	108.0	486.8	58.0	274.4	30.0	155.4
10.16	128.0	571.8	63.0	295.6	34.0	172.4
12.7	138.0	614.3	69.0	321.1	37.0	185.1
Carga [%]	261.62 kgf. [19.2%]		163.89 kgf. [12%]		95.91 kgf. [7%]	



		UNIVERSIDAD SAN PEDRO										
		Evaluación patológica del pavimento rígido en barrio norte, Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura										
Nombre de la vía:		Barrio Norte-Calle Libertad- Sullana-Piura.					Esquema:					
Evaluado por:		Sernaque Nizama, Rafael Francisco										
Fecha:		25/02/2021		Tramo:		U1						
		Progresiva 0+080-losas: 1					23B,31B,32B		23B,31B,32B		1	
Tipos de Fallas												
21. Blowup/Bucling.					31. Pulimiento de agregados.							
22. Grieta de esquina.					32. Popouts .							
23. Losa dividida.					33. Bombeo.							
24. Grieta de Ductilidad “D”.					34. Punzonamiento.							
25. Escala.					35. Cruce vía férrea.							
26. Sello de junta.					36. Desconchamiento.							
27. Desnivel Carril/Berma.					37. Retracción.							
28. Grieta longitudinales y transversa					38. Descascaramiento de esquina.							
29. Parcheo (grande).					39. Descascaramiento de junta.							
30. Parcheo (pequeño).												
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido								
22	B	1	4.50	0.00								
23	B	22	100.00	50.80								
25	B	1	4.50	1.50								
26	M	11	50.00	4.00								
31	B	9	40.00	6.40								
32	M	4	18.20	2.87								
32	B	5	22.70	3.63								
36	B	14	63.40	9.77								
						23B,31B,36B		23B,26B,36B		8		
						23B,31B,36B		23B,26B,31B,36B		9		
						23B,26B,31B,36B		23B,26B,31B,36B		10		
						36B,23B,25B,31B,32B		23B,26B,22B,32B,31B		11		
TOTAL VD=										78.97		
Numero de deducidos (q):										6		
Valor deducido mas alto (HDVi):										50.8		
Numero admisible de deducidos(mi):										5.52		
CALCULO DEL PCI												
#	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
1	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.87	1.50	-		78.97	6	40.93
2	50.8	9.77	6.40	4.00	3.63	2.00	1.50	-		78.10	5	43.30
3	50.8	9.77	6.40	4.00	2.00	2.00	1.50	-		76.47	4	44.88
4	50.8	9.77	6.40	2.00	2.00	2.00	1.50	-		74.47	3	47.86
5	50.8	9.77	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-		70.07	2	52.50
6	50.8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	-		62.30	1	64.40
Máx CDV:												64.40
PCI = 100 - max CDV												
PCI = 35.60 <u>MALO</u>												

UNIVERSIDAD SAN PEDRO											
Evaluación patológica del pavimento rígido en barrio norte, Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura											
Nombre de la vía:	Barrio Norte-Calle Libertad- Sullana-Piura.										
Esquema:											
Evaluado por:	Sernaque Nizama, Rafael Francisco										
Fecha:	25/02/2021										
Tramo:	U5										
Progresiva 0+520-losas: 5											
Tipos de Fallas											
21. Blowup/Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril/Berma. 28. Grieta longitudinales y transversa 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).	31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts . 33. Bombeo. 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascaramiento de esquina. 39. Descascaramiento de junta.										
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido							
22	B	2.00	10.00	8.70							
23	B	8.00	40.00	34.50							
25	B	2.00	10.00	3.30							
26	B	6.00	30.00	2.00							
28	B	18.00	90.00	23.30							
31	B	18.00	90.00	9.30							
32	B	5	25.00	4.00							
				TOTAL VD=	85.1						
					Numero de deducidos (q):		6				
					Valor deducido mas alto (HDVi):		34.5				
					Numero admisible de deducidos(mi):		7.00				
CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
1	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	3.30	2.00	-	85.10	6	44.30
2	34.50	23.30	9.30	8.70	4.00	2.00	2.00	-	83.80	5	46.20
3	34.50	23.30	9.30	8.70	2.00	2.00	2.00	-	81.80	4	48.00
4	34.50	23.30	9.30	2.00	2.00	2.00	2.00	-	75.10	3	48.30
5	34.50	23.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	67.80	2	49.00
6	34.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	46.50	1	46.50
										Máx CDV:	49.00
										PCI = 100 - max CDV	
										PCI = 51.00 REGULAR	

		UNIVERSIDAD SAN PEDRO									
		Evaluación patológica del pavimento rígido en barrio norte, Calle Libertad, provincia de Sullana – Piura									
Nombre de la vía:		Barrio Norte-Calle Libertad- Sullana-Piura.				Esquema:					
Evaluado por:		Sernaque Nizama, Rafael Francisco									
Fecha:		25/02/2021		Tramo:		U6					
		Progresiva 0+640-losas: 6									
Tipos de Fallas											
21. Blowup/Bucling.				31. Pulimiento de agregados.							
22. Grieta de esquina.				32. Popouts .							
23. Losa dividida.				33. Bombeo.							
24. Grieta de Ductilidad “D ”.				34. Punzonamiento.							
25. Escala.				35. Cruce vía férrea.							
26. Sello de junta.				36. Desconchamiento.							
27. Desnivel Carril/Berma.				37. Retracción.							
28. Grieta longitudinales y transversales.				38. Descascaramiento de esquina.							
29. Parcheo (grande).				39. Descascaramiento de junta.							
30. Parcheo (pequeño).											
N° Falla	Severidad	N° de Losa	Densidad (%)	valor Deducido							
26	B	15.00	75.00	2.00		23B,31B,32B		23B,31B,32B		1	
28	B	13.00	65.00	20.90		26B,28B		26B,28B,32B		2	
30	B	1.00	5.00	0.00		23B,26B,32B		26B,31B,32B		3	
31	B	11.00	55.00	7.50		26B,28B,31B		26B,28B,31B		4	
32	B	5.00	25.00	4.00		28B,32B		26B,28B,31B		5	
						26B,31B		26B,31B		6	
						26B,28B		28B,31B		7	
						26B,28B		31B		8	
						28B,30B,31B		26B,28B		9	
						26B,28B		26B,31B		10	
TOTAL VD=										34.40	
Numero de deducidos (q):										4	
Valor deducido mas alto (HDVi):										20.9	
Numero admisible de deducidos(mi):										8.26	
CALCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV	
1	20.90	7.50	4.00	2.00	-		34.40	4	18.80		
2	20.90	7.50	4.00	2.00	-		34.40	3	21.33		
3	20.90	7.50	2.00	2.00	-		32.40	2	24.31		
4	20.90	2.00	2.00	2.00	-		26.90	1	25.30		
Máx CDV:										25.30	
PCI = 100 - max CDV											
PCI = 74.70 MUY BUENO											

