



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Guanilo Salirrosas, Víctor Manuel (ORCID: 0000-0001-7050-9636)

Vargas Ruiz, Mayra (ORCID: 0000-0002-6702-5574)

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

TRUJILLO-PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico el presente proyecto a mi padre Dios; segundo, a cada uno de mis familiares que me brindaron su apoyo durante todo este tiempo, es más que merecedor la labor dedicada hacia a mi persona; por último, a la familia cristiana quienes con sus oraciones elevan mi espíritu en ánimos y gratitud al Señor todopoderoso, fortaleza que me impulsa a seguir avanzando y a edificar mi vida.

***Mayra Vargas Ruiz***

La presente investigación es dedicada a mis señores padres, quienes han sido mi fortaleza y motivación con sus sabios consejos para continuar la carrera, también a mis familiares que apoyaron a que esta etapa en mi vida profesional se vea cumplida.

***Victor Manuel Guanilo Salirrosas***

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi padre Dios, porque sin él no vería esta etapa culminada, por ayudarme a tener confianza durante todo este proceso, y por sus provisiones oportunas para ver cumplida una etapa más en mi vida, asimismo agradezco a mi señora madre Gina Ruiz Tapullima, por sus muchos sacrificios para ver cumplido uno de sus sueños, haber educado a una hija con principios éticos y morales, y a cada uno de mis seres queridos que me brindaron su apoyo económico y moral a su debido tiempo, y como no agradecer a cada uno de mis docentes, que con su paciencia e instrucción hicieron posible este proyecto.

***Mayra Vargas Ruiz***

Doy gracias a Dios por ser la base de mi seno familiar, ayudándome a crecer como un hombre de bien para la sociedad, agradezco a mis padres por su constante esfuerzo para brindarme la oportunidad de una educación digna que permita desenvolverme en el campo laboral, a mis docentes por su entrega y dedicación en la labor de enseñanza.

***Victor Manuel Guanilo Salirrosas***

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1.Enfoque, tipo y diseño de investigación .....	28
3.2.VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	30
3.3.Población, muestra y muestreo.....	30
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...31	
3.5.Procedimientos .....	33
3.6.Métodos de análisis de datos.....	43
3.7.Aspectos éticos.....	47
3.8.Desarrollo del proyecto .....	47
IV. RESULTADOS .....	54
V. DISCUSIÓN .....	57
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES .....	61
REFERENCIAS .....	62
ANEXOS.....	70

## Índice de tablas

Tabla 1. Rango del manual Pavement Condition Index.....	22
Tabla 2. Diseño transversal.....	29
Tabla 3. Matriz de clasificación de variables. ....	30
Tabla 4. Calles de la muestra.....	31
Tabla 5. Instrumentos y validaciones. ....	32
Tabla 6. Unidad de fallas consideradas del PCI en pavimentos rígidos. ....	34
Tabla 7. Nivel de severidad y total de fallas. ....	54
Tabla 8. PCI promedio de las muestras. ....	54
Tabla 9. Resumen de los resultados de las propiedades del suelo. ....	55
Tabla 10. Tráfico actual (IMD).....	55
Tabla 11. Resumen de ESAL del proyecto.....	56
Tabla 12. Diseño del nuevo pavimento. ....	56

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura de un pavimento rígido. ....	18
Figura 2. Patologías del pavimento rígido. ....	20
Figura 3. Nivel de severidad de un pavimento rígido. ....	21
Figura 4. Tipo de mantenimiento según el rango PCI. ....	24
Figura 5. Diseño de investigación. ....	29
Figura 6. Procedimiento de la investigación. ....	33
Figura 7. Factor de distribución direccional y de carril. ....	38
Figura 8. Relación de cargas por eje para hallar EE. ....	39
Figura 9. Índice de serviciabilidad según el tránsito. ....	40
Figura 10. Niveles de confiabilidad por tipo de tráfico. ....	40
Figura 11. Valores recomendados para la desviación estándar. ....	41
Figura 12. Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante. ....	41
Figura 13. Condiciones de drenaje. ....	42
Figura 14. Coeficiente de drenaje de las capas granulares. ....	42
Figura 15. Valores de coeficiente de transmisión de cargas. ....	42
Figura 16. Ejemplo del porcentaje de fallas en la vía. ....	43
Figura 17. Ejemplo de tabla para PCI promedio. ....	44
Figura 18. Ejemplo de resumen de propiedades del suelo. ....	45
Figura 19. Ejemplo de tabla de tráfico diario según clasificación vehicular. ....	45
Figura 20. Ejemplo de tabla resumen de ESAL. ....	46
Figura 21. Ejemplo de tabla de diseño del pavimento rígido. ....	46
Figura 22. Obtención de datos PCI. ....	48
Figura 23. Resumen del conteo de tráfico. ....	51
Figura 24. Cálculo de IMDa con factor de corrección. ....	52

## Resumen

El presente proyecto investigativo se llevó a cabo en el distrito de Usquil, teniendo por objetivo realizar el mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, Departamento La Libertad, para el desarrollo se adoptó un diseño no experimental, transversal, descriptivo simple, asimismo el muestreo fue no probabilístico por juicio de expertos, la técnica aplicada para reunir datos fue la observación directa, usando dos guías de observación y una ficha de recolección de datos, en el análisis de datos se emplearon tablas estadísticas, el problema radica en el deterioro de la infraestructura vial de las principales calles de Usquil debido al tráfico, clima y nivel de servicialidad al que se encuentra expuesta, se logró identificar los tipos de fallas con su respectivo nivel de severidad, las más resaltante fue grietas lineales con 38.60% y el estado de la vía calificó como "Regular", el ensayo de laboratorio indicó un suelo arcilloso inorgánico de mediana-alta plasticidad con un CRB de 6.20%, se realizó un nuevo diseño del pavimento rígido en base al ESAL, CBR y el proceso de iteración según AASHTO 93 para espesor de la losa de concreto.

**Palabras clave:** Mejoramiento, patologías, CBR, concreto.

## **Abstract**

The present research project was carried out in the district of Usquil, with the objective of improving the rigid pavement in the main streets of the district of Usquil, province of Otuzco, Department of La Libertad, for the development a non-experimental, cross-sectional, simple descriptive design was adopted, also the sampling was non-probabilistic by expert judgment, the technique applied to collect data was direct observation, The problem lies in the deterioration of the road infrastructure of the main streets of Usquil due to the traffic, climate and level of service to which it is exposed, it was possible to identify the types of failures with their respective level of severity, the most outstanding was linear cracks with 38.60% and the condition of the road was rated as "Regular", the laboratory test indicated an inorganic clayey soil of medium-high plasticity with a CRB of 6.20%, a new rigid pavement design was made based on the ESAL, CBR and the iteration process according to AASHTO 93 for the thickness of the concrete slab.

**Keywords:** Upgrading, pathologies, CBR, concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Quispe (2018) afirma que, en el mundo a lo largo del tiempo se han realizado obras de gran envergadura como son las obras viales, porque tienen un gran impacto en el desarrollo y modernización de las ciudades. Si en un país la infraestructura vial se encuentra en un estado deplorable, ya sea en carreteras, calles urbanas o rurales, esta puede afectar negativamente a los usuarios, principalmente a las personas que diariamente utilizan el medio de transporte para realizar sus diferentes actividades. La realidad es que, gran parte de los territorios aún están desprovistos de vías pavimentadas o si las tienen, se encuentran sin el mantenimiento respectivo.

En Chile la gran cantidad de caminos de bajo y elevado tránsito representa una problemática constante, debido a la disminución en la funcionalidad estructural de las superficies viales, lo cual brinda un nivel de servicialidad menor a lo esperado y una durabilidad decreciente. Por consiguiente, los conductores y usuarios de vehículos se ven afectados a diario por la variedad de daños concurrentes en el pavimento de las vías por las que transitan. Por lo expuesto, hacer uso de un método para efectuar el diagnóstico superficial para el mejoramiento de las respectivas vías de pavimento rígido resulta ventajoso y de gran relevancia, para obtener un detalle del tipo de falla (grietas, baches, escalonamiento, levantamiento, etc.) con el fin de prever la ubicación exacta donde se desarrolla tal evento, para prontamente realizar la toma de decisiones respecto a las intervenciones que solucionen total o parcialmente el problema manifestado en el pavimento. (Provoste, 2014)

En Colombia, las calles 13b y 14 del municipio de Ambalema Tolima se construyeron en pavimento rígido, las mismas exhibían una variedad de daños en la superficie, a pesar que la calle 13b fue

culminada en el año 2015 y la calle 14 en el 2019, estos elementos permitieron en primer lugar atribuir falencias al proceso constructivo; segundo, presentan un efecto desfavorable como repetidas intermisiones del tráfico sumado a ello los índices elevados de accidentalidad con grandes pérdidas en la economía, la sociedad así como vidas humanas; por lo expuesto, evidenciaron la urgencia de un diagnóstico superficial para el mejoramiento del pavimento rígido en la vía, respecto a las diferentes patologías visibles en las calles del municipio de Ambalema. (Herrera, Herrera y Rodríguez, 2021)

En Ecuador, la gran sección de la avenida Loja mostró el proceso de desmontaje estructural y funcional, por ser una de las vías primordiales de la ciudad que interconecta el sur con el centro de la misma. Además, dado que no se conocía que el pavimento de la avenida sea objeto de un diagnóstico superficial técnico, no existe una base de datos que oriente la comparación con el tema estudiado, en cambio hubo informes similares en Ecuador, en cuanto al mejoramiento y tratamiento de pavimentos. (Puga, 2018)

En el Perú, la realidad es notoria cuando las carreteras y vías de intercomunicación que son fundamento del desarrollo del país están mal mantenidas, como en el caso de las calles de Huancavelica, al realizarse el diagnóstico superficial de las rodaduras, presentaron fallas por pulido del agregado, por fisuras se encontraron transversales, longitudinales, escalonadas y de esquina, por losa dividida, y fallas por parche menores y mayores, que sin la intervención para su mejoramiento de la vía seguirán empeorando. (Quispe, 2018)

En el distrito de Usquil, provincia de Otuzco, a falta de un diagnóstico superficial que nos indique el estado de las vías para poder posteriormente realizar el mejoramiento de las vías pavimentadas, con el incremento de solicitudes de vehículos, ya sea para objetivos

comerciales o transporte de pasajeros, y con las condiciones climáticas, no se ha otorgado el debido mantenimiento a las vías principales, permitiendo el incremento del desgaste de área superficial del pavimento de las vías, lo cual reduce el nivel de servicialidad y vida útil de la misma. (Castillo, 2017)

Para que las superficies viales desempeñen su vida útil y grado de servicialidad, es necesario realizar un diagnóstico superficial del pavimento rígido para su posterior mantenimiento o mejoramiento dependiendo de la magnitud del daño, tomando como base la norma ASTM D5340 1998. Teniendo presente la mencionada norma, se logrará obtener resultados satisfactorios en pro del mejoramiento de las calles principales del distrito de Usquil. (Arias, 2014)

(Bautista, 2016) encontró que la materia prima empleados en la elaboración del pavimento investigado no cumplían con las normas nacionales vigentes, además al realizar el diagnóstico superficial, encontró que una de las deficiencias fue el envejecimiento de las vías produciendo que el pavimento aminore sus capacidades estructurales y funcionales, por lo que encontrarse con fallas en la superficie es muy frecuente, y se agrava el problema forzando a cesar su grado de servicio, debido al incremento de vehículos pesados que transitan en la zona, por lo que sugiere una intervención adecuada y oportuna para la conservación o mejoramiento del pavimento.

Provoste (2014) descubrió que, mediante la inspección visual, el cual es una técnica para evaluar el diagnóstico superficial de la vía pavimentada, conoció la situación verdadera de la infraestructura del pavimento, ubicándose en las calles G. Lagos, R. Picarte y S. Bueras, pudo identificar los daños más comunes que alteran las propiedades de urbanísticas de las mencionadas calles, siendo las fisuras longitudinales y las fisuras transversales las más comunes. Durante el periodo de la inspección del pavimento de las calles se efectuó el

recuento y medición, los cuales sirvieron para saber si el pavimento necesita mantenimiento o mejoramiento de la losa.

Espinoza y Liñan (2018) a través del mejoramiento del pavimento rígido se hizo uso del diagnóstico superficial donde se encontraron que la mayor cantidad de unidades de muestreo (301 losas) tienen daños de sello de juntas, clasificando al pavimento en un estado de regular a muy bueno. Por lo cual se recomendó un mantenimiento periódico para extender la vida útil de la estructura vial.

Con respecto a los planteamientos de los investigadores se llegó a la conclusión de que las fallas o patologías se pueden determinar mediante el método PCI, asimismo de acuerdo con este proceso mencionado se podrá saber el estado actual en que se encuentra la vía y por este motivo realizar además un estudio que permitirá el mejoramiento de la infraestructura vial de pavimento rígido de las calles de Usquil.

De las empresas que participaron en la realización de diseños para mejoramiento de pavimentos rígidos en distintas obras, tenemos como ejemplo a: La Municipalidad de Nuevo Chimbote después de realizar el diagnóstico superficial del pavimento, culminó con la obra de la II etapa de la transitada avenida Perú, este proyecto se encontraba en espera ocasionando serios problemas de transitabilidad para la ciudad por sus deficiencias estructurales en el pavimento rígido, obra fue valorizado en 2,5 millones de soles y consistió en el mantenimiento rutinario de un tramo y el diseño para el mejoramiento de algunos tramos de pavimento rígido que cuenta la avenida.

En la localidad de Victoria, Caserío Santa Marta, situada en el municipio de Victoria, Cabañas se viene desarrollando el mejoramiento de una carretera de 4,8 km, con el propósito de

promocionar el crecimiento de la economía y el desarrollo de la sociedad local. El proyecto está bajo la responsabilidad de la empresa constructora Construequipos S.A., en la actualidad vienen desarrollando las siguientes actividades: realización de canaletas de concreto, nivelación de terreno, colocación la capa base en tres tramos, siendo un total de 1,7 km de longitud. Se tiene US\$1 millón de inversión, los tramos beneficiados son las inmediaciones del Centro Escolar y zonas donde hay aglomeración de personas.

El mejoramiento de un pavimento rígido se debe realizar para subsanar los daños encontrados bajo el monitoreo del mismo, ya que a simple vista las fallas que se encuentran en las superficies pavimentadas de las principales calles de Usquil son provocadas por un mal diseño, carente proceso constructivo por la ineficiente planificación y control en la ejecución, y el aumento de vehículos pesados ya que no respetan la carga admisible produciendo un desgaste continuo en la superficie del pavimento y el cambio climático del distrito de Usquil, cuyos eventos naturales son lluvias y neblinas, aumentando la erosión del pavimento en épocas de invierno. Aunque el principal problema radica en la gestión de las autoridades, ya que los insuficientes recursos para un diagnóstico superficial y mejoramiento de las vías resulta en el abandono y el no seguimiento del estado del pavimento, los cuales ocasionan el aumento acelerado de los daños en la superficie del pavimento que posteriormente terminarán afectando la estructura interna del mismo. Las fallas que se presentan son notorias en algunas partes de la localidad, ocasionando un inapropiado nivel de servicialidad en la infraestructura vial, desfavoreciendo a los transportistas y usuarios de transportes. Por lo que, son causales de estudio realizar una valuación periódica con la intención de comprender la condición de vulnerabilidad en la que se encuentra el pavimento, para así tenerlo en cuenta cuando se realice el estudio que permitirá el mejoramiento del pavimento con el propósito de agilizar la transitabilidad de los pobladores.

El presente proyecto de investigación pretende realizar el diagnóstico superficial del pavimento rígido y el estudio que permitirá el mejoramiento de los pavimentos en el distrito de Usquil, para el que se aplicará el procedimiento del PCI (Índice de Condición del Pavimento), el estudio de mecánica de suelos mediante calicatas realizadas en la zona, el análisis de factibilidad vehicular mediante el conteo de tráfico vehicular y el diseño estructural del pavimento.

La siguiente investigación de estudio conduce a desplegar opciones de solución para el mejoramiento del pavimento rígido, de tal manera que se elija un buen diseño estructural que mejore las condiciones de la vía. De no efectuarse estas metodologías será imposible obtener una mejora de conectividad y transitabilidad de la vía, obstaculizando las maniobras para la aplicación de una rehabilitación o mantenimiento. Siendo de esta manera no se obtendría la resolución a las dificultades que afligen a la sociedad, produciendo pérdidas e incluso accidentes. Por ello, es crucial que las autoridades admitan acciones que posibiliten una infraestructura vial en buen estado, al mismo tiempo realicen un mantenimiento continuo.

## **1.2. Planteamiento de problema**

¿Cuál es el mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación general:**

La presente investigación se realiza porque las vías principales del distrito de Usquil continúan en servicio pese a los presentes daños superficiales que se notan a simple vista. Asimismo, el estudio es útil para determinar el estado superficial de las vías principales, identificando las fallas que están presentes en la

parte dañada del pavimento, esto ayudará a conocer si la vía brinda las condiciones adecuadas o si necesitan mejoramiento, mantenimiento o rehabilitación. De esta forma es posible recopilar toda la información técnica de las vías principales del distrito de Usquil, dicha data beneficiará en primera instancia a la Municipalidad de Usquil para la correcta intervención de la infraestructura vial de la zona, y así beneficiar a los pobladores y visitantes.

#### **1.3.2. Justificación teórica:**

La contribución teórica que proporciona el presente estudio es el mejoramiento del pavimento rígido, identificando las fallas en el área superficial del pavimento rígido, haciendo uso del estudio de la mecánica de suelos y de tráfico vehicular de la zona; estos procedimientos sirven para saber en qué condición está la vía e intervenir para su mejoramiento mediante diferentes estudios que nos ayudaran a diseñar el pavimento desgastado o que ya cumplió su vida útil.

#### **1.3.3. Justificación Práctica:**

La justificación práctica, se centra en el planteamiento de un nuevo diseño para el pavimento rígido de la infraestructura vial, debido a las múltiples fallas presentes en la misma, por lo que se requiere de un mejoramiento para prolongar su vida de servicio.

#### **1.3.4. Justificación Metodológica:**

Metodológicamente el estudio es cuantitativo, con un diseño no experimental descriptivo, por lo que se usará el método (PCI) para el pavimento rígido, el estudio de mecánica de suelos y la realización del diseño estructural del pavimento por lo cual se hará uso de metodologías modernas que nos permitirán identificar el tipo de deficiencias superficiales predominantes en

el pavimento rígido y su posterior diseño en el distrito de Usquil, siendo estas metodologías de sustento real y fehaciente.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo principal**

Realizar el mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

O.E.1. Identificar los tipos de fallas, nivel de severidad e índice de condición en los pavimentos rígidos por el método PCI de las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

O.E.2. Realizar el estudio de mecánica de suelos para su posterior diseño en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

O.E.3. Realizar el diseño del pavimento rígido de las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

## **1.5. Hipótesis**

El mejoramiento del pavimento rígido manifiesta un nuevo diseño con espesores de acuerdo con el índice de condición del pavimento, el estudio de tráfico y el estudio de mecánica de suelos en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

***“Evaluación patológica del pavimento rígido en el segmento de vía ubicada en la calle 13b y 14, con carrera sexta del municipio de Ambalema- Tolima”***

(Herrera y Rodríguez, 2021) Estudiaron las patologías existentes en dos vías principales de la municipalidad de Ambalema. (p. 19). Fue un estudio cuantitativo y no experimental, se identificó cada patología de manera in situ, los instrumentos comprenden la georreferenciación de la zona de estudio, el conteo vehicular diario para un día hábil, el diagnóstico superficial con el índice de condición del pavimento, y técnicas de rehabilitación. (p. 25) Los tramos dieron como resultado en el rango de numeración del PCI = 56% y un promedio diario de vehículos de 2,217 por día aproximadamente. (p. 54). Por consiguiente, se resalta la valuación y la categorización de las patologías del pavimento rígido en el segmento comprendido entre calles 13B y 14 de la municipalidad de Ambalema.

**La investigación aportó en la identificación de losas que requieren de una intervención urgente para su debido mejoramiento, asimismo para garantizar su seguridad, serviciabilidad y transitabilidad.**

***“Nivel de incidencia de las patologías del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos en la transitabilidad de las vías de la ciudad de Picota, distrito de Picota, provincia de Picota, región San Martín, 2018”***

(Yap y Sandoval, 2018) Evaluaron el grado de ocurrencias de los daños en el hormigón hidráulico en pavimentos rígidos de tráfico vial en Picota. (p. 8). La trabajo investigativo es del tipo no experimental realizándose el diagnóstico superficial de manera visual la toma de datos, en el cual la compilación, procesamiento de datos se hizo de

forma manual, plasmado en guías prediseñadas y con la asistencia de equipos e instrumentos. (p. 49). Obteniendo un resultado de PCI del 61% de las 73 unidades de muestras, el cual permitió la determinación del estado llegando a la conclusión de clasificación Bueno. El estudio destaca la condición en que se encuentra el índice de integridad de la vía y el nivel de operacionalización del pavimento en relación con la severidad de daños. (p. 58).

**El estudio aporta propuestas de mejoramiento a las patologías encontradas, en especial la reparación de grietas de media y alta severidad, para prevenir el ingreso de líquidos que alteren el funcionamiento de la subrasante.**

***“Evaluación de la condición superficial del pavimento en la vía de evitamiento del distrito Usquil, provincia de Otuzco, 2021”***

(Paz, 2021) Realizó una evaluación funcional del pavimento en la vía de evitamiento de Usquil (p. 8). Se utilizó la metodología del PCI que indica ser no experimental, la misma será útil para el diagnóstico superficial y calificación del estado del pavimento; en este trabajo se determinó la situación de los daños en el área de las unidades de muestra del pavimento por medio de la técnica de la inspección visual (p. 18). Se identificó y cuantificó los deterioros existentes, logrando las siguientes calificaciones: pulimiento de agregado 71%, punzonamiento 45%, escala 21% y grietas lineales 16% (p.26) Este proyecto se enfocó principalmente en el deterioro y la evaluación funcional del pavimento rígido a través del método PCI de la norma ASTM D6433. (p. 46)

**El estudio aporta un nuevo diseño de espesores de la infraestructura vial, donde el concreto hidráulico es de 20 cm y la subbase de 15 cm para un suelo de gravas arcillosas de mediana plasticidad según AASHTO 93.**

***“Evaluación del estado de conservación de las calles de la zona monumental de la ciudad de Celendín utilizando el método de índice de conservación del pavimento (PCI)”***

(Zamora, 2019) Evaluó el estado de cuidado de las vías de la ciudad de Celendín, por medio del procedimiento del Índice de condición del pavimento (PCI). (p. 2). Inicialmente se efectuó la elección de la muestra, posteriormente se continuó con el reconocimiento visual para el diagnóstico superficial, donde se reconocieron las fallas presentes en el área de cada unidad de muestra y fue oportuno la medición respectiva a la superficie pavimentada.(p. 55) se analizó una muestra de 97 cuadras de los jirones de Ayacucho, Dos de mayo, Moquegua, Junín, Unión, San Martín , Córdoba y Sucre, seleccionándose 51 muestras clasificando al pavimento con un PCI de promedio de 47.1 con los siguientes daños: parche grande, desconchamiento y grietas lineales. (p.80)

**La investigación aporta al empleo de la metodología del PCI en las distintas calles que no se tomaron en cuenta anteriores investigaciones, para ampliar la base de datos de los pavimentos de la zona que permitirá implementar un plan de mejoramiento.**

***“Análisis Estadístico de Fallas en Pavimentos Rígidos aplicado en tres calles de la Ciudad de Valdivia - Chile”***

(Provoste, 2014) Determinó el análisis estadístico completamente actualizado de la situación de la estructura de pavimentos rígido de tres calles concurridas de Valdivia. (p. 3). El proyecto se basa en el diagnóstico superficial de los defectos más comunes presentes en los pavimentos de hormigón; por tal motivo, se realizó un estudio descriptivo, no experimental en tres vías pavimentadas de concreto en la ciudad de Valdivia (Santiago Bueras, Ramón Picarte y General Lagos). (p. 44). Se realizó el procesamiento de datos al observar 122 losas, registrándose las fisuras longitudinales y transversales, erosión superficial y tráfico estimado para cada losa inspeccionada. A partir de este análisis, las fisuras longitudinales se ven favorecidas por el

ancho de la losa, la tasa de flujo vehicular calculado y la superficie muy erosionada de la losa; por otra parte, las fisuras transversales se ven favorecidas por el largo y área superficial muy deteriorada de la losa en pavimentos rígidos en la ciudad de Valdivia. (p.107).

**El estudio aporta a la base de datos de las calles de la ciudad de Valdivia, además añade que hace falta más estudios y se recomendó implementar mapas geométricos de los daños del pavimento de hormigón y un estudio actualizado del tráfico vehicular para futuros diseños.**

***“Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189)”***

(Rengifo, 2015) Realizó el diseño del pavimento de un kilómetro carretera de la Panamericana Norte, tanto para el flexible y rígido. (p. 1) La metodología es de diseño no experimental, transversal, descriptivo, para ello se utilizó la metodología AASHTO. Las herramientas que se utilizaron para realizar el estudio de tráfico fueron el manual del MTC suelos y carreteras, y fichas de recolección de datos para el conteo vehicular (p. 14), los resultados obtenidos muestran un ESAL de 66,000,000 para el pavimento rígido y de 41,000,000 para el pavimento flexible. (p.22).

**Este estudio aporta detalles sobre el cálculo de ejes equivalentes para diseños de pavimento rígido y flexible, los cuales son fundamentales para el mejoramiento a aplicar en la nueva vía Panamericana Norte a largo plazo, para alargar su vida útil y de servicio.**

***“Evaluación superficial de pavimento rígido utilizando método índice de condición de pavimento, la Avenida Pakamuros provincia de Jaén, Cajamarca, 2019”***

(Salinas, 2019) Evaluó la superficie de pavimento rígido en la avenida Pakamuros, específicamente la calzada izquierda, la cual contenía 21 unidades de muestra. (p. 18). Se destinó el método del PCI para

efectuar el diagnóstico superficial de las fallas más comunes existentes en el pavimento. Esta metodología fue obtenida a través de la norma ASTM 5340 la cual es un procedimiento estandarizado haciendo uso de la Observación y criterio en la evaluación de las vías. (p.19). Se obtuvo con la aplicación de este método un índice de 45.6 % de la calle estudiada lo que se refiere que la evaluación del pavimento se encuentra en un estado de Regular. (p. 32). **El aporte del estudio fue indicar el estado del pavimento, proveyendo así una fuente confiable de data para la intervención oportuna en el mantenimiento y/o mejoramiento de la avenida Pakamuros, Jaén.**

***“Identificación de deterioros del pavimento rígido de la calle Abtao cuadras 13 a 17 y acciones de conservación en Iquitos”***

(García y Ruiz, 2018) Identificaron los daños de pavimento rígido en la calle Abtao. (p. 36). Donde se utilizó la técnica de la observación según metodología PCI siendo un diseño no experimental. (p. 37). Se ubicó y contó las fallas por categorías y severidad que se apuntaron en las fichas de recopilación de datos para su debido procesamiento, donde el índice promedio de condición de pavimento en pavimentos rígidos del distrito de Iquitos, región Loreto, fue PCI = 43 y de acuerdo con la evaluación del PCI, concluyeron que el diagnóstico superficial es “Regular” con un área afectada de 29.26 m<sup>2</sup>, requiriendo reparación de las vías. Del estudio destacan las patologías: grietas de esquina, grietas longitudinales, descenso de la berma, imperfección en el sellamiento, bacheo y separación de la junta. (p.51).

**El estudio aporta a la ejecución inmediata del mejoramiento de la calle Abtao, se sugirió que sea de manera regular, realizando sellado de juntas, reparación de espesor e instalación de drenes en el pavimento.**

***“Evaluación superficial del pavimento rígido de las vías de acceso vehicular por el método PCI de la localidad de Ichocán – provincia de San Marcos - departamento de Cajamarca.”***

(Urrunaga, 2021) Realizó el análisis general de la condición de las vías de tránsito vehicular al distrito de Ichocán. (p. 19). Se determinó el estado del pavimento rígido por medio de la metodología PCI, seleccionando convenientemente 8 de las principales calles, ubicando los tramos con mayor grado de daños y desperfectos del pavimento. (p. 55). En cada tramo que se realizó el diagnóstico superficial seleccionando e inspeccionando a detalle cada tipo de daño y severidades que presentaba el pavimento donde se logró registrar deficiencias como grietas lineales, pulimiento de agregados y parche grande con un porcentaje de índice de condición de 36.49 % de las 8 calles en total, el cual arroja un estado según el PCI de tipo malo. (p.107).

**El resultado del estudio aporta a tomar medidas urgentes, no requiere mantenimiento; ya que, las calles estudiadas necesitan de reconstrucción debido a que el pavimento completó su tiempo de vida útil.**

***“Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos”***

(Ccasani y Ferro, 2017) Determinaron la evaluación de pavimentos dando a conocer la deficiencia que presentaba las calles del distrito de Abancay. (p.15). La misma fue cuantitativa en cuyo diseño no experimental se precisó la técnica de la observación y el monitoreo in situ (p. 101). Se realizó un estudio de las variables que impactan la deterioración del pavimento como el tráfico vehicular de la zona, para cuantificarlas, clasificarlas y calcular el IMDa que circulan en la Av. Prado, asimismo se realizó el diagnóstico superficial encontrándose en la gran mayoría la fisuración del pavimento como fisuras longitudinales y transversales, losas divididas, pulimiento de agregados y sello de juntas la cual permiten la infiltración de agua. El cálculo del ESAL tuvo como resultado el total de 9040421 ejes equivalentes, y un índice de condición menor del 50% establecido en

el método PCI, es por ello que la clasificación del pavimento según el rango se encuentra en un estado regular, con lo que se muestra la necesidad de un mejoramiento. (p.189).

**Este estudio aporta de manera significativa información sobre el estado de la infraestructura vial, recomendando la construcción de alcantarillas de alivio para reforzar el diseño de la infraestructura y brindar un mejor drenaje de las aguas provenientes de cunetas.**

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Mejoramiento del pavimento rígido**

Consiste en ejecutar los trabajos necesarios para incrementar el estándar de la infraestructura vial a través de actividades que involucran modificar de forma sustancial la geometría y estructura del pavimento; incluyendo la construcción y/o adecuación de puentes, obras de drenaje, muros, túneles y señalizaciones que requiera el proyecto. (Quinto, 2019)

#### **2.2.1.1. Requerimientos Mínimos para la Construcción de Pavimentos Rígidos**

En los requisitos del material, se precisa dosificación, equipos según su función, procedimiento constructivo, sellos de juntas, previsión y corrección de desperfectos.

En el diseño del pavimento se tiene que garantizar el buen comportamiento del mismo, es importante que la subrasante presente características y densidad homogéneas, es decir, soporte carga uniformemente. En áreas superficiales volubles que surgen en el proceso constructivo, el sustrato debe ser excavado y reemplazado por otro del mismo tipo de áreas adyacentes, compactado a una densidad similar: es errado el juicio de rellenar los huecos en áreas débiles con agregado granular de mayor calidad que los adyacentes, porque de esta

manera se socava el soporte uniforme necesario para el pavimento de hormigón. (Gómez y López, 2020)

#### **2.2.1.2. Características de una Vía**

(Paredes y Rodríguez, 2011) Hay variados factores que influyen en la localización de una vía y es vital considerar y evaluar las cualidades más resaltantes para la planificación del diseño y construcción.

- ✓ Estudio topográfico del terreno: Un proyecto vial está fundamentada en la planimetría y altimetría, cuya atribución es vital para la obtención de la libreta de campo y planos que manifiesten el estado geométrico de la jurisdicción del proyecto
- ✓ Características físicas: predimensionamiento de la vía, características y geometría de la estructura del pavimento, y respecto al área del proyecto donde se levantará la vía, puede estar conformada por piedras y/o suelos, caso contrario es probable que se existan problemas.
- ✓ Geología: Existen distintos tipos de suelos cuya resistencia varía según su composición, por lo que es necesario estudiarlos para establecer la factibilidad de ejecutarse un proyecto.

#### **2.2.2. Diagnóstico superficial**

Es la evaluación del daño estructural en el pavimento rígido, y está normado según el calibre de daño observado en la vía, severidad, cantidad y/o densidad del mismo. (Herrera y Ramírez, 2019)

### **2.2.3. El Pavimento**

Según Urrunaga (2020), un pavimento consiste en un conjunto suficientemente compactado de capas apiladas de forma relativamente horizontal, diseñadas y construidas con tecnología de materiales adecuados y, la fuerza transmitida a la calzada debido a cargas de tráfico repetidas debe limitarse adecuadamente durante el tiempo que se diseñe la estructura del pavimento.

Se debe prestar especial atención al deterioro de las carreteras causado por el tráfico y las influencias ambientales. Esto se logra evaluando el desempeño del pavimento. Esto le permite detectar condiciones adversas del pavimento y modificar el diseño, los procesos de construcción y la selección de materiales para aumentar la durabilidad. (Yap y Sandoval, 2018)

Provoste (2018) afirma que, el pavimento es un estrato de agregados entrelazados con algunas propiedades relativamente paralelas y de varios centímetros de espesor, debidamente compactado y construido en el suelo como resultado del movimiento de la Tierra. Puede soportar el tráfico durante muchos años sin que su rendimiento se vea afectado ni afecte la seguridad del usuario, así como la comodidad y la integridad de la estructura.

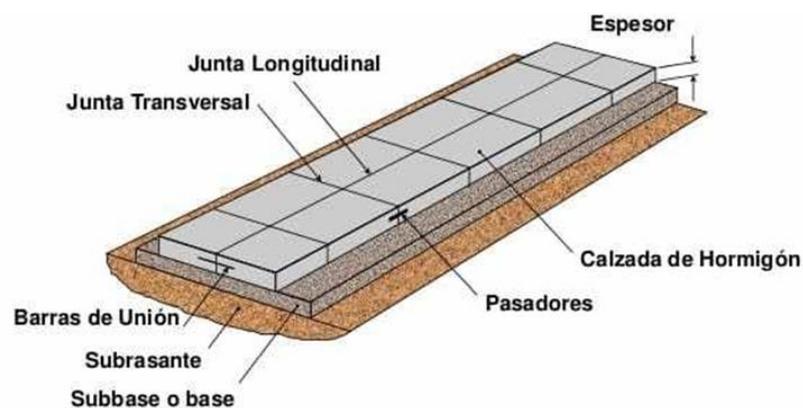
La estructura del pavimento está compuesta por capas que se levantan una encima de la otra para soportar la carga del tráfico distribuida uniformemente sobre el suelo, y la resistencia a la compresión de las capas debe ajustarse a la resistencia adecuada requerida. El pavimento debe respetar la vida esperada, considerando el ancho normado de cargas de tránsito, la excelente cohesión de la mezcla bituminosa y la

resistencia a efectos ambientales al que está expuesto el asfalto para asegurar un funcionamiento óptimo. El material colocado en la capa superior es el material más resistente a diferencia de la capa inferior. Asimismo, el diseño se valora un mínimo espesor de las capas, para cumplir con la resistencia y a la vez reduzca costos. (Mayta, 2019)

### 2.2.3.1. Pavimento rígido

El manual de Carreteras manifiesta que es una estructura con base y capa (carpeta de rodadura); el fundamento es de materia granulado, y puede ser estabilizado con cemento o material bituminoso; la capa es una losa de concreto hidráulico (compuesto por materia aglomerante, agregados de material granulado y aditivos conforme al diseño). De acuerdo a la cualidad del concreto hidráulico este pavimento recibe el nombre de “rígido”. La rigidez sucede debido a que la losa de hormigón absorbe las tensiones causadas por las cargas de tráfico repetidas y transfiere pequeñas tensiones hacia abajo para llegar a los cimientos (subrasante). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**Figura 1.** Estructura de un pavimento rígido.



*Fuente: (Provoste, 2018)*

(Faisal, 2021) El pavimento rígido está compuesto puntualmente por una subbase granulada, la misma logra

estabilización con cemento, asfalto o cal, también cuenta con un espesor de rodadura de concreto con aglomerante o aditivos. Se aprecian tres variedades de pavimento rígido: Pavimento de concreto simple con juntas, pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero, y pavimento de concreto con refuerzo continuo.

Los pavimentos están diseñados para resistir el estrés del tráfico, resistir los efectos corrosivos del medio ambiente y realizar una variedad de funciones, incluido el mantenimiento regular de superficies, y que sean proyectos de ciclo de vida largo y favorezca la economía. El pavimento sólido, también llamado pavimento hidráulico, está elaborado de losas de hormigón y conforme a las necesidades del tráfico, en algunos casos el pavimento contiene acero estructural en un material base granular la cual se apoya sobre el terreno natural (subrasante). (Puga, 2018)

Según Mendoza y Vásquez (2020) el diseño del pavimento rígido normalmente manifiesta un diseño de vida en servicio de 40 a 50 años, sólo precisa un mantenimiento mínimo. Además, menciona que, el pavimento rígido se diseña para una vida útil de 10 a 50 años, inclusive sirve para la rehabilitación de pavimentos asfálticos cuya vida de servicio está por llegar al límite. Desde otra perspectiva, el pavimento ofrece un mayor valor a largo plazo.

#### **2.2.4. Fallas superficiales**

Las fallas son derivadas de la estructura vial; es decir, las capas de manera conjunta o individual padecen algún desperfecto producto de las fuerzas que accionan por el continuo tránsito u otros factores como el clima. (Singh, Ryntathiang y Singh, 2012).

Los deterioros/fallas se delimitan en dos primordiales categorías: Las fallas estructurales y las fallas superficiales. Las de la primera, mayormente da parte a proyectos de rehabilitación de alto coste, y los de la segunda se asocian mayormente con proyectos de mantenimiento periódico. (Fuentes, 2021).

(Valdez y Alonso, 2017) Las fallas funcionales se presentan al no otorgar un recorrido confiable sobre la rodadura vial; es decir, las maquinarias de transporte no realizan su trayecto de manera confortable, ya sea por defectos en el diseño geométrico o que no guardan relación con las normas.

Las patologías presentes en el pavimento rígido son:

**Figura 2.** Patologías del pavimento rígido.

FALLA N°	DESCRIPCIÓN
1	Blow up
2	Grieta de esquina
3	Losa dividida
4	Grieta de durabilidad "D"
5	Escala
6	Sello de junta
7	Desnivel carril/ Berma
8	Grieta lineal
9	Parqueo grande
10	Parqueo pequeño
11	Pulimiento de agregados
12	Popouts
13	Bombeo
14	Punzonamiento
15	Cruce de vía férrea
16	Desconchamiento
17	Retracción
18	Descascaramiento de esquina
19	Descascaramiento de junta

*Fuente: (Vásquez, 2002)*

Para los equipos de inspección es preciso una medida de seguridad establecida, puesto que son necesarios para el correcto movimiento al inspeccionar la vía, estos son artefactos

de señalización y advertencia tanto para transeúntes, vehículos y el grupo de trabajo. (González, Ruiz y Guerrero, 2021)

### 2.2.5. Nivel de severidad

El grado o nivel de gravedad de un defecto del pavimento se da en función de su tamaño, su estado o su influencia en la comodidad, la seguridad y la fluidez del tráfico. (Cavalcanti, 2019)

La información de patologías se obtiene de la observación realizada in situ identificando las imperfecciones de la estructura del pavimento, los cuales ofrecen detalles evidentes de las causas de las patologías y ayuda a enlazarlas con las cargas o con los efectos climáticos. En las instrucciones otorgadas por la norma ASTM para conocer el grado de severidad de la condición del pavimento, tenemos las siguientes premisas:

L: (Low: Bajo): Se percibe la vibración en vehículos, como ondulaciones, mas no se precisa la reducción de velocidad.

M: (Médium: Medio): La vibración transmitida en vehículos es significativa; así que, se precisa la reducción de velocidad.

H: (High: Alto): La vibración del vehículo aumenta de manera exagerada, por ello la velocidad debe reducirse significativamente para que el tráfico sea agradable y seguro. El abultamiento provoca sacudidas excesivas, incomodidad indebida y peligro para el vehículo. (Vásquez, 2002)

**Figura 3.** Nivel de severidad de un pavimento rígido.

RIESGO	CONDICION	COLOR
BAJO	Aceptable	Verde
MEDIO	Se deben condiserar acciones en el futuro	Amarillo
ALTO	Se requieren acciones inmediatas	Rojo

### 2.2.6. Índice de condición del pavimento

Según Vásquez (2002) citado en Doig (2020), el índice de condición del pavimento (PCI) es la metodología con mayor uso para evaluar y clasificar objetivamente el detrimento del pavimento, ya sea rígido o flexible. Este método es simple de aplicar y no precisa herramientas o equipos especiales.

(Zamora, 2019) Señala que el PCI es el deterioro de las vías, esto según la clase de patología, severidad, cantidad y densidad del deterioro. La fórmula exponencial viene con un modelo ponderado, el valor inferido, cuyo propósito es capturar el impacto del tipo, la gravedad y la densidad de textura de los daños en la superficie de la carretera. El PCI es un señalizador numérico que inicia en el valor cero, aludiendo a una condición pésima del pavimento y termina en el valor cien, aludiendo a la condición perfecta del pavimento. A continuación, se menciona los rangos del PCI y la calidad del estado de la infraestructura vial:

**Tabla 1.** Rango del manual Pavement Condition Index

<b>RANGO PCI%</b>	<b>ESTADO</b>	<b>COLOR</b>
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy Bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25 - 10	Muy malo	
10 - 0	Fallado	

*Fuente: (Vásquez, 2002).*

(Ccasani y Ferro, 2018). Existen tres formas de evaluar un pavimento rígido, y son:

El diagnóstico de deterioro estructural del pavimento se basa en el tipo, gravedad y extensión o densidad del daño. Teniendo en cuenta los 3 factores anteriores, crear un índice fue problemático ya que había muchas condiciones posibles. Para superar estas dificultades, se introdujeron “estimaciones” en forma de prototipos de factores de ponderación, indicando el grado de impacto del daño y densidad disponible en el estado pavimentado. PCI es un valor calculado que va de cero (pavimento dañado o defectuoso) a 100 (pavimento en excelente estado).

La evaluación funcional facilita datos acerca de las propiedades superficiales que impactan directamente al usuario: seguridad y comodidad. Las cualidades funcionales primarias de la evaluación son antideslizantes y en función a la resistencia, textura y rugosidad de en términos de seguridad y servicio. Teniendo en cuenta la condición de la evaluación funcional, las características primarias de las carreteras pavimentadas son: rugosidad, propiedades mecánicas / estructurales, peligro de superficie y textura.

#### **2.2.7. Mantenimiento según PCI**

Según la norma ASTM D5340 (1998) Indica que el PCI es un índice numérico de la condición de la superficie vial. El PCI mide el estado actual de los pavimentos en función de los defectos superficiales observados, lo que también indica la integridad de la estructura y las condiciones de funcionamiento (rugosidad y seguridad). El índice PCI no mide la resistencia de las estructuras de carreteras pavimentadas, asimismo el coeficiente de fricción (resistencia al deslizamiento) o la rugosidad general no se pueden determinar directamente. En cambio, atribuye un fundamento objetivo para establecer las exigencias y la prioridad de reparación o mantenimiento. El seguimiento constante de PCI se utiliza para determinar la tasa

de deterioración del pavimento de las carreteras o calles, prediciendo e identificando las necesidades críticas de rehabilitación. Las tareas de mantenimiento se presentan a continuación en la Figura 4:

**Figura 4.** Tipo de mantenimiento según el rango PCI.

<b>RANGO DE PCI</b>	<b>CATEGORIA DE ACCION</b>
100 - 85	Mantenimiento preventivo mínimo.
85 - 60	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.
60 - 40	Mantenimiento correctivo.
40 - 25	Rehabilitación - Refuerzo estructural.
25 a menos	Rehabilitación - Reconstrucción.

*Fuente: (Mendoza y Vásquez, 2020).*

(Pucha y Zarate, 2020) El mantenimiento rutinario son diligencias permanentes y frecuentes ejecutadas con la finalidad de conservar en su totalidad o parcial el estado superficial y funcional de la vía con la intención de aportar y alcanzar la vida útil de diseño sin desfavorecer la capacidad estructural del pavimento.

(Silva y Souza, 2018) El mantenimiento periódico son actividades temporales ejecutadas con menos frecuencia y de índole preventivas, la misma se realiza de acuerdo a una programación preestablecida con el motivo de brindar los servicios de seguridad y funcionalidad. Estas abarcan actividades de renovación (recapeo) y tratamiento de la superficie vial (restablecimiento de las características superficiales del pavimento).

La rehabilitación son diligencias primordiales para restituir las características de inicio cuando se culminó la construcción de la infraestructura vial, además para retornar a su nivel de serviciabilidad a través de la seguridad y comodidad para los transportistas. (Silva, 2018, p.66)

## **2.2.8. Ensayos de laboratorio de suelos**

(Robles y Sánchez, 2015) En toda obra de pavimentación es relevante el entendimiento sobre las cualidades del suelo; debido a que, el diseño del pavimento tiene como base los resultados de las propiedades del suelo, los cuales son producto de los ensayos de laboratorio efectuados.

### **2.2.8.1. Ensayo de granulometría**

La granulometría es una de las cualidades que posee el suelo para enmarcar varios tamaños en su composición. Este ensayo se trata de la distribución de partículas por tamaños, para luego ser representados en una gráfica. Esto sirve para identificar el grado de influencia que tiene en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se relaciona con la cantidad porcentual de las distintas dimensiones de las partículas que componen el suelo, para ello existen diferentes procedimientos. La forma más rápida de clasificar las partículas por tamaño es el tamizado. Pero, a medida que asciende la finura de las partículas el tamizado se hace cada vez más complicado, por lo que se debe realizar el procedimiento por sedimentación. (Mora y Argüelles, 2015)

### **2.2.8.2. Límites de Atterberg**

Se requieren para distinguir las características plásticas de un suelo arcilloso o limoso. Estos límites, se representan por el contenido de humedad, también conocidos como: límite líquido y límite plástico. (Crisanto, 2020)

### **2.2.8.3. Límite líquido**

Es una dimensión que resiste al cizallamiento del suelo con un definido contenido de humedad. La investigación muestra que cuanto menor es el tamaño de las partículas mayor es el límite

líquido. El proceso analítico para determinar este valor límite, está fundamentado en la norma AASHTO T-89, por lo que se prescribe para una muestra preparada en húmedo, en el que actúa como una masa líquida. También se entiende como la capacidad de agua necesaria para que se cierre en un cierto número de pasadas (normalmente 25 golpes) a lo largo de una ranura formada en una base moldeada, cuya cohesión es la de una pasta dentro de la copa, en el cual se hace uso del dispositivo recomendado por Artur Casagrande, nombrado la copa Casagrande. (Crisanto, 2020)

#### **2.2.8.4. Límite plástico**

Es la condición límite de suelo cuando está algo endurecido, pero sin volverse semisólido, permitiendo al suelo comportarse plásticamente, cuando a un cierto nivel de humedad el comportamiento del suelo cambia al brindar un fluido viscoso. (Crisanto, 2020)

#### **2.2.8.5. Índice plástico (IP)**

Es de vital importancia y el más utilizado, siendo la sustracción numérica entre el límite plástico y líquido. Indica el margen de humedad en el que se encuentra en modo plástico, según lo definido por los estudios. Si el límite plástico supera al límite líquido, el IP es considerado no plástico. Tales características están sujetas a la calidad del tipo de arcilla. Empero, el IP generalmente tiene dependencia de la porción de arcilla presente en el suelo. Cuando el suelo obtiene un IP igual a cero, es no plástico; cuando el IP es menos que siete, es de baja plasticidad; si el IP pertenece al rango entre siete y 17 este es moderadamente plástico; y si obtiene un IP superior a 17 es muy plástico. (Mora y Arguelles, 2015)

#### **2.2.8.6. Ensayo de soporte CBR**

Es la compactación del suelo a través de medios mecánicos, su importancia reside en el incremento de la resistencia y el decrecimiento de la capacidad de deformación, las cuales resultan al someter el suelo a métodos que acrecienten el peso específico seco reduciendo los vacíos. (Geronimo, 2020)

#### **2.2.9. Tránsito promedio diario**

El primer requerimiento para determinar el espesor del pavimento tiene relación directa con el tránsito que transcurre durante el día en una determinada vía, por lo que es importante indicar el promedio de esta, de dicho estudio podemos obtener: TPD (tránsito promedio diario en ambos sentidos de todos los vehículos) y TPDC (tránsito promedio diario de camiones en ambos sentidos, carga por eje de camiones). El último es resultado de un porcentaje del TPD o por separado. Se puede usar contadores especiales u otra técnica para contabilizar los vehículos, que formarán parte de la data del TPD. (Lopez, 2019)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Enfoque de investigación

El vigente proyecto de investigación muestra una orientación cuantitativa, de tipo aplicada, debido a que el acopio de datos se efectuará por medición numérica, utilizando procedimientos preestablecidos por instituciones como: AASHTO - 93, ASTM, E-050; utilizando una metodología de observación directa en campo, necesaria en la identificación de los tipos de desperfectos presentes, para su posterior análisis el cual determinará el mejoramiento del pavimento rígido.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

###### 3.1.2.1. *Tipo de investigación por el propósito:*

Según su propósito, el estudio es una investigación aplicada, porque la problemática se encuentra establecida, se emplea conocimientos adquiridos propiamente respaldada por la teoría base e investigaciones previas los cuales proporcionan resultados sobre el diseño para mejoramiento de un pavimento rígido.

###### 3.1.2.2. *Tipo de investigación por el diseño:*

Según su diseño es no experimental, ya que no se maniobrará la variable deliberadamente ni se alterará de alguna forma la variable, por tanto será una investigación donde no se modificará intencionalmente la variable independiente.

### 3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel:

Según el nivel, el proyecto investigativo nos indica que la investigación es transversal – descriptiva simple, puesto que los hechos del fenómeno de la investigación no cambian, es decir no son alterados, solo se describirá todos los estudios efectuados que conforman en la realización del diseño del pavimento rígido.

### 3.1.3. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental, debido a que los datos serán captados tal cual acontecen en la realidad. Además, es transversal, ya que se recopilará datos e información del diseño para el mejoramiento del pavimento rígido con la intención de describir y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

Figura 5. Diseño de investigación.



Tabla 2. Diseño transversal.

ESTUDIO	T
M	O

*Dónde:*

M: Seis principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad.

O: Observación de la variable mejoramiento.

## 3.2. Variables y Operacionalización

### 3.2.1. Variables

*Mejoramiento del pavimento rígido:* Consiste en ejecutar los trabajos necesarios para incrementar el estándar de la infraestructura vial a través de actividades que involucran modificar de forma sustancial la geometría y estructura del pavimento; incluyendo la construcción y/o adecuación de puentes, obras de drenaje, muros, túneles y señalizaciones que requiera el proyecto. (Quinto, 2019)

### 3.2.2. Clasificación de variables

**Tabla 3.** Matriz de clasificación de variables.

CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Mejoramiento	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

### 3.2.3. Operacionalización de variables

Visualizar la matriz de operacionalización de variables en el Anexo 1.1.

## 3.3. Población, muestra y muestreo

### 3.3.1. Población (contenido – espacio - tiempo)

Se tiene como población de estudio todas las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad 2021.

### 3.3.2. Muestra y muestreo

#### 3.3.2.1. *Técnica de muestreo*

La técnica de muestreo para el estudio es no probabilística porque obedece a criterios de selección del investigador y se realizará por juicio o criterio, ya que se optó por las principales calles de Usquil, debido a la mayor transitabilidad de vehículos, lo cual es un factor que agrava el deterioro de las calles, asimismo el factor climatológico, por las constantes lluvias en la jurisdicción y el nivel de serviciabilidad de la infraestructura vial.

#### 3.3.2.2. *Tamaño de muestra*

Se tomó por muestra seis de las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad.

**Tabla 4.** Calles de la muestra.

N°	Nombre	Distancia (km)
1	Jr. Chorrillos	0,31
2	Jr. Tacna	0,72
3	Jr. Progreso	0,72
4	Jr. Bolívar	0,34
5	Jr. Francisco Bolognesi	0,30
6	Jr. Libertad	0,68

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 3.4.1. *Técnica de recolección de datos*

En la recolección de datos se utilizará la técnica de observación directa participativa, la cual facilitará la obtención de datos in

situ identificando fallas el pavimento rígido y conteo de vehículos en las vías principales del distrito de Usquil.

### 3.4.2. Instrumento de recolección de datos

Respecto a la técnica de observación directa participativa, para la obtención de datos de los tipos de fallas, nivel de severidad e índice de condición en los pavimentos rígidos, el instrumento a utilizar será la Guía de observación N° 01 (Anexo 2.1), la misma está validada por juicios de expertos, en relación al estudio de suelos se hará uso de la Ficha de recolección de datos N°01 (Anexo 2.3) cuya validación está en base a juicios de expertos; y respecto al diseño del pavimento rígido se utilizará la Guía de observación N°02 (Anexo 2.2) validada por MTC y AASHTO 93.

**Tabla 5.** Instrumentos y validaciones.

<b>ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>VALIDACIÓN</b>
Tipos de fallas, nivel de severidad e índice de condición del pavimento.	Guía de observación N° 01	Juicios de expertos
Estudio de mecánica de suelos	Ficha de recolección de datos N°01	Juicios de expertos.
Diseño de pavimento rígido.	Guía de observación N° 02	MTC AASHTO 93

### 3.4.3. Validación de los instrumentos.

La validación de instrumentos está referida al mejoramiento del pavimento rígido, la cual contará con el apoyo de dos ingenieros especialistas en infraestructura vial para una correcta validación. (Anexo 4.1)

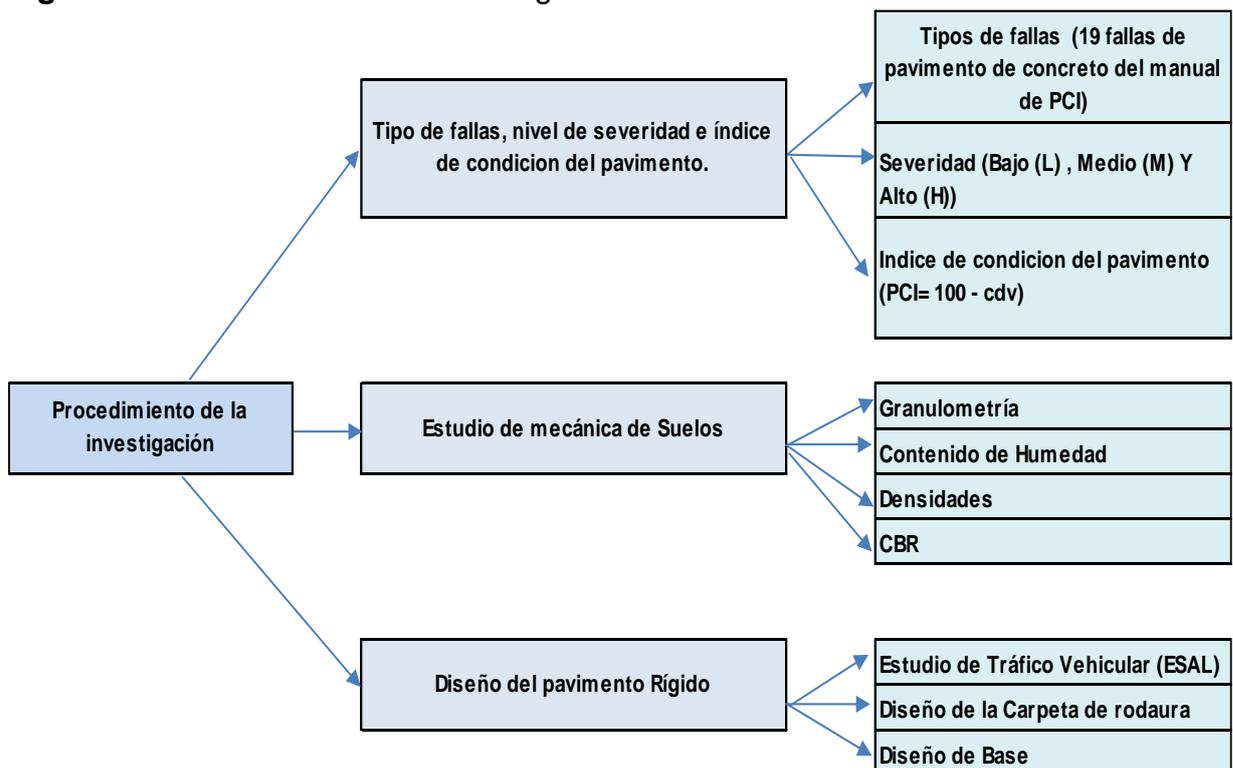
- Guía de observación: Este instrumento de recolección de datos tiene la validación de dos ingenieros colegiados con experiencia en el tema de estudio, quienes son: el Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz con CIP 106997 (Anexo 4.2) y el Ing. Heli Gabriel Pretel Paredes CIP 218029 (Anexo 4.3)
- Ficha de recolección de datos: Tiene la validación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la norma AASHTO 93.

#### 3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos técnicos usados en los ensayos de laboratorio son confiables, por lo que se afirma la veracidad de los datos obtenidos en los ensayos, puesto que el laboratorio brinda un adecuado mantenimiento a los instrumentos.

### 3.5. Procedimientos

Figura 6. Procedimiento de la investigación.



(Hussein, 2020) El procesamiento de la data recopilada se fundamenta en el inventario de resultados visuales, señalando estos el estado o condición del pavimento, fijando la severidad, cantidad y la clase representativa de los daños. El método se puso en marcha con la finalidad de conseguir el índice de condición de pavimentos; también de medir el estado operacional del mismo. La data resultante de los daños mediante el inventario nos proporciona un conocimiento claro de las causas que las producen, las cuales están relacionadas con el clima o cargas por tránsito.

El procedimiento para el diseño del mejoramiento del pavimento rígido de las calles del distrito de Usquil será el siguiente:

**a) Seccionamiento del pavimento en unidades de área**

La unidad de muestra es una sección del pavimento seleccionado para su respectiva examinación, en este caso tenemos 6 calles de pavimento rígido a las cuales se le realizara la evaluación.

**b) Conteo de tipos de falla**

Se realizará el conteo según la unidad que corresponden a cada tipo de falla (ver Tabla 6), y posteriormente se anotará en la guía de observación N° 01.

**Tabla 6.** Unidad de fallas consideradas del PCI en pavimentos rígidos.

<b>FALLA N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Blow up	N°
2	Grieta de esquina	N°
3	Losa dividida	N°
4	Grieta de durabilidad "D"	m <sup>2</sup>
5	Escala	m <sup>2</sup>
6	Sello de junta	m <sup>2</sup>
7	Desnivel carril/ Berma	m <sup>2</sup>
8	Grieta lineal	m <sup>2</sup>
9	Parcheo grande	m <sup>2</sup>
10	Parcheo pequeño	m <sup>2</sup>

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
11	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>
12	Popouts	m <sup>2</sup>
13	Bombeo	N°
14	Punzonamiento	N°
15	Cruce de vía férrea	N°
16	Desconchamiento	m <sup>2</sup>
17	Retracción	m <sup>2</sup>
18	Descascaramiento de esquina	m <sup>2</sup>
19	Descascaramiento de junta	m <sup>2</sup>

Fuente: (Vásquez, 2002)

### c) Niveles de severidad de cada tipo de falla

Se tomará en cuenta el nivel de severidad, según la guía del manual PCI, el cual detalla cada nivel por cada tipo de falla de acuerdo a sus cualidades (superficie de esparcimiento, largo o profundidad). La representación de severidad es: Low (L): Bajo, Medium (M): Medio y High (H): Alto.

### d) Índice de condición de pavimento

#### ➤ *Cálculo del valor deducido del daño:*

Se obtendrá de cada medición y valor numérico consignado a las fallas y del nivel de severidad que se registraron en el formato a llenar (Anexo 2.1), el daño se cuantificará conforme al área o número según su tipo, después se dividirá la cantidad de la patología entre el área total para obtener la densidad %, como es en porcentaje se multiplicará por 100; entonces se recurrirá al manual del PCI en busca de los ábacos ya establecidos de cada tipo de patología y se interceptaran en el plano la densidad con la cantidad o extensión de cada falla para así poder obtener los valores deducidos.

#### ➤ *Cálculo del “Numero Máximo Admisible” de los valores deducidos:*

Si sólo uno o ningún “Valor Deducido” es mayor que dos, se usará el “Valor Deducido Total”, caso contrario se opta por el mayor “Valor Deducido Corregido” (CDV), siguiendo los siguientes pasos:

- Se ordenarán de mayor a menor los valores deducidos.
- Se utilizará la siguiente ecuación para hallar el número máximo admisible (m)

**Ecuación 1.** Número máximo de valores deducidos.

$$mi = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDVi)$$

Dónde:

m =Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo la fracción.

HDVi= El mayor valor deducido para la unidad de muestreo i.

➤ *Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV)*

Se delimita la cantidad de valores deducidos mayores que dos, los mismos estarán simbolizados por q.

Se encuentra el “Valor Deducido Total” al sumar los valores deducidos individuales.

Se encuentra el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección.

Se reduce a dos el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que dos y se repite los pasos del primer y tercer párrafo de esta etapa hasta que q sea igual a uno. El “Máximo CDV” es el mayor de los CDV obtenido en este proceso.

➤ *Cálculo del PCI de la unidad de muestra*

Se halla el porcentaje del PCI al restar 100 menos el máximo CDV calculado en el proceso anterior para cada sección, y el PCI para toda la vía será el promedio del PCI obtenido en cada sección.

**Ecuación 2. Porcentaje de PCI**

$$PCI = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

**e) Estudios de mecánica de suelos**

**Muestra de Suelo:** Es la extracción del suelo a una profundidad de 1.50 m con un área superficial de un metro cuadrado, se entiende que las propiedades del mismo tienen un rol importante en el comportamiento de la estructura vial, el número de muestras varía según la longitud de la vía a pavimentar teniendo en cuenta los requerimientos del MTC, los ensayos de muestras de suelo tienen la finalidad de clasificarlas, tales ensayos se mencionan a continuación: análisis granulométrico ASTM D-422 y AASHTO T-88, límite líquido y límite plástico ASTM D-42318, Proctor modificado ASTM D1557 y CBR ASTM D1883.

**Puntos de investigación**

Para esta investigación se tomarán 02 calicatas en dos puntos estratégicos en las calles principales del distrito de Usquil tomando en cuenta dos partes que no están pavimentadas ya que las calles en estudio se encuentran actualmente con pavimento rígido.

**f) Estudio de tráfico - Estimación del ESAL**

El tráfico del recuento de vehículos debe dividirse por carril de diseño, el cual se transforma en un determinado valor ESAL, lo que equivale a la carga por eje único para el diseño de la losa.

Este es un eje estandarizado que consta de un solo eje y dos llantas en sus extremos, con un peso de 18.000 libras ó 80kN y un efecto perjudicial sobre la superficie de pavimento de 1.

**Factor direccional y de carril:**

Se tendrá en cuenta el número de sentidos y de carriles por calzada de las vías en estudio. Las vías constan de una calzada con dos direcciones y un carril por dirección, por tanto, de tiene Fd de 0.50 y un Fc de 1.00. (Figura 7)

**Figura 7.** Factor de distribución direccional y de carril.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

*Fuente:* Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos.

**Cálculo de ejes equivalentes (EE):**

El reglamento del MTC, nos muestra la valor de ejes equivalentes de los tipos de vehículos y sus pesos en toneladas. El producto de éste con el IMDa es un factor importante para determinar el ESAL.

**Figura 8.** Relación de cargas por eje para hallar EE.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>4.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>4.1</sup>
Eje Tandem ( 1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>4.1</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>4.1</sup>
Ejes Tridem ( 2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 16.6 ] <sup>4.0</sup>
Ejes Tridem ( 3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>4.0</sup>
P = peso real por eje en toneladas	

*Fuente:* Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014.

**g) Método AASHTO-93 para diseño de pavimento:**

En el diseño del presente proyecto se usará un concreto de cemento Portland de resistencia a la compresión deseable, esto se debe a una de las cualidades del pavimento, la cual es trabajo en flexión, por ello se considera dicha cualidad en el diseño en relación con el ESAL. Otra cualidad es el CBR, la cual se obtiene de ensayos en el laboratorio, una vez determinado se calcula el módulo de resiliencia de la subrasante; asimismo se considerará una sub base granular de 15 cm, las cuales deben cumplir con el Manual de Carreteras (EG-2013) y Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. La fórmula que el método AASHTO-93 proporciona es la siguiente:

**Ecuación 3.** Proceso iterativo para diseño del pavimento rígido.

$$\log_{10} W_{8.2} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

a. Parámetros de diseño:

- Serviciabilidad

Los valores de serviciabilidad recomendados por el manual de suelos y pavimentos se muestran en la Figura 9, tomando en

cuenta la relación con el ESAL.

**Figura 9.** índice de serviciabilidad según el tránsito.

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes acumulados		PI	Pt	$\Delta$ PSI
Caminos de bajo volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1'000,000	4.10	2.00	2.10

*Fuente:* Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014.

- Confiabilidad (Z<sub>r</sub>)

Para brindar un grado de seguridad al diseño del pavimento rígido, y pueda resistir el número de repeticiones de carga ejercida durante su tiempo de servicio, la norma establece según el tipo de Tráfico valores de confiabilidad presentadas en la Figura 10.

**Figura 10.** Niveles de confiabilidad por tipo de tráfico

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes acumulados		R	Z <sub>R</sub>
Caminos de bajo volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65 %	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70 %	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300001	500,000	75 %	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80 %	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1'000,000	80 %	-0.842

*Fuente:* Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014.

- desviación estándar (so)

El valor a seleccionar tiene que representar la condición local. Los valores de la Figura 11 se ajustan en relación a la experiencia para uso local.

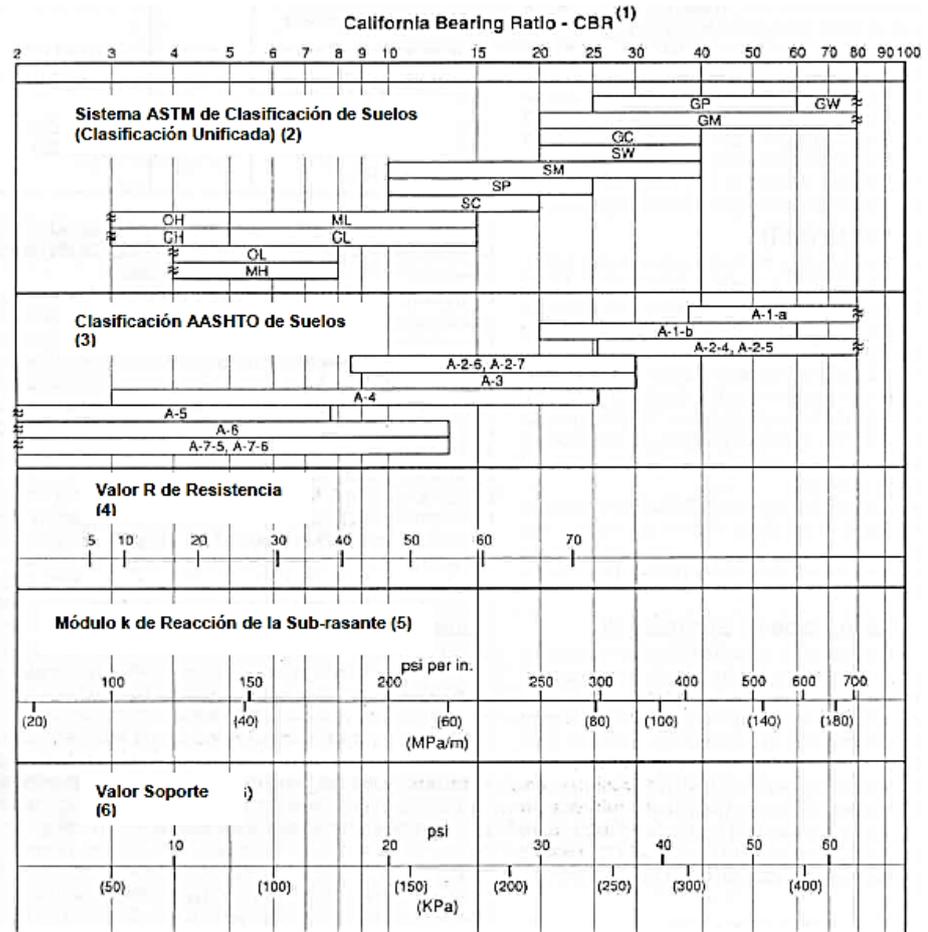
**Figura 11.** Valores recomendados para la desviación estándar.

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.35 - 0.50

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014.

- Correlación CBR y módulo de reacción (k) de subrasante:  
De acuerdo al porcentaje de CBR resultante de los ensayos, se obtendrá el módulo de reacción de la subrasante haciendo uso de la Figura 12 .

**Figura 12.** Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante.



Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos.

- Drenaje (Cd): está en función del tiempo en que demora el agua en ser transportada del pavimento, y el porcentaje de duración en el cual el pavimento se encuentra propenso a niveles de humedad cercanos a la saturación, en el curso del año. (ver Figura 13 y 14)

**Figura 13.** Condiciones de drenaje.

Calidad del Drenaje	50 % de saturación en:	85 % de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos.

**Figura 14.** Coeficiente de drenaje de las capas granulares.

Calidad del Drenaje	% del tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25 %
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014.

- Transferencia de cargas (J): Este indicador evidencia la capacidad de la infraestructura de repartir las cargas en juntas y grietas, este coeficiente se obtiene de la Figura 15.

**Figura 15.** Valores de coeficiente de transmisión de cargas.

Tipo de Berma	J			
	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotécnica y pavimentos 2014.

### 3.6. Métodos de análisis de datos

#### 3.6.1. Técnicas de análisis de datos

El proyecto es de carácter no experimental – descriptivo, en las cuales se aplicarán las siguientes técnicas de análisis de datos:

**3.6.1.1. Estadística Descriptiva:** Siendo la variable en estudio cuantitativa, se hará uso del software Excel para la distribución de los datos obtenidos mediante la guía de observación N°01, guía de observación N° 02 y ficha de recolección de datos N° 01, en el debido procesamiento de la obtención de resultados del tipo de falla encontrada en el pavimento, el nivel de severidad el porcentaje de PCI, el conteo vehicular y diseño de las vías en estudio, los cuales se procesarán en tablas estadísticas.

➤ **Tipos de fallas superficiales**

Se empleará la guía de observación N°01 para recopilar la cantidad de cada tipo de falla encontrada en el pavimento, representando el total de fallas mediante una tabla estadística (ver Figura 16).

**Figura 16.** Ejemplo del porcentaje de fallas en la vía.

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	NÚMERO DE FALLAS	TOTAL	%
Parche grande	Bajo(L)	5	20	55.56%
	Medio (M)	6		
	Alto (H)	9		
Losa dividida	Medio (M)	7	16	44.44%
	Alto (H)	9		
TOTAL			36	100.00%

➤ **Nivel de severidad del tipo de falla superficial**

Se utilizará la guía de observación N°01 para indicar el nivel de severidad que corresponde a las fallas observadas en el área superficial del pavimento, representando la fallas con su correspondiente nivel de severidad a través de la tabla estadística mostrada en la Figura 16.

➤ **Índice de condición del pavimento**

Se utilizará la guía de observación N°01 para obtener el valor calculado del PCI de las vías en estudio, representando el porcentaje de PCI de cada calle evaluada y el PCI promedio mediante una tabla estadística, según se muestra en la Figura 17.

**Figura 17.** Ejemplo de tabla para PCI promedio.

<b>MUESTRA</b>	<b>PCI</b>	<b>ESTADO</b>
M-01	8	MUY MALO
M-02	13	MUY MALO
M-03	25	MALO
M-04	15	MUY MALO
M-05	14	MUY MALO
M-06	13	MUY MALO
<b>PROMEDIO</b>	<b>15</b>	<b>MUY MALO</b>

➤ **Mecánica de suelos**

Se usará la ficha de recolección de datos N°01 para obtener los resultados de la granulometría, el contenido de humedad, la densidad y el porcentaje de CBR, los cuales se representarán mediante una tabla estadística como se muestra en el ejemplo de la Figura 18.

**Figura 18.** Ejemplo de resumen de propiedades del suelo.

<b>RESUMEN DE PROPIEDADES DEL SUELO</b>		
<b>PROPIEDADES</b>	<b>C-1</b>	<b>C-2</b>
<b>Granulometría</b>		
Grava	0.00%	0.00%
Arena	0.00%	0.00%
Finos	0.00%	0.00%
<b>Porcentaje de humedad</b>		
<b>Límites de consistencia</b>		
Límite líquido	0.00%	0.00%
Límite plástico	0.00%	0.00%
<b>Índice plástico</b>	0.00%	0.00%
<b>Estrato del suelo</b>		
SUCS		
AASHTO		
<b>CBR</b>		
95% de la MDS	-	0.00%
100% de la MDS	-	0.00%

➤ **Estudio de tránsito**

Se utilizará la guía de observación N°02 para obtener el volumen de tráfico por día, y se presentará mediante el tabla estadística presentando el IMD según el tipo de vehículo (ver Figura 19) y el ESAL (ver Figura 20).

**Figura 19.** Ejemplo de tabla de tráfico diario según clasificación vehicular.

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMD</b>	<b>Distribución (%)</b>
Automovil	145	35.4
Camioneta	67	16.3
C.Rural	100	24.4
Omnibus 2E	20	4.9
Omnibus 3E	15	3.7
Camión 2E	13	3.2
Camión 3E	45	11.0
Trayler 2S2	5	1.2
<b>IMD</b>	<b>410</b>	<b>100</b>

**Figura 20.** Ejemplo de tabla resumen de ESAL

ESAL PARA PAVIMENTO RÍGIDO		
TIPO DE VEHÍCULO		ESAL
VEHÍCULOS LIGEROS	Automóvil	24534
	Camioneta	16747
	Combi rural	27458
VEHÍCULOS PESADOS	Camión 2E	292928
	Camión 3E	854305
	Semi Trailers	483848
Total ESAL		1699820

➤ **Diseño del pavimento rígido**

Se utilizará la guía de observación N°02 como principal fuente de recolección de datos, los resultados del diseño de se plasmarán en una tabla estadística presentando los parámetros y espesor requerido del nuevo pavimento. (ver Figura 21).

**Figura 21.** Ejemplo de tabla de diseño del pavimento rígido.

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO		
VARIABLES	SÍMBOLO	VALOR
Tráfico vehicular impuestas en el pavimento rígido	ESAL ( $W_{8.2}$ )	-
CBR de la subrasante (%)	CBR	-
Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$	-
Módulo de elasticidad del concreto (PSI) $E_c=57000 \cdot f_c^{0.5}$ (PSI)	$E_c$ (Mpa)	-
Módulo de resiliencia o rotura $M_r=a(f_c)^{0.5}$	$M_r$ (Mpa)	-
Módulo de reacción de las subrasante (Mpa/m)	$k_0$	-
CBR min de la subbase granular (%)	CBRmin	-
CBR min de la subbase granular (%) - definido	CBR dise.	-
Módulo de reacción de la subbase (Mpa/m)	$K_1$	-
Espesor min de la subbase granular (cm)	$h$	-
Módulo de reacción combinado (Mpa/m)	$K_c$	-
Tipo de tráfico	$T_p$	-
Índice de servicialidad inicial según tipo de rango	$P_i$	-
Índice de servicialidad final según tipo de rango	$P_t$	-
Diferencia de servicialidad final según tipo de rango	$\Delta PSI$	-
Desviación estándar combinado	$S_o$	-
Nivel de confiabilidad	$R$	-
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	$Z_r$	-
Coefficiente de drenaje	$C_d$	-
Coefficiente de transmisión de carga en la junta del concreto	$J$	-
Metodología AASHTO (Iteración)	$\log_{10} W_{8.2}$	-
	Ver ecuación 3	-
Espesor de losa de concreto	$D$ (mm)	-
	$D$ (cm)	-

### **3.7. Aspectos éticos**

La ética refleja la integridad del profesional en todo lo que realiza, otorgando confiabilidad al presente proyecto de investigación mediante la referenciación de trabajos de investigación, artículos científicos y tesis obtenidos por medio de la indagación en bases de datos confiables para su inspección por parte de los jurados calificados. Por tanto, es primordial que la ética esté afianzada en principios sólidos que se ven reflejados con el uso del Manual ISO 690 y 690-2, asimismo por el resultado del porcentaje de similitud obtenido con el software TURNITIN, siendo este un 24% (Anexo 09) el cual es menor o igual al porcentaje de similitud admitido (25%).

### **3.8. Desarrollo del proyecto**

#### **3.8.1. Fallas, nivel de severidad y PCI**

##### **3.8.1.1. Generalidades**

Para indentificar las fallas, nivel de severidad y PCI, primero se tuvo que indentificar la zona a estudiar, eligiendo por muestra seis calles principales de Usquil, las cuales fueron identificadas mediante el plano catastral expedida por COFOPRI ( Anexo 6.11 y Anexo 6.12), del cual se obtuvo las longitudes de las mismas, asimismo fue preciso hacer uso de una guía de observación donde se indicaron las fallas y el nivel de severidad correspondientes a las unidades de muestra de losas y también el PCI de cada calle, se usó el programa excel para efectuar el proceso de los datos, haciendo uso de tablas estadísticas (Tabla 7 y Tabla 8).

##### **3.8.1.2. Objetivos**

- Obtener el plano catastral del distrito de Usquil.

- Medir la longitud de las calles de muestra con una somatoria total no menor de 3 km.
- Anotar las fallas observadas con su nivel de severidad de cada unidad de muestra de losa.

### 3.8.1.3. Recolección de datos

Se usó la Guía de observación N° 01 (Anexo 2.1) en el cual se obtuvo las fallas de grieta de esquina, losa dividida, daño de sello de junta, grietas lineales, pulimientos de agregados, bombeo, descascaramiento de esquina, y descascaramiento de junta, cada una con su respectivo nivel de severidad.

**Figura 22.** Obtención de datos PCI



### 3.8.1.4. Resultados

En la Tabla 7, la falla que está más presente en las principales calles de Usquil es grietas lineales con un total de 154 conformando el 38.60% de fallas presentes en las vías, que a su vez tiene una severidad baja, media y alta, seguida de la falla descascaramiento de junta de severidad alta con un total de 74. De la Tabla 8 se aprecia que Jr. Chorrillos con un PCI de 81 y Jr. Tacna con un PCI de 73 están en muy buen estado, a comparación del Jr. Francisco Bolognesi y Jr. Libertad, las

cuales se encuentran en mal y muy mal estado, con 28 y 18 PCI respectivamente, asimismo el PCI promedio indica que el estado del pavimento de las principales calles de Usquil es “Regular”.

#### **3.8.1.5. Conclusiones**

- Se obtuvo el plano catastral del distrito de Usquil expedida por COFOPRI.
- Se midió la longitud de las calles de muestra con una somatoria total no menor de 3 km.
- Se anotó las fallas observadas con su nivel de severidad de cada unidad de muestra de losa.

### **3.8.2. Mecánica de suelos**

#### **3.8.2.1. Generalidades**

Para la investigación fue esencial realizar dos excavaciones de 1.50 m según la CE.010 Pavimentos Urbanos, con la finalidad de tener muestras de los estratos, las cuales sirvieron para los diversos ensayos del laboratorio. Las muestras se enviaron a un laboratorio confiable para luego adquirir los datos en una Ficha de recolección de datos.

#### **3.8.2.2. Objetivos**

- Obtener muestras de la zona en estudio mediante calicatas.
- Obtener la granulometría, el contenido de humedad, los límites de Atterberg, el índice de plasticidad, la clasificación del suelo y el porcentaje de CBR.

#### **3.8.2.3. Ubicación de las excavaciones**

La calicata C-1 se realizó en la intersección de Jr. Tacna con Pje. Primavera , y la C-2 en el cruce de Jr. Bolívar con la carretera. Ver (Anexo 6.10.11)

#### **3.8.2.4. Recolección de datos**

Se usó la Ficha de recolección de datos N° 01 (Anexo 2.3) en el cual se resumió los datos obtenidos en campo y en el laboratorio (Anexo 6.10).

#### **3.8.2.5. Resultados**

De la Tabla 9 se tiene que la calicata - 01 tiene está clasificada según SUCS como CL y AASHTO como A-7-6(15). Tiene límite líquido 49% y límite plástico de 25%. Por otra parte, su análisis de granulometría está compuesta por: gravas un 2.94 %, arena un 6.97% y finos un 90.08%. También se infiere que la calicata - 02, se clasifica según SUCS como CL y AASHTO como A-7-6(16), tiene 49% de límite líquido y 24% de límite plástico. Asimismo su análisis de granulometría está compuesta por 2.39 % de gravas, 6.39% de arena y 91.22% de finos. La muestra al ser sometida a compactación dio un CBR de diseño índice de 6.20%.

#### **3.8.2.6. Conclusiones**

- Se Obtuvo muestras de la zona en estudio mediante calicatas.
- Se obtuvo la granulometría, el contenido de humedad, los límites de Atterberg, el índice de plasticidad, la clasificación del suelo y el porcentaje de CBR.

### **3.8.3. Diseño del pavimento rígido**

#### **3.8.3.1. Generalidades**

Se requirió realizar el conteo vehicular (Anexo 6.9), el cual se hizo durante una semana, posteriormente se procesó la data a través del software excel, de esa manera se obtuvo el valor del

ESAL y los nuevos espesores del pavimento usando tablas estadísticas.

### 3.8.3.2. Objetivos

- Realizar el conteo vehicular durante siete días.
- Calcular el IMDa
- Calcular el valor del ESAL
- Determinar los nuevos espesores de la infraestructura vial.

### 3.8.3.3. Recolección de datos

Se usó la Guía de observación N° 02 (Anexo 2.2) en el cual se registró el conteo de vehículos en las vías de Jr. Chorillos, Jr. Tacna, Jr. Progreso, Jr. Bolívar, Jr. Francisco Bolognesi y Jr. Libertad. (Anexo 6.9)

### 3.8.3.4. Procedimiento

- Se resume el conteo de vehículo por tipo de vehículo y día de estudio.

**Figura 23.** Resumen del conteo de tráfico

Resumen de los conteo de tráfico:		Mes:		OCTUBRE	Año:		2021	
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Automovil	41	35	34	26	16	14	16	
Camioneta	36	43	23	24	12	16	11	
C.Rural	3	3	7	6	17	17	10	
Camión 2E	14	26	17	10	14	11	7	
Camión 3E	12	22	10	6	9	5	8	
Trayler 2S2	1	0	1	1	1	0	1	
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>129</b>	<b>92</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>63</b>	<b>53</b>	

- Se elige los factores de corrección estacional (Fc).  
La estación más cercana fue Menocucho, otorgando un Fc de 0.852321 para vehículo ligeros y un Fc de 0.803187 para vehículos pesados.
- Para un conteo de siete días se aplicó la siguiente fórmula:

**Ecuación 4.** Índice medio anual

$$IMD_A = IMD_S * FC, \quad IMD_S = \frac{(\sum Vi)}{7}$$

Dónde:

IMD<sub>S</sub> = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDA = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

**Figura 24.** Cálculo de IMDa con factor de corrección.

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMD <sub>S</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
Automovil	182	26	0.852	23
Camioneta	165	24	0.852	21
C.Rural	63	9	0.852	8
Camión 2E	99	14	0.803	12
Camión 3E	72	10	0.803	9
Trayler 2S2	5	1	0.803	1
<b>TOTAL</b>	<b>586</b>	<b>84</b>		<b>74</b>

- d) Luego se calcula el IMDa por demanda proyectada, el r para vehículos ligeros es 1.26% y el de pesados es 2.83%, para un n=4. (ver Tabla 10)

**Ecuación 5.** Demanda proyectada

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Dónde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T<sub>0</sub> = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyeccción

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

- e) Una vez obtenido el IMDa se procedió al cálculo del ESAL (A nexa 6.9.15)

- f) Finalmente, se seleccionó los valores de cada parámetro requerido en la Ecuación 3 tomando en cuenta la norma AASHTO y el manual del MTC para suelos y pavimentos.

#### **3.8.3.5. Resultados**

En la Tabla 10 se puede apreciar que los vehículos que mas transitaron durante los siete días de estudio son el 30.7 % automóviles y el 28% camionetas. De la Tabla 11 se infiere que el ESAL correspondiente a vehículos ligeros es menor al de vehículos pesados, por lo que representa el mayor número de repeticiones de ejes equivalentes en la vía de pavimento rígido, a su vez se tiene un ESAL total de 540455. (Ver Anexo 6.9.15). Por último en la Tabla 12, se tiene los parámetros de diseño establecidos por la norma MTC y AASHTO93, obteniendo 192 mm de espesor de losa; por tanto, se dimensiona un espesor mayor al requerido, de esa manera la constitución del pavimento es el siguiente: 20 cm de concreto hidráulico y 15 cm de subbase granular.

#### **3.8.3.6. Conclusiones**

- Se realizó el conteo vehicular durante siete días.
- Se calculó el IMDa
- Se calculó el valor del ESAL
- Se determinó los nuevos espesores de la infraestructura vial.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Fallas, nivel de severidad y PCI

**Tabla 7.** Nivel de severidad y total de fallas.

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	NÚMERO DE FALLAS	TOTAL	%
GRIETA DE ESQUINA	Bajo(L)	26	48	12.03%
	Medio (M)	1		
	Alto (H)	21		
LOSA DIVIDIDA	Medio (M)	8	22	5.51%
	Alto (H)	14		
DAÑO DE SELLO DE JUNTA	Medio (M)	7	11	2.76%
	Alto (H)	4		
GRIETAS LINEALES	Bajo(L)	29	154	38.60%
	Medio (M)	55		
	Alto (H)	70		
PULIMIENTOS DE AGREGADOS	Alto (H)	13	13	3.26%
BOMBEO	Alto (H)	14	14	3.51%
DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	Bajo (L)	16	74	18.55%
	Medio (M)	21		
	Alto (H)	37		
DESCASCAMIENTO DE JUNTA	Alto (H)	63	63	15.79%
TOTAL			399	100.00%

**Tabla 8.** PCI promedio de las muestras.

MUESTRA	PCI%	ESTADO
Jr. Chorrillos	81	MUY BUENO
Jr. Tacna	73	MUY BUENO
Jr. Progreso	65	BUENO
Jr. Bolívar	58	BUENO
Jr. Francisco Bolognesi	28	MALO
Jr. Libertad	18	MUY MALO
<b>PCI PROMEDIO</b>	<b>54</b>	<b>REGULAR</b>

## 4.2. Mecánica de suelos

**Tabla 9.** Resumen de resultados de las propiedades del suelo.

<b>PROPIEDADES DEL SUELO</b>		
<b>PROPIEDADES</b>	<b>C-1</b>	<b>C-2</b>
<b>Granulometría</b>		
Grava	2.94%	2.39%
Arena	6.97%	6.39%
Finos	90.08%	91.22%
<b>Porcentaje de humedad</b>	24.11%	20.86%
<b>Límite de consistencia</b>		
Límite líquido	49%	49%
Límite plástico	25%	24%
<b>Índice plástico</b>	24%	25%
<b>Estrato del suelo</b>		
SUCS	Suelo "CL" (Arcillas inorgánicas de mediana - alta plasticidad)	Suelo "CL" (Arcillas inorgánicas de mediana - alta plasticidad)
AASHTO	Es un suelo "A-7-6 (15)".	Es un suelo "A-7-6 (16)".
<b>CBR</b>		
95% de la MDS	-	6.20%
100% de la MDS	-	8.92%

## 4.3. Diseño del pavimento Rígido

### 4.3.1. Estudio de tráfico (ESAL)

**Tabla 10.** Tráfico actual (IMDa)

<b>Tráfico Actual por Tipo de Vehículo</b>		
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMDa</b>	<b>Distribución (%)</b>
Automóvil	25	29.4
Camioneta	23	27.1
C.Rural	9	10.6
Camión 2E	15	17.6
Camión 3E	11	12.9
Trayler 2S2	2	2.4
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

**Tabla 11.** Resumen de ESAL del proyecto.

<b>ESAL PARA PAVIMENTO RÍGIDO</b>		
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>		<b>ESAL</b>
VEHÍCULOS LIGEROS	Automóvil	87
	Camioneta	80
	Combi rural	31
VEHÍCULOS PESADOS	Camión 2E	272451
	Camión 3E	205139
	Semi Trailers	62619
Total ESAL		<b>540405</b>

#### 4.3.2. Diseño del nuevo pavimento

**Tabla 12.** Diseño del nuevo pavimento.

<b>DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO</b>		
Variables	Símbolo	Valor
Tráfico vehicular impuestas en el pavimento rígido	ESAL (W8.2)	540405
CBR de la subrasante	CBR	6.2%
Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c	280
Módulo de elasticidad del concreto (PSI) $E_c=57000*f'c^{0.5}$ (PSI)	Ec(Mpa)	24802.7
Módulo de resiliencia o rotura $Mr=a(f'c)^{0.5}$	Mr(Mpa)	3.94963
Módulo de reacción de las subrasante (Mpa/m)	k0	44.15
CBR min de la subbase granular(%)	CBRmin	40.0%
CBR min de la subbase granular(%) - definido	CBR dise.	45.00%
Módulo de reacción de la subbase (Mpa/m)	K1	89.34
Espesor min de la subbase granular (cm)	h	15
Módulo de reacción combinado (Mpa/m)	Kc	49.3477
Tipo de tráfico	Tp	TP3
Índice de servicialidad inicial según tipo de rango	Pi	4.1
Índice de servicialidad final según tipo de rango	Pt	2
Diferencia de servicialidad final según tipo de rango	$\Delta$ PSI	2.1
Desviación estándar combinado	So	0.35
Nivel de confiabilidad	R	80.0%
Coeficiente estadístico de desviación estándar normal	Zr	-0.842
Coeficiente de drenaje	Cd	0.85
Coeficiente de transmisión de carga en la junta del concreto	J	3.8
Metodología AASHTO (Iteración)	Log <sub>10</sub> W <sub>8.2</sub>	5.733
	Ver ecuación 3	5.733
Espesor de losa de concreto	D (mm)	192
	D (cm)	20

## V. DISCUSIÓN

El mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, se centra en el cálculo de nuevos espesores del pavimento determinándose con el manual Suelos y Pavimentos del MTC conjuntamente con AASHTO 93. Durante la inspección visual se identificaron múltiples fallas que siguen agravándose debido a la transitabilidad y constantes lluvias, sin contar con el debido mantenimiento.

En la Tabla 7, se puede apreciar que en las losas de pavimento rígido de las calles evaluadas generalmente presentan deterioros como grietas lineales 38.60%, grietas de esquina 18.55% y descascaramiento de junta 15.79%, las cuales fueron trabajadas haciendo uso del software excel, asimismo en la Tabla 8 el PCI promedio es de 54 indicando que la condición del pavimento según la Tabla 1 es "Regular". En la Tabla 9 se observa los productos de los ensayos de las muestras del suelo, de la calicata C-1 se tiene 2.94% de grava, 6.97% de arena y 90.08% de finos, con un porcentaje húmedo de 24.11%, el suelo presenta un límite líquido de 49% y de límite plástico de 25%, brindando un suelo CL (arcillas inorgánicas de mediana-alta plasticidad) de la calicata C.-2 se obtuvo 2.39% de grava, 6.39% de arena y 91.22% de finos, con un porcentaje húmedo de 20.86%, el suelo presenta un límite líquido de 49% y de límite plástico de 24%, indicando un suelo CL (arcillas inorgánicas de mediana-alta plasticidad) con un CBR de diseño de 6.20%. En la Tabla 10 se obtuvo un valor del IMDa de 85 veh/día y en la Tabla 11 un ESAL de 540 405 ejes equivalentes; asimismo, según el manual Suelo y Pavimentos del MTC indica que el suelo es apto para el diseño debido a que el CBR es mayor que 6%, finalmente se en la Tabla 12 se propuso los nuevos espesores procesando los datos en excel, teniendo así un espesor de losa de concreto de 20 cm y una subbase de 15cm para un tiempo de

diseño de 20 años, los cuales cumplen con los espesores mínimos 15-30cm señalados por el MTC.

El autor Paz (2021), en su tesis también evaluó el pavimento en el distrito de Usquil-Otuzco tomando como objeto de estudio la vía de evitamiento del distrito; se explican y se detallan que las fallas visibles en el pavimento rígido en su mayoría son grietas lineales, grietas de esquina y daño de junta; lo cual guarda similitud con el presente proyecto (Tabla 7); en el que se evaluó la condición de las vías para percibir el deterioro a tiempo y tomar medidas oportunas, de esa manera evitar que se extiendan los daños y costos de reconstrucción elevados.

Los autores Salinas (2019) y García y Ruiz (2018), en su investigación en la Av. Pakamuros-Jaén y en la Calle Abtao-IQUITOS respectivamente, determinaron el estado del pavimento por medio de la metodología del PCI, lo cual les permitió determinar el estado del pavimento como "Regular", cabe mencionar que en el actual proyecto también se usó dicha metodología y se obtuvo el mismo estado, siendo este "Regular" (Tabla 8), por lo que se consideró de vital importancia el registro de los daños que afectan el nivel de servicialidad de las calles de Usquil, para proporcionar una propuesta de mejoramiento.

Rengifo (2015), menciona en su tesis realizada en la Panamericana Norte, obtuvo que el suelo de subrasante según la clasificación de SUCS es "CL", lo cual implica que el suelo es arcilloso - inorgánico de mediana - alta plasticidad, por lo que se tomó en cuenta los procedimientos para los cálculos de iteración, teniendo en cuenta el porcentaje de CBR de la Tabla 9 al 95% de la MDS y así obtener los nuevos espesores de la infraestructura vial del distrito de Usquil.

Herrera y Rodríguez (2021), en su investigación en Ambalema – Tolima determinaron el promedio diario de vehículos siendo una fuente fundamental de pautas para el procesamiento de datos del conteo

vehicular en la presente investigación, (Tabla 10) se tiene un IMDa de 85 vehículos por día, determinada con una demanda de proyección de 4 años, se puede inferir que la vía recibe una carga menor de ejes equivalentes, esto representa una desventaja al momento de diseñar el pavimento, debido al crecimiento a largo plazo de la población de Usquil.

Ccasani y Ferro (2017), en su proyecto en la ciudad de Abancay, tuvo como resultado un espesor de losa de 20 cm para un ESAL de 9040421 ejes equivalentes y recomienda la construcción de alcantarillas de alivio para reforzar el diseño de la infraestructura, comparando dichos datos con los obtenidos en la Tabla 11 y Tabla 12, resulta que para el mismo espesor puede existir un bajo y alto volumen de tránsito.

Una de las limitaciones para el desarrollo del proyecto, fue el recurso económico, por lo que no se pudo ampliar la excavación de más calicatas, siendo que a más datos representativos mejores resultados; otra limitación fue la negativa por parte de la municipalidad para otorgarnos el consentimiento de excavación, asimismo como el expedir el plano catastral, por lo mismo se recurrió a los pobladores de la zona para que nos permitan realizar la excavación en la cercanía de sus hogares, por lo que los datos obtenidos son verídicos y avalados por el laboratorio.

Los resultados que se obtuvo a través de diversos estudios realizados insitu y en la oficina, mencionan que la unidad de investigación es el pavimento rígido de Usquil, donde se llevó a cabo desde el terreno hasta el diseño propuesto, el cual se pudo realizar de acuerdo a los criterios del manual de patología, la norma CE.010 pavimentos urbanos, manual de carreteras y AASHTO93, para obtener resultados adecuados en la valoración del mejoramiento de las vías.

## VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021, cumpliendo con los objetivos específicos y con la normativa correspondiente a cada uno de ellos.
- Se identificó los tipos de fallas que fueron halladas en el pavimento rígido de las principales calles de Usquil, estas son: 48 grietas de esquina, 22 losas divididas, 11 daño de sello de junta, 154 grietas lineales, 13 pulimientos de agregados, 14 bombeo, 74 descascamiento de esquina y 63 descascamiento de junta. Las fallas con severidad más representativa son grietas lineales y descascamiento de junta, ambas Alto(H), y el índice de condición promedio es de 54% de acuerdo al rango de clasificación se ubica como un pavimento "Regular".
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos en dos puntos de exploración C-1 y C-2, que nos indica según SUCS que es un suelo "CL" y según AASHTO A-7-6(15) y A-7-6(16), límite Líquido de 49% y 49%, límite plástico de 25 y 24 %, índice de plasticidad de 24% y 25%; contenido de humedad de 24.11% y 20.86% respectivamente.
- Se realizó el diseño de pavimento rígido, ejecutando una serie de pasos para su cálculo, entre ellos: el estudio de suelos, el estudio de tráfico, el cálculo de ESAL, y la ecuación 3 del método AASHTO, el cual otorgó un espesor de losa 20 cm y 15 cm de sub base.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los gobiernos municipales realizar proyectos de mejoramiento donde se registre el nivel de aguas freáticas ocasionada por filtración natural, se canalicen y transporten a través del uso de material de préstamo drenador como piedra over. Asimismo, desarrollar proyectos donde se establezca la subrasante con adiciones de cal, puzolana, aditivos, etc. con el debido control de calidad y ensayos de laboratorio que garanticen su puesta en obra.
- Se recomienda a las empresas contratistas seleccionar un material granular de gradaciones tipo "A" y "B" y requerimientos especiales para la subbase, de acuerdo a lo establecido en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, ya que se desempeña como tapete drenador y separador, con un espesor de 15 cm compactada al 100% de su máxima densidad seca.
- Se sugiere a los investigadores proponer dos puntos más de excavación para la obtención de las propiedades del suelo, de esa manera ampliar la base de datos para futuras investigaciones o proyectos de diseño y/o mejoramiento del pavimento en el distrito de Usquil.

## REFERENCIAS

1. ALARCÓN, Keith. Evaluación del estado superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) y su influencia en el confort de servicio del circuito de la explanada de Sacsayhuaman – Cusco. Tesis (Bachiller en ingeniería). Perú: Escuela profesional de ingeniería civil, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12557/1851>
2. ARIAS, Carolina. Diagnóstico de vías de la red vial pavimentada del cantón de Alajuela como parte de un sistema de gestión de pavimentos. Tesis (grado de licenciatura en Ingeniería en Construcción). Perú: Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/2238/6185>
3. CASTILLO, Juan. Propuesta de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Lajón distrito Huaranchal, Otuzco – La Libertad 2017. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Facultad de ingeniería, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/12>
4. CAVALCANTI, Monique & SOBRINHO, Carlos. Patologias Em Pavimentos de Concreto – Método Icp de Avaliação. Revista De Engenharia E Pesquisa Aplicada [en línea]. 2019 vol. 4, n°1. [fecha consultada: 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.25286/rep.v4i1.584>  
ISSN: 2525-4251
5. CCASANI, Mayra y FERRO, Yadelis. Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017. Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/107>

6. CRISANTO, Jhefferson. Capacidades admisibles de los suelos mediante análisis granulométrico para cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura. 2020. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Facultad de ingeniería y arquitectura, 2020. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/63319>
7. DOIG S. Jessica. Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz - Áncash – 2019. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Universidad cesar vallejo, 2020. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/51995>
8. ESPINOZA, Dario y LIÑAN, Macedonio. Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, Huaraz, 2018. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Ingeniería Civil, 2018. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/26697>
9. FAISAL, R., AHLAN, M., MUTIAWATI, C., ROZI, M., & ZULHERRI. The comparison between the method of bina marga and the pavement condition index (PCI) in road damage condition evaluation (case study: Prof. ali hasyimi street, banda aceh). IOP Conference Series. Materials Science and Engineering [en línea]. 2021 vol. 1087, n°1. [fecha consultada: 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/1087/1/012028>  
ISSN: 1757899X
10. FUENTES, L., et al. Modelling Pavement Serviceability of Urban Roads using Deterministic and Probabilistic Approaches. The International Journal of Pavement Engineering PC [en línea]. 2021, vol. 22, no. 1, pp. 77-86 [fecha consultada: 24 de Mayo de 2021]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1080/10298436.2019.1577422>  
ISSN: 10298436

11. GARCÍA, Juan y RUIZ, Gian. Identificación de Deterioros del Pavimento Rígido de la Calle Abtao Cuadras 13 A 17 Y acciones de conservación en Iquitos 2018. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Ingeniería Civil, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/622>
12. GERÓNIMO, Miguel. Determinación del módulo elástico a partir del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) y la ecuación de la teoría de la elasticidad del ensayo de Placa de Carga para suelos finos de subrasante de los pavimentos flexibles. Tesis (Licenciatura). Perú: Facultad de ingeniería y arquitectura, 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3092>
13. GÓMEZ, Danna y LÓPEZ, Eddier . Estudios y diseños de la estructura de pavimento rígido del barrio Villas del Alcaraván - Villavicencio. Trabajo de grado. Colombia: Universidad Santo Tomás, 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/2687>
14. GONZÁLEZ, Hilda, RUIZ, Pilar y GUERRERO, Denisse. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Ciencia en su PC [en línea]. 2019, vol., n°1, pp.58-72 [fecha de Consulta 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>  
ISSN: 1027-2887
15. HERRERA, Yoleida, HERRERA, Yulied y RODRÍGUEZ, Humberto. Evaluación patológica del pavimento rígido en el segmento de vía ubicada en la calle 13b y 14, con carrera sexta del municipio de Ambalema- Tolima. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Colombia: Ingeniería Civil, 2021. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/33367>
16. HUSSEIN, Ewadh, ALMUHANNA, Raid and ZUHAIR, Zahraa. Spatial Pavement Condition for Specific Urban Roads in Karbala City. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering [en línea]. 2021, vol.

1094, no. 1. [fecha consultada: 24 de mayo de 2021]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1094/1/012115>  
ISSN 17578981

17. LOPEZ, Miguel. Evaluar la construcción de un pavimento rígido empleando una geomalla triaxial para su viabilidad técnica, económica e impacto ambiental en la av. circunvalación Túpac Amaru -Chaupimarca –Pasco. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Facultad de Ingeniería, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3587>
18. MAYTA, Joan. Diseño de estructura de pavimento rígido para mejoramiento de principales vías de la UU.VV. Pochocota en la provincia de Andahuaylas – Región Apurímac. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Escuela de Ingeniería Civil, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3585>
19. MENDOZA, Frany y VÁSQUEZ, Robert. Diagnóstico superficial del pavimento rígido utilizando el método PCI, en las calles del distrito de Huamachuco - Sánchez Carrión - La Libertad. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Escuela de Ingeniería Civil, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50081>
20. MORA, Andrés y ARGÜELLES, Camilo. Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima. Trabajo de grado. Colombia: Facultad de ingeniería, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/2687>
21. PAREDES, Víctor y RODRÍGUEZ, René. Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la provincia de Chimborazo. Maestría en vías terrestres. Ecuador: Facultad de ingeniería civil y mecánica, 2011. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2199>

22. PAZ, Segundo. Evaluación de la condición superficial del pavimento en la vía de evitamiento del distrito Usquil, provincia de Otuzco, 2021. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/70801>
23. PROVOSTE, Jorge. Análisis Estadístico de Fallas en Pavimentos Rígidos aplicado en tres calles de la Ciudad de Valdivia. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Chile: Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2014. Disponible en:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmf cip969a/doc/bmf cip969a.pdf>
24. PUCHA, Pablo & ZARATE, Belizario. Evaluación superficial de pavimentos rígidos en carreteras mediante ortoimágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado. Avances: Investigación En Ingeniería [en línea]. 2020, vol. 17, n°2. [fecha Consultada: 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6599>  
ISSN: 1794-4953
25. PUGA, Cecilia. Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)- Ecuador. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Ecuador: Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31534>
26. RENGIFO, Kimiko. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189). Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Facultad de ciencias e ingeniería, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5826>
27. REVISTA Transporte Perú y Comunicaciones (Perú). Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. Lima 2014, 301 pp.

28. ROBLES, Randolp y SÁNCHEZ, Juan. Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el Centro Poblado San Cristóbal de Chupán – Huaraz. Tesis (Título profesional en ingeniería civil). Perú: Facultad de ingeniería, 2015. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2177>
29. QUINTO, Rovertd. Propuesta de implementación de un inventario vial en la provincia de Concepción - Junín 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Continental, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5590>
30. QUISPE, Hernán. Correlación de las metodologías Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Servicialidad Presente (PSI) en la avenida Bolognesi, tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril – El Tambo. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5159>
31. SALINAS, Wuindor, ROJAS, Orlando y JIMÉNEZ, Yanina. Evaluación superficial de pavimento rígido utilizando método índice de condición de pavimento, la Avenida Pakamuros provincia de Jaén, Cajamarca, 2019. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Facultad de Ingeniería, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35991>
32. SANCHEZ M. Cynthia. Incidencia de las patologías del concreto en la obtención del índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los geranios, de la ciudad de Cajamarca. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1837>
33. SINGH, Y.A., RYNTATHIANG, T.L. and SINGH, K.D. Distress Evaluation of Plastic Cell Filled Concrete Block Pavement. International Journal of Pavement Research and Technology [en línea]. 2012, vol. 5, no. 4, pp. 234-

244. [fecha consultada: 24 de mayo de 2021]. Disponible en:  
<http://www.ijprt.org.tw/reader/pdf.php?id=246>  
ISSN: 1997-1400
34. SILVA, A., DAZA, O. and LÓPEZ, L. Pavement Management Based on Geographic Information Systems (gis): A Review. *Ingeniería Solidaria* [en línea]. 2018, vol. 14 n° 26, pp. 1-18. [fecha consultada: 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.16925/in.v14i26.2417>  
ISSN: 2357-6014
35. SILVA, C., SOUZA, W., & BENEVIDES, J. Pavement condition indice determination – PCI – from Manaus' integral bus station. *ITEGAM-JETIA*[en línea]. 2018, vol. 4, n° 16, pp. 41-50. [fecha consultada: 24 de Mayo de 2021]. Disponible en: <http://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/327>  
ISSN: 2447-0228
36. SOCIEDAD Americana para Pruebas y Materiales (Estados unidos). ASTM D5340, of. 98: índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI). Estados unidos, 1998. 51 pp.
37. URRUNAGA, Eder. Evaluación superficial del pavimento rígido de las vías de acceso vehicular por el método PCI de la localidad de Ichocán – provincia de San Marcos - departamento de Cajamarca. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Facultad de Ingeniería, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7300>
38. VÁLDEZ, Lilibet y ALONSO, Anadelys. Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. 2017, vol.11, n° 2, pp. 1-11. [fecha consultada: 24 de Mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193954081002>  
ISSN: 1990-8830

39. VÁSQUEZ, Luis. Pavement Condition Index (PCI). Manizales: Universidad Nacional de Colombia, Ingeniería de Pavimentos, 2002. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
40. YAP, Alex y SANDOVAL, Juan. Nivel de incidencia de las patologías del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos en la transitabilidad de las vías de la ciudad de Picota, distrito de Picota, provincia de Picota, región San Martín, 2018. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Escuela de Ingeniería Civil, 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/3893>
41. ZAMORA, Priner. Evaluación del estado de conservación de las calles de la zona monumental de la ciudad de Celendín utilizando el método de índice de conservación del pavimento (PCI). Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú: Escuela de Ingeniería Civil, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2849>

# ANEXOS

## Anexo 1

### Anexo 1.1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MEJORAMIENTO	El mejoramiento consiste en ejecutar los trabajos necesarios para incrementar el estándar de la infraestructura vial a través de actividades que involucran modificar de forma sustancial la geometría y estructura del pavimento; incluyendo la construcción y/o adecuación de puentes, obras de drenaje, muros, túneles y señalizaciones que requiera el proyecto. (Quinto, 2019)	El mejoramiento del pavimento rígido se medirá a través de la evaluación del PCI para encontrar el grado del daño que tiene el pavimento actualmente; después se realizara la extracción de muestra para el estudio de mecánica de suelos, finalmente todos esos datos nos servirán para el nuevo diseño de la estructura del pavimento.	Tipos de fallas superficiales, Severidad e índice de condición del pavimento (PCI)	Levantamiento de Losas o (Blowup-buckling)	Razón
				Grieta de esquina	
				Losa dividida	
				Grieta de durabilidad "D"	
				Escala	
				Daño del sello de junta	
				Desnivel carril sobre berma	
				Grietas lineales	
				Parche grande	
				Parche pequeño	
				Pulimento de agregados	
				Popouts	
				Bombeo	
				Punzonamiento	
				Descorchamiento o descascaramiento	
Grietas de retracción					
Descascaramiento de esquina					
Descascaramiento en la junta					
	Valores de severidad para cada tipo de falla encontrada (alta media-baja)	Razón			
	El rango establecido por el PCI es el valor "0" siendo la, peor condición y "100" la mejor condición.	Razón			
	Estudio de mecánica de suelos	Granulometría	Razón		
		Contenido de Humedad			
		Densidades			
		CBR			
	Diseño del pavimento Rígido	Estudio de tráfico (ESAL)	Razón		
		Espesor de carpeta de rodadura y base			

## Anexo 1.2. Indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA/ INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Tipos de fallas superficiales, Severidad e índice de condición del pavimento (PCI)	Levantamiento de Losas o (Blowup-buckling)	Se anotará la cantidad de fallas encontradas en cada unidad de muestra.	Observación/Guía de observación N°01	1 mes	Por número o por área según el tipo de falla.
	Grieta de esquina				
	Losa dividida				
	Grieta de durabilidad "D"				
	Escala				
	Daño del sello de junta				
	Desnivel carril sobre berma				
	Grietas lineales				
	Parche grande				
	Parche pequeño				
	Pulimento de agregados				
	Popouts				
	Bombeo				
	Punzonamiento				
Desconchamiento o descascaramiento					
Grietas de retracción					
Descascaramiento de esquina					
Descascaramiento en la junta					
Tipos de fallas superficiales, Severidad e índice de condición del pavimento (PCI)	Valores de severidad para cada tipo de falla encontrada (alta-media-baja)	Se obtendrá el nivel de severidad usando tablas del Manual PCI, las cuales son designadas para cada tipo de falla.	Observación/Guía de observación N°01	15 días	Según la cantidad encontrada y tablas del Manual PCI
	El rango establecido por el PCI es el valor "0" siendo la, peor condición y "100" la mejor condición.	Según los valores recopilados de campo se calculará la densidad, para obtener el máximo valor deducible mediante ábacos del Manual PCI, el cual se restará a 100 para obtener el PCI en cada unidad de muestra.	Observación/Guía de observación N°01	15 días	$PCI = 100 - CDV$
Estudio de mecánica de suelos	Granulometría	Se obtendrá el resultado de las propiedades del suelo mediante ensayos de laboratorio de las muestras de 3 calicatas.	Observación/Ficha de recolección de datos N°01	15 días	Según fórmulas y procedimientos de NTP
	Contenido de Humedad				
	Densidades				
	CBR				
Diseño del pavimento Rígido	Estudio de tráfico (ESAL)	Se anotará el conteo de vehículos, para su posterior uso en el cálculo del diseño de la carpeta de rodadura y base.	Observación/Guía de observación N°02	15 días	Según conteo de vehículos, fórmulas y procedimientos de AASHTO 93
	Espesor de la carpeta de rodadura y base				



Anexo 2.2. Guía de observación N°02

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

Tramo	
Cod Estación	
Estación	

Ubicación			
Sentido			
Día		Fecha	

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08																			
08-09																			
09-10																			
10-11																			
11-12																			
12-13																			
13-14																			
14-15																			
15-16																			
16-17																			
17-18																			
18-19																			
19-20																			
20-21																			
21-22																			
TOTAL																			
%																			

FUENTE:

ELABORACION:

**Anexo 2.3.** Resumen de ensayos de laboratorio.

PROPIEDADES DEL SUELO Ficha de recolección de datos N°01									
Proyecto		Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.							
Responsable							Fecha		
N°	CALICATA	NÚMERO DE ESTRATOS	PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN		RESULTADO	SUBRASANTE	
			DESDE	HASTA	SUCS	AASHTO			
1	C-1						LL:		
							LP:		
							%ω:		
							CBR:		
2	C-2						LL:		
							LP:		
							%ω:		
							CBR:		

### Anexo 3. Cálculo del tamaño de la muestra.

#### Cálculo de la muestra

De acuerdo al manual del PCI, para carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

N° de losas 20  
Longitud total de la muestra 3070 m (Norma Pavimentos Urbanos min 3 Km)  
Dimensión de losas 3 m x 3.5 m

Unidades de muestra total con 20 losas cada una

$$N = \left( \frac{\text{longitud total}}{\text{longitud de calzada}} \right) \div \left( \frac{N^\circ \text{ de losas}}{2} \right)$$

$$N = 88$$

Unidades de muestreo para evaluación

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

Donde:

n: Número de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. (Rígido=15)

$$n = 26 \text{ muestras}$$

**Anexo 4.** Validez y confiabilidad de los instrumentos.

**Anexo 4.1.** Matriz de validación de guía de observación por especialistas.

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE ESPECIALISTAS</b>		
<b>Título de la investigación:</b>		
<b>Línea de investigación:</b>		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		
<b>Variable:</b>		
<p>1. Por medio de esta matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las interrogantes.</p> <p>2. Marcar con una "x" en la columna apreciación SÍ o NO.</p> <p>3. Indique sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>		
Items	Pregunta	Apreciación
<b>1</b>	¿El instrumento de medición presentada tiene un diseño apropiado?	Sí( )    No( )
<b>2</b>	¿El instrumento de recolección de datos tiene está de acuerdo con el título de la investigación?	Sí( )    No( )
<b>3</b>	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las dimensiones de la investigación?	Sí( )    No( )
<b>4</b>	¿Con el instrumento de recolección de datos se logrará cumplir los objetivos de la investigación?	Sí( )    No( )
<b>5</b>	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	Sí( )    No( )
<b>6</b>	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	Sí( )    No( )
<b>7</b>	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeta en investigación?	Sí( )    No( )
<b>8</b>	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos de campo requeridos?	Sí( )    No( )
<b>Observaciones:</b>		
----- <b>Firma del especialista</b>		

**Anexo 4.2.** Matriz de validación de guía de observación por especialistas.

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE ESPECIALISTAS</b>		
<b>Título de la investigación:</b>	Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.	
<b>Línea de investigación:</b>	Construcción sostenible/Diseño de infraestructura vial.	
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. Ing. Villar Quiroz, Josualdo Carlos	
<b>Variable:</b>	Mejoramiento	
<p>4. Por medio de esta matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las interrogantes.</p> <p>5. Marcar con una "x" en la columna apreciación SÍ o NO.</p> <p>6. Indique sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>		
Items	Pregunta	Apreciación
1	¿El instrumento de medición presentada tiene un diseño apropiado?	Sí( X )    No(   )
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene está de acuerdo con el título de la investigación?	Sí( X )    No(   )
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las dimensiones de la investigación?	Sí( X )    No(   )
4	¿Con el instrumento de recolección de datos se logrará cumplir los objetivos de la investigación?	Sí( X )    No(   )
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	Sí( X )    No(   )
6	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	Sí( X )    No(   )
7	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeta en investigación?	Sí( X )    No(   )
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos de campo requeridos?	Sí( X )    No(   )
<p><b>Observaciones:</b></p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">               -----  <b>Firma del especialista</b> </div>		

**Anexo 4.3.** Matriz de validación de guía de observación por especialistas.

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE ESPECIALISTAS</b>		
<b>Título de la investigación:</b>	Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.	
<b>Línea de investigación:</b>	Construcción sostenible/Diseño de infraestructura vial.	
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Pretel Paredes, Heli Gabriel	
<b>Variable:</b>	Mejoramiento	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Por medio de esta matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las interrogantes.</li> <li>2. Marcar con una "x" en la columna apreciación SÍ o NO.</li> <li>3. Indique sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</li> </ol>		
Items	Pregunta	Apreciación
1	¿El instrumento de medición presentada tiene un diseño apropiado?	Sí( X )    No(   )
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene está de acuerdo con el título de la investigación?	Sí( X )    No(   )
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las dimensiones de la investigación?	Sí( X )    No(   )
4	¿Con el instrumento de recolección de datos se logrará cumplir los objetivos de la investigación?	Sí( X )    No(   )
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	Sí( X )    No(   )
6	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	Sí( X )    No(   )
7	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeta en investigación?	Sí( X )    No(   )
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos de campo requeridos?	Sí( X )    No(   )
<b>Observaciones:</b>		
 ----- <b>Firma del especialista</b>		

**Anexo 5.** Autorización de aplicación del instrumento firmado por la entidad.

**Anexo 5.1.** Autorización de aplicación del instrumento firmado por expertos.

EVALUACION DEL METODO DEL PCI PARA PAVIMENTO RIGIDO GUIA DE OBSERVACION N°1 PARA UNIDAD DE MUESTRA																														
ESQUEMA DEL PAVIMENTO RIGIDO																														
		50			51	<b>DATOS:</b>																								
		49			52	DIRECCION:																								
		48			53	MUESTRA:																								
		47			54	FECHA:																								
		46			55	TOTAL DE AREA:																								
		45			56	EVALUADOR:																								
		44			57	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: center;">TIPOS DE FALLAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1. LOS BLOWUPS</td></tr> <tr><td>2. GRIETA DE ESQUINA</td></tr> <tr><td>3. LOSA DIVIDIDA</td></tr> <tr><td>4. GRIETA DE DURABILIDAD "D"</td></tr> <tr><td>5. ESCALA</td></tr> <tr><td>6. DAÑO DE SELLO DE JUNTA</td></tr> <tr><td>7. DESNIVEL CARRIL/BERMA</td></tr> <tr><td>8. GRIETAS LINEALES</td></tr> <tr><td>9. PARCHE GRANDE</td></tr> <tr><td>10. PARCHE PEQUEÑO</td></tr> <tr><td>11. PULMIENTOS DE AGREGADOS</td></tr> <tr><td>12. POPOUTS</td></tr> <tr><td>13. BOMBEO</td></tr> <tr><td>14. PUNZONAMIENTO</td></tr> <tr><td>15. CRUCE DE VIA FERREA</td></tr> <tr><td>16. DESCONCHAMIENTO</td></tr> <tr><td>17. GRIETAS DE RETRACCION</td></tr> <tr><td>18. DESCASCAMIENTO DE</td></tr> <tr><td>19. DESCASCAMIENTO DE</td></tr> </tbody> </table>				TIPOS DE FALLAS		1. LOS BLOWUPS	2. GRIETA DE ESQUINA	3. LOSA DIVIDIDA	4. GRIETA DE DURABILIDAD "D"	5. ESCALA	6. DAÑO DE SELLO DE JUNTA	7. DESNIVEL CARRIL/BERMA	8. GRIETAS LINEALES	9. PARCHE GRANDE	10. PARCHE PEQUEÑO	11. PULMIENTOS DE AGREGADOS	12. POPOUTS	13. BOMBEO	14. PUNZONAMIENTO	15. CRUCE DE VIA FERREA	16. DESCONCHAMIENTO	17. GRIETAS DE RETRACCION	18. DESCASCAMIENTO DE	19. DESCASCAMIENTO DE
TIPOS DE FALLAS																														
1. LOS BLOWUPS																														
2. GRIETA DE ESQUINA																														
3. LOSA DIVIDIDA																														
4. GRIETA DE DURABILIDAD "D"																														
5. ESCALA																														
6. DAÑO DE SELLO DE JUNTA																														
7. DESNIVEL CARRIL/BERMA																														
8. GRIETAS LINEALES																														
9. PARCHE GRANDE																														
10. PARCHE PEQUEÑO																														
11. PULMIENTOS DE AGREGADOS																														
12. POPOUTS																														
13. BOMBEO																														
14. PUNZONAMIENTO																														
15. CRUCE DE VIA FERREA																														
16. DESCONCHAMIENTO																														
17. GRIETAS DE RETRACCION																														
18. DESCASCAMIENTO DE																														
19. DESCASCAMIENTO DE																														
		43			58																									
		42			59																									
		41			60																									
		40			61																									
		39			62																									
		38			63																									
		37			64																									
		36			65																									
		35			66																									
		34			67																									
		33			68																									
		32			69																									
		31			70																									
		30			71																									
		29			72																									
		28			73																									
		27			74																									
		26			75																									
		25			76																									
		24			77																									
		23			78																									
		22			79																									
		21			80																									
		20			81																									
		19			82																									
		18			83																									
		17			84																									
		16			85																									
		15			86																									
		14			87																									
		13			88																									
		12			89																									
		11			90																									
		10			91																									
		9			92																									
		8			93																									
		7			94																									
		6			95																									
		5			96																									
		4			97																									
		3			98																									
		2			99																									
		1			100																									

SEVERIDAD DE FALLA					# VD > 2 (g)	HDV
L: BAJO		M: MEDIO		H: ALTO		VALORES DEDUCIDOS
DENSIDAD DE FALLA						
TIPO	SEVERIDAD	CANT. PARCIALES	N° DE LOSAS	DENSIDAD	V.D.	N°
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8

Ing. Heli Gabriel Pretel Paredes

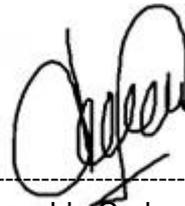
Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

**Anexo 5.2.** Autorización de aplicación del instrumento firmado por expertos.

PROPIEDADES DEL SUELO Ficha de recolección de datos N°01									
Proyecto		Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.							
Responsable							Fecha		
N°	CALICATA	NÚMERO DE ESTRATOS	PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN		RESULTADO	SUBRASANTE	
			DESDE	HASTA	SUCS	AASHTO			
1	C-1						LL:		
							LP:		
							%ω:		
							CBR:		
2	C-2						LL:		
							LP:		
							%ω:		
							CBR:		



-----  
Ing. Heli Gabriel Pretel Paredes



-----  
Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz



## Anexo 6.2. Datos de Jr. Tacna

EVALUACION DEL METODO DEL PCI PARA PAVIMENTO RIGIDO						GUIA DE OBSERVACION N°1 PARA UNIDAD DE MUESTRA			
ESQUEMA DEL PAVIMENTO RIGIDO						DATOS:			
						50			
						49			
						48			
						47			
						46			
						45			
						44			
						43			
						42			
						41			
						40			
						39			
						38			
						37			
						36			
						35			
						34			
						33			
						32			
						31			
						30			
						29			
						28			
						27			
						26			
						25			
11H+18M	2H					24			
11H+18M	2H					23			
11H+18M	2H					22			
11H+18M	2H					21			
11H+18M	2H					20			
11H+18M	2H					19			
11H+18M	2H					18			
11H+18M	2H					17			
11H+18M	2H					16			
8L + 2L	2H					15			
8L + 2L						14			
8L + 2L						13			
	18H					12			
	18H					11			
8L	18H					10			
	6H					9			
	6H					8			
	6H					7			
	6H					6			
8L + 2H						4			
2H						3			
8L + 3M						2			
	2H					1			
						51			
						52			
						53			
						54			
						55			
						56			
						57			
						58			
						59			
						60			
						61			
						62			
						63			
						64			
						65			
						66			
						67			
						68			
						69			
						70			
						71			
						72			
						73			
						74			
						75			
						76			
						77			
						78			
						79			
						80			
						81			
						82			
						83			
						84			
						85			
						86			
						87			
						88			
						89			
						90			
						91			
						92			
						93			
						94			
						95			
						96			
						97			
						98			
						99			
						100			
<b>DIRECCION: USQUIL</b>									
<b>MUESTRA: JR. TACNA</b>									
<b>FECHA: OCTUBRE 2021</b>									
<b>TOTAL DE AREA: 3 X 3.5 10.5M2</b>									
<b>AREA TOTAL: 262.5 M2</b>									
<b>EVALUADOR: GUANILO - VARGAS</b>									
<b>TIPOS DE FALLAS</b>									
1. LOS BLOWUPS									
2. GRIETA DE ESQUINA									
3. LOSA DIVIDIDA									
4. GRIETA DE DURABILIDAD "D"									
5. ESCALA									
6. DAÑO DE SELLO DE JUNTA									
7. DESNIVEL CARRIL/BERMA									
8. GRIETAS LINEALES									
9. PARCHE GRANDE									
10. PARCHE PEQUEÑO									
11. PULIMIENTOS DE AGREGADOS									
12. POPOUTS									
13. BOMBEO									
14. PUNZONAMIENTO									
15. CRUCE DE VIA FERREA									
16. DESCONCHAMIENTO									
17. GRIETAS DE RETRACCION									
18. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA									
19. DESCASCAMIENTO DE JUNTA									
<b># MAX VD</b>									
VDT						q	CDV		
36						2	27		
27						1	26		
48						5	25		
42						3	25		
<b>MAX CDV</b>						<b>27</b>			
<b>PCI</b>						<b>73</b>			
<b>CONDICION DEL PAVIMENTO</b>						<b>Muy Bueno</b>			
<b>SEVERIDAD DE FALLA</b>						<b># VD &gt; 2 (q)</b>	<b>0</b>	<b>HDV</b>	<b>13.00</b>
<b>L: BAJO</b>		<b>M: MEDIO</b>		<b>H: ALTO</b>		<b>VALORES DEDUCIDOS</b>			
<b>DENSIDAD DE FALLA</b>						<b>N°</b>			
<b>TIPO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANT. PARCIALES</b>	<b>N° DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>V.D.</b>	<b>1</b>	<b>13</b>		
11	H	6.9	10	2.63	3	2	11		
18	M	12.5	10	4.76	5	3	8		
8	L	15.6	6	5.94	5	4	5		
2	H	18.5	14	7.05	11	5	5		
2	L	9.3	3	3.54	4	6	4		
18	H	12.1	3	4.61	4	7	4		
6	H	20.8	4	7.92	8	8	3		
3	M	25.6	1	9.75	13				





## Anexo 6.5. Datos de Jr. Francisco Bolognesi

EVALUACION DEL METODO DEL PCI PARA PAVIMENTO RIGIDO							GUIA DE OBSERVACION N°1 PARA UNIDAD DE MUESTRA					
ESQUEMA DEL PAVIMENTO RIGIDO							DATOS:					
							50			51	DIRECCION: USQUIL	
							49			52	MUESTRA: JR. FRANCISCO BOLOGNESI	
							48			53	FECHA: OCTUBRE 2021	
							47			54	TOTAL DE AREA: 3 X 3.5 10.5M2	
							46			55	AREA TOTAL: 262.5 M2	
							45			56	EVALUADOR: GUANILO - VARGAS	
							44			57	TIPOS DE FALLAS	
							43			58	1. LOS BLOWUPS	
							42			59	2. GRIETA DE ESQUINA	
							41			60	3. LOSA DIVIDIDA	
							40			61	4. GRIETA DE DURABILIDAD "D"	
							39			62	5. ESCALA	
							38			63	6. DAÑO DE SELLO DE JUNTA	
							37			64	7. DESNIVEL CARRIL/BERMA	
							36			65	8. GRIETAS LINEALES	
							35			66	9. PARCHE GRANDE	
							34			67	10. PARCHE PEQUEÑO	
							33			68	11. PULIMIENTOS DE AGREGADOS	
							32			69	12. POPOUTS	
							31			70	13. BOMBEO	
							30			71	14. PUNZONAMIENTO	
							29			72	15. CRUCE DE VIA FERREA	
							28			73	16. DESCONCHAMIENTO	
							27			74	17. GRIETAS DE RETRACCION	
							26			75	18. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	
							25			76	19. DESCASCAMIENTO DE JUNTA	
8H+19H	13H						24			77	# MAX VD	
8H+18H	13H						23			78	VDT	
8H+18H	13H						22			79	q	
8H+19H	13H						21			80	CDV	
8H+19H	13H						20			81	160	
8H+18H	13H						19			82	129	
8H+19H	13H						18			83	4	
8H+19H	13H						17			84	3	
8H+18H	13H						16			85	MAX CDV	
8H+18H							15			86	72	
8H+19H							14			87	68	
8H+19H	8M+18H						13			88	63	
3H	8M+18H						12			89		
3H	8M+18H						11			90		
3H	8M+19H						10			91		
3H	8M+19H						9			92		
3H	8M+18H						8			93		
8H+19H	8M+18H						7			94	PCI	
8H+19H	8M+18H						6			95	28	
8H+19H	8M+19H						4			96		
8H+19H	8M+19H						3			97	CONDICION DEL PAVIMENTO	
8H+19H	8M+19H						2			98	Malo	
8H+19H							1			99		
										100		
SEVERIDAD DE FALLA						# VD > 2 (q)	0	HDV	47.00			
L: BAJO		M: MEDIO		H: ALTO		VALORES DEDUCIDOS						
DENSIDAD DE FALLA						N°						
TIPO	SEVERIDAD	CANT. PARCIALES	N° DE LOSAS	DENSIDAD	V.D.	1	47					
8	M	80.5	12	30.67	20	2	34					
8	H	60.9	19	23.20	34	3	27					
13	H	65.7	10	25.03	17	4	17					
19	H	55	19	20.95	27	5	20					
3	H	44.6	5	16.99	47	6	15					
18	H	88.5	11	33.71	15							



**Anexo 6.7. Midiendo ancho de la vía Jr. Progreso**



**Anexo 6.8. Medición falla descascaramiento de esquina Jr. Progreso**



**Anexo 6.9.** Estudio de Tráfico realizado en las 06 calles principales del distrito de Usquil.

**Anexo 6.9.1.** Conteo Vehicular de entrada en Jr. Chorrillos el lunes.

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. CHORRILLOS
<b>Cod Estación</b>	E-1
<b>Estación</b>	CRUCE DE JR. CHORRILOS CON JR. LIBERTAD

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Lunes	<b>Fecha</b>	11-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8.51
08-09	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10.64
09-10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8.51
10-11	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12.77
11-12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6.38
12-13	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4.26
13-14	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6.38
14-15	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8.51
15-16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.13
16-17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4.26
17-18	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8.51
18-19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4.26
19-20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.13
20-21	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8.51
21-22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4.26
<b>TOTAL</b>	18	15	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	100.00
<b>%</b>	38.30	31.91	4.26	0.00	0.00	0.00	25.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.2. Conteo Vehicular de salida en Jr. Chorrillos el lunes.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. CHORRILLOS
<b>Cod Estación</b>	E-1
<b>Estación</b>	CRUCE DE JR. CHORRILOS CON JR. LIBERTAD

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Lunes	<b>Fecha</b>	11-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	13.33
08-09	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.00
09-10	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.67
10-11	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8.33
11-12	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.33
12-13	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.67
13-14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3.33
14-15	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.67
15-16	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.00
16-17	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.67
17-18	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.67
18-19	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.00
19-20	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.67
20-21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.67
21-22	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.00
<b>TOTAL</b>	23	21	1	0	0	0	2	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	60	100.00
<b>%</b>	38.33	35.00	1.67	0.00	0.00	0.00	3.33	20.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.3. Conteo Vehicular de entrada en Jr. Tacna el martes.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. TACNA
<b>Cod Estación</b>	E-2
<b>Estación</b>	CRUCE DE JIRON TACNA CON JR. LIBERTAD

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Martes	<b>Fecha</b>	12-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
07-08	2	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12.28
08-09	3	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12.28
09-10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.02
10-11	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.02
11-12	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.02
12-13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.51
13-14	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.51
14-15	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.26
15-16	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.26
16-17	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8.77
17-18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.75
18-19	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8.77
19-20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.26
20-21	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.26
21-22	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.02
<b>TOTAL</b>	17	19	1	0	0	0	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	100.00
<b>%</b>	29.82	33.33	1.75	0.00	0.00	0.00	24.56	10.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION:Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.4. Conteo Vehicular de salida en Jr. Tacna el martes.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. TACNA
<b>Cod Estación</b>	E-2
<b>Estación</b>	CRUCE DE JIRON TACNA CON JR. LIBERTAD

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Martes	<b>Fecha</b>	12-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12.50
08-09	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6.94
09-10	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8.33
10-11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2.78
11-12	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9.72
12-13	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5.56
13-14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2.78
14-15	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9.72
15-16	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9.72
16-17	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5.56
17-18	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4.17
18-19	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6.94
19-20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4.17
20-21	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4.17
21-22	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6.94
<b>TOTAL</b>	18	24	2	0	0	0	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	100.00
<b>%</b>	25.00	33.33	2.78	0.00	0.00	0.00	16.67	22.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.5. Conteo Vehicular de entrada en Jr. Progreso el miércoles.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. PROGRESO
<b>Cod Estación</b>	E-3
<b>Estación</b>	CRUCE CON JIRON PROGRESO CON BOLIVAR

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Miercoles	<b>Fecha</b>	13-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9.43
08-09	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
09-10	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
10-11	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
11-12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.77
12-13	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.77
13-14	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	9.43
14-15	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9.43
15-16	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
16-17	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.66
17-18	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.66
18-19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.89
19-20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.66
20-21	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
21-22	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
<b>TOTAL</b>	18	11	5	0	0	0	13	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	53	100.00
<b>%</b>	33.96	20.75	9.43	0.00	0.00	0.00	24.53	9.43	0.00	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION:Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.6. Conteo Vehicular de salida en Jr. Progreso el miércoles.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. PROGRESO
<b>Cod Estación</b>	E-3
<b>Estación</b>	CRUCE CON JIRON PROGRESO CON BOLIVAR

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Miercoles	<b>Fecha</b>	13-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12.82
08-09	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.13
09-10	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.26
10-11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.13
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15.38
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.69
15-16	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.13
16-17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.69
17-18	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.69
18-19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.13
19-20	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.26
20-21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.56
21-22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.13
<b>TOTAL</b>	16	12	2	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	100.00
<b>%</b>	41.03	30.77	5.13	0.00	0.00	0.00	10.26	12.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.7. Conteo Vehicular de entrada en Jr. Bolívar el jueves.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR BOLIVAR
<b>Cod Estación</b>	E-4
<b>Estación</b>	CRUCE CON JR. BOLIVAR CON JR. CHORRILLOS

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Jueves	<b>Fecha</b>	14-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
08-09	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
09-10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
10-11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.86
11-12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
12-13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.86
13-14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
14-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.86
15-16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
16-17	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
17-18	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
18-19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
19-20	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8.57
20-21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.86
21-22	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
<b>TOTAL</b>	14	11	5	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	35	100.00
<b>%</b>	40.00	31.43	14.29	0.00	0.00	0.00	5.71	5.71	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.8. Conteo Vehicular de salida en Jr. Bolívar el jueves.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR BOLIVAR
<b>Cod Estación</b>	E-4
<b>Estación</b>	CRUCE CON JR. BOLIVAR CON JR. CHORRILLOS

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Jueves	<b>Fecha</b>	14-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15.79
08-09	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.63
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.53
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.53
13-14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.26
14-15	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.53
15-16	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.26
16-17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.63
17-18	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.53
18-19	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.26
19-20	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.89
20-21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.89
21-22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.26
<b>TOTAL</b>	12	13	1	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	100.00
<b>%</b>	31.58	34.21	2.63	0.00	0.00	0.00	21.05	10.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.9. Conteo Vehicular de entrada en Jr. Francisco Bolognesi el viernes.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. FRANCISCO BOLOGNESI
<b>Cod Estación</b>	E-5
<b>Estación</b>	CRUCE JR. FRANCISCO BOL. CON JR. CHORRIL

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Viernes	<b>Fecha</b>	15-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
08-09	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14.29
09-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.86
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
12-13	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.71
15-16	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14.29
18-19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.86
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8.57
21-22	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.43
<b>TOTAL</b>	9	7	8	0	0	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	100.00
<b>%</b>	25.71	20.00	22.86	0.00	0.00	0.00	20.00	11.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION:Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.10. Conteo Vehicular de salida en Jr. Francisco Bolognesi el viernes.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JR. FRANCISCO BOLOGNESI
<b>Cod Estación</b>	E-5
<b>Estación</b>	CRUCE JR. FRANCISCO BOL. CON JR. CHORRIL

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Viernes	<b>Fecha</b>	15-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.76
08-09	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
11-12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
12-13	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	11.76
13-14	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.76
14-15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8.82
17-18	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8.82
18-19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
19-20	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.76
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.76
<b>TOTAL</b>	7	5	9	0	0	0	7	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34	100.00
<b>%</b>	20.59	14.71	26.47	0.00	0.00	0.00	20.59	14.71	0.00	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.11. Censo Vehicular de entrada en Jr. Libertad el sábado.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JIRON LA LIBERTAD
<b>Cod Estación</b>	E-6
<b>Estación</b>	CRUCE JR. LIBERTAD. CON JR. PROGRESO

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Sabado	<b>Fecha</b>	16-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16.67
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.67
13-14	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.67
14-15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.67
15-16	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.00
16-17	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13.33
17-18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.67
18-19	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.67
19-20	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.67
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
<b>TOTAL</b>	8	9	9	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100.00
<b>%</b>	26.67	30.00	30.00	0.00	0.00	0.00	10.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Censo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.12. Censo Vehicular de salida en Jr. Libertad el sábado.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JIRON LA LIBERTAD
<b>Cod Estación</b>	E-6
<b>Estación</b>	CRUCE JR. LIBERTAD. CON JR. PROGRESO

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Sabado	<b>Fecha</b>	16-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12.12
08-09	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.09
09-10	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.09
10-11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.03
11-12	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.09
12-13	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12.12
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.03
15-16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.09
16-17	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
17-18	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.09
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9.09
20-21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.03
21-22	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
<b>TOTAL</b>	6	7	8	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	100.00
<b>%</b>	18.18	21.21	24.24	0.00	0.00	0.00	24.24	12.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Censo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.13. Conteo Vehicular de entrada en Jr. Bolívar el Domingo.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JIRON BOLIVAR
<b>Cod Estación</b>	E-7
<b>Estación</b>	CRUCE DE JR. BOLIVAR CON JR. PROGRESO

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Entrada		
<b>Día</b>	Domingo	<b>Fecha</b>	17-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	20.59
08-09	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
09-10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
12-13	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14.71
13-14	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	11.76
14-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
15-16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
16-17	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
17-18	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8.82
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.88
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
21-22	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8.82
<b>TOTAL</b>	9	6	9	0	0	0	4	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34	100.00
<b>%</b>	26.47	17.65	26.47	0.00	0.00	0.00	11.76	14.71	0.00	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

FUENTE: Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular

ELABORACION:Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.14. Censo Vehicular de salida en Jr. Bolívar el Domingo.**

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

<b>Tramo</b>	JIRON BOLIVAR
<b>Cod Estación</b>	E-7
<b>Estación</b>	CRUCE DE JR. BOLIVAR CON JR. PROGRESO

<b>Ubicación</b>	USQUIL		
<b>Sentido</b>	Salida		
<b>Día</b>	Domingo	<b>Fecha</b>	17-Oct-21

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07-08	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.03
08-09	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
09-10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
12-13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
15-16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
18-19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.03
19-20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.06
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.03
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
<b>TOTAL</b>	7	5	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	57.58
<b>%</b>	21.21	15.15	3.03	0.00	0.00	0.00	9.09	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.58	

FUENTE: Estudio de Censo, Clasificación Vehicular

ELABORACION: Estudiantes de Ingeniería Civil UCV - TESISTAS

**Anexo 6.9.15.** Cálculo del número de repeticiones de EE (ESAL).

NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES 8.2 tn								
TIPO DE VEHÍCULO	TRAFICO ACTUAL	FACTOR DE CRECIMIENTO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR VEHÍCULO	EE	FACTOR DIRECCIÓN	FACTOR CARRIL	Nrep de EE 8.2 tn
	IMDa	$F_c = \frac{[(1+r)^n - 1]}{r}$	$Td = IMDa \times F_c \times 365$	$F_v$	$EE = Td \times F_v$	$F_d$	$F_c$	$Nrep\ de\ EE\ 8.2\ tn = EE \times F_d \times F_c$
<b>VEHÍCULOS LIGEROS</b>	<b>r= 0.85%</b>							
Automóvil	25	21.71	198104	0.00087	173	0.50	1.00	87
Camioneta	23	21.71	182255	0.00087	159	0.50	1.00	80
Combi rural	9	21.71	71317	0.00087	62	0.50	1.00	31
<b>VEHÍCULOS PESADOS</b>	<b>r= 0.80%</b>							
Camión 2E	15	21.6	118260	4.60766	544902	0.50	1.00	272451
Camión 3E	11	21.6	86724	4.73084	410277	0.50	1.00	205139
Semi Traylers	2	21.6	15768	7.94249	125237	0.50	1.00	62619
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 AÑOS					<b>N. Rep de EE 8.2 tn =</b>		<b>540,405</b>

FUENTE:Elaboración propia, estudio de conteo, ESAL

**Anexo 6.10.** Informe del ensayo de laboratorio.

**Anexo 6.10.1.** Ficha de recolección de datos del informe de laboratorio.

PROPIEDADES DEL SUELO								
Proyecto		Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.						
Responsable		Grupo B & F Ingenieros Contratistas E.I.R.L			Fecha	29/11/2021		
N°	CALICATA	NÚMERO DE ESTRATOS	PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN		RESULTADO (%)	SUBRASANTE
			DESDE	HASTA	SUCS	AASHTO		
1	C-1	3	0	1.5	CL	A-7-6 (15)	LL:49	Arcillas inorgánicas de mediana - alta plasticidad.
							LP:25	
							%ω: 24.11	
							CBR: -	
2	C-2	3	0	1.5	CL	A-7-6 (16)	LL:49	Arcillas inorgánicas de mediana - alta plasticidad.
							LP:24	
							%ω:20.86	
							CBR: 6.20	

# Anexo 6.10.2. Informe de granulometría C-01

**GRUPO 'B&F'**

Ingenieros Contratistas E.I.R.L

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código	CM-AE-06
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913</b>		Versión	01
			Fecha	29 / 11 / 2021
			Página	1 de 3

PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021".
SOLICITANTE :	GUANILO SALIRROSAS VICTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA
UBICACIÓN :	USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA :	NOVIEMBRE DE 2021

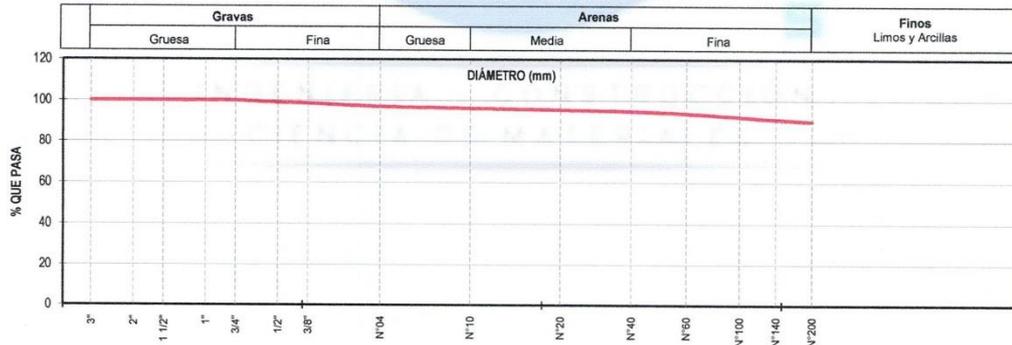
<b>DATOS :</b>		<b>Coordenadas :</b>	
Sondaje/Muestra :	CALICATA 01 / M-1	Norte	9,135,240 N
Código de Muestra :	C-01	Este	785,142 E
Observación :	El registro del espesor del estrato y la extracción de la muestra fue realizada por el solicitante.	Cota	- msnm
		Progresiva	- Km

<b>ENSAYO :</b>		<b>Humedad Natural</b>	
Masa Seca de Fracción :	500.0 gr.	Masa de Finos Eliminados :	450.43 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca :	49.8 gr.	Error de Tamizado :	0.36%
Masa de Fracción Tamizada :	49.8 gr.	Error de Lavado :	0.03%
		Sh + Tara	968.05 gr.
		Ss + Tara	800.65 gr.
		Tara	106.20 gr.
		Humedad(%)	24.11

ENSAYO GRANULOMETRICO						LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA		
Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	-	L. Líquido : 49	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	-	L. Plástico : 25	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Ind. Plástico : 24	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	-	CLASIFICACIÓN / ASTM	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Clas. SUCS (ASTM D2487) :	CL
1/2"	12.700	4.96	0.99	0.99	99.01	-	Clas. AASHTO (ASTM D3282) :	A-7-6 (15)
3/8"	9.500	2.00	0.40	1.39	98.61	-	NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
N°04	4.750	7.75	1.55	2.94	97.06	-	Arcillas Inorgánicas de Mediana - Alta Plasticidad	
N°10	2.000	4.19	0.84	3.78	96.22	-	DESCRIPCION DE SONDAJE	
N°20	0.840	3.69	0.74	4.52	95.48	-	PROF. MUESTREO (m) :	0.90
N°40	0.425	3.48	0.70	5.22	94.78	-	ESTRATO C-01 / E-01 :	0.00 - 1.50
N°60	0.250	5.18	1.04	6.25	93.75	-	PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
N°100	0.150	8.11	1.62	7.87	92.13	-	% Grava =	2.94
N°140	0.106	6.01	1.20	9.08	90.92	-	% Arena =	6.97
N°200	0.075	4.20	0.84	9.92	90.08	-	% Finos =	90.08
< 200	Plato	0.2	90.08	100.00	0.00	-		
Total		49.75						

DIAMETROS D10 = -	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = -	MATERIAL DE EVALUACION: SUB RASANTE	% Grava = 2.94
EFFECTIVOS D30 = -		CC = -		% Arena = 6.97
D60 = -				% Finos = 90.08

## CURVA GRANULOMÉTRICA



GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L  
Eduar Kevin Izquierdo Julian  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIEROS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
ING. CESAR MARCELLO OLIVARES DIAZ  
REG. CIP. N° 199239

967 198 515 - 918 497 046

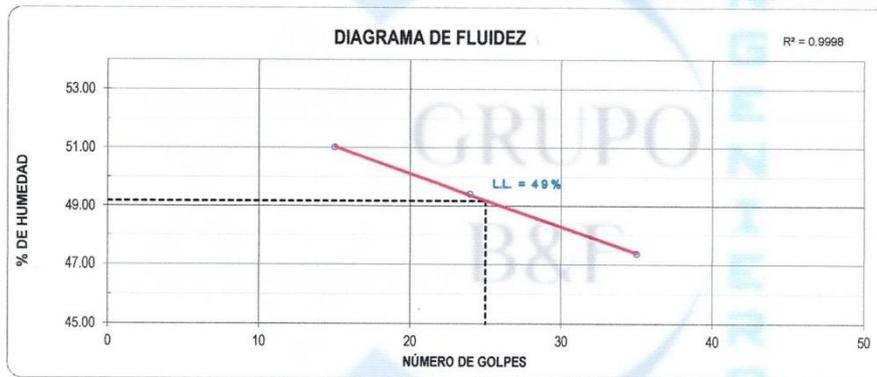
grupobfingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

### Anexo 6.10.3. Informe de límites de consistencia C-01

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código	CM-AE-06
	<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>		Versión	01
			Fecha	29 / 11 / 2021
			Página	2 de 3
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021".			
SOLICITANTE	: GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA			
UBICACIÓN	: USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD			
FECHA	: NOVIEMBRE DE 2021			

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	15	24	35	-	-
Peso tara (gr.)	12.68	11.85	10.17	12.72	11.37
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	33.40	34.89	33.20	22.84	17.49
Peso tara + suelo seco (gr.)	26.40	27.27	25.80	20.84	16.27
Humedad %	51.02	49.42	47.34	24.83	24.90
Límites	49.00			25.00	



GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L.  
*Eduar Kevin Izquierdo Julian*  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIEROS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
*ING. CESAR MARCELLO OLIVARES DIAZ*  
REG. CIP. N° 193239

967 198 515 - 918 497 046

grupobfingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

## Anexo 6.10.4. Informe de contenido de humedad de C-01

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>Código</b>	<b>CM-AE-06</b>
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>29 / 11 / 2021</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>
<b>PROYECTO</b>	: "MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021".		
<b>SOLICITANTE</b>	: GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA		
<b>UBICACIÓN</b>	: USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD		
<b>FECHA</b>	: NOVIEMBRE DE 2021		

<b>Prof. de Muestreo</b>	: 0.90	<b>Análisis Preliminar (Separación)</b>	
<b>Calicata / Muestra</b>	: CALICATA 01 / M-1	Tamaño Máximo	: N° 04
<b>Estrato</b>	: 0.00 - 1.50 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
DESCRIPCIÓN	B-03	B-04
Masa de Recipiente (gr.)	106.60	106.80
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,003.60	932.50
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	837.03	768.36
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	835.00	766.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	835.00	766.30
Masa de Suelo Seco (gr.)	729.40	659.50
Masa de Agua (gr.)	168.60	166.20
Contenido de Humedad (%)	23.11	25.20
Clasificación Visual - Manual	CL	CL
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>24.16</b>	

GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L.  
*Kevin Izquierdo Julian*  
Eduar Kevin Izquierdo Julian  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIEROS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
*Cesar Marcello Olivares Diaz*  
ING. CESAR MARCELLO OLIVARES DIAZ  
REG. CIR. N° 198239

967 198 515 - 918 497 046

grupobingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

# Anexo 6.10.5. Informe granulométrico de C-02

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	CM-AE-06
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913</b>	Versión	01
		Fecha	29 / 11 / 2021
		Página	1 de 3

PROYECTO	:	"MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021"
SOLICITANTE	:	GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA
UBICACIÓN	:	USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	:	NOVIEMBRE DE 2021

<b>DATOS :</b>			<b>Coordenadas :</b>		
Sondaje/Muestra	:	CALICATA 02 / M-1	Norte	:	9,135,412 N
Código de Muestra	:	C-02	Este	:	784,888 E
Observación	:	El registro del espesor del estrato y la extracción de la muestra fue realizada por el solicitante.	Cota	:	- msnm
			Progresiva	:	- Km

<b>ENSAYO :</b>					
Masa Seca de Fracción	:	500.0 gr.	Masa de Finos Eliminados	:	455.90 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	:	44.1 gr.	Error de Tamizado	:	-0.02%
Masa de Fracción Tamizada	:	44.1 gr.	Error de Lavado	:	0.03%

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	564.90 gr.
Ss + Tara	485.47 gr.
Tara	104.60 gr.
Humedad(%)	20.86

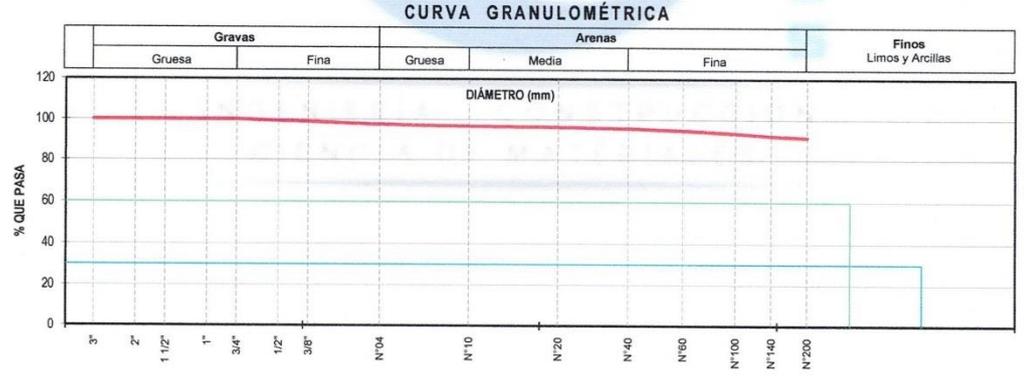
Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	3.50	0.70	0.70	99.30	
3/8"	9.500	2.00	0.40	1.10	98.90	
N°04	4.750	6.45	1.29	2.39	97.61	
N°10	2.000	4.19	0.84	3.23	96.77	
N°20	0.840	2.33	0.47	3.69	96.31	
N°40	0.425	3.48	0.70	4.39	95.61	
N°60	0.250	4.62	0.92	5.31	94.69	
N°100	0.150	7.14	1.43	6.74	93.26	
N°140	0.106	6.01	1.20	7.94	92.06	
N°200	0.075	4.20	0.84	8.78	91.22	
< 200	Plato	0.2	91.22	100.00	0.00	
Total		44.09				

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
L. Líquido	: 49
L. Plástico	: 24
Ind. Plástico	: 25
CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	: CL
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	: A-7-6 (16)
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
Arcillas Inorgánicas de Mediana - Alta Plasticidad	
DESCRIPCION DE SONDAJE	
PROF. MUESTRE (m)	: 1.20
ESTRATO	C-02 / E-01 : 0.00 - 1.50
PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	= 2.39
% Arena	= 6.39
% Finos	= 91.22

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.01 D30 = 0.02 D60 = 0.05	COEF. UNIF Y CURVATURA	CU = 6.00 CC = 1.50	MATERIAL DE EVALUACIÓN : SUB RASANTE
---------------------	--	------------------------	------------------------	--------------------------------------



GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L  
*Kevin Izquierdo Julian*  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIEROS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
*Cesar Margello Olivares Diaz*  
ING. CESAR MARGELLO OLIVARES DIAZ  
REG. CIR. N° 193239

967 198 515 - 918 497 046

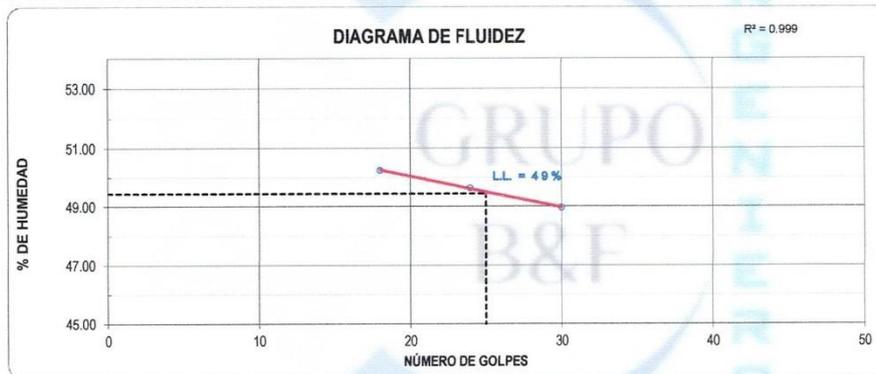
grupobfingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

## Anexo 6.10.6. Informe de límites de consistencia de C-02

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>Código</b>	<b>CM-AE-06</b>
	<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>29 / 11 / 2021</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>
<b>PROYECTO</b>	: "MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021"		
<b>SOLICITANTE</b>	: GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA		
<b>UBICACIÓN</b>	: USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD		
<b>FECHA</b>	: NOVIEMBRE DE 2021		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	18	24	30	-	-
Peso tara (gr.)	10.22	11.55	13.87	10.33	9.89
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	31.12	32.41	34.62	17.33	16.11
Peso tara + suelo seco (gr.)	24.13	25.49	27.80	15.95	14.91
Humedad %	50.25	49.64	48.96	24.56	23.90
Limites	49.00			24.00	




**GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L**  
*Kevin Ruiz*  
 Eduar Kevin Izquierdo Julian  
 GERENTE GENERAL


**GRUPO "B&F" INGENIEROS**  
 DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
*Cesar Marcello Olivares Diaz*  
 ING. CESAR MARCELLO OLIVARES DIAZ  
 REG. CIP. N° 193239

967 198 515 - 918 497 046

grupobfingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

## Anexo 6.10.7. Informe de contenido de humedad de C-02

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>Código</b>	<b>CM-AE-06</b>
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>29 / 11 / 2021</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>
<b>PROYECTO</b> : "MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021" <b>SOLICITANTE</b> : GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA <b>UBICACIÓN</b> : USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD <b>FECHA</b> : NOVIEMBRE DE 2021			

**Prof. de Muestreo** : 1.20  
**Calicata / Muestra** : CALICATA 02 / M-1  
**Estrato** : 0.00 - 1.50 m.

**Análisis Preliminar (Separación)**  
 Tamaño Máximo : N° 04  
 Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
DESCRIPCIÓN	B-05	B-06
Masa de Recipiente (gr.)	103.40	105.80
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	528.50	601.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	456.73	518.29
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	454.70	516.23
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	454.70	516.23
Masa de Suelo Seco (gr.)	351.30	410.43
Masa de Agua (gr.)	73.80	85.07
Contenido de Humedad (%)	21.01	20.73
Clasificación Visual - Manual	CL	CL
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>20.87</b>	


**GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L**  
 Eduar Kevin Izquierdo Julian  
 GERENTE GENERAL


**GRUPO "B&F" INGENIEROS**  
 DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
 ING. CESAR MARCELLO OLIVARES DIAZ  
 REG. CIP. N° 193239

967 198 515 - 918 497 046

grupobfingenieros@gmail.com

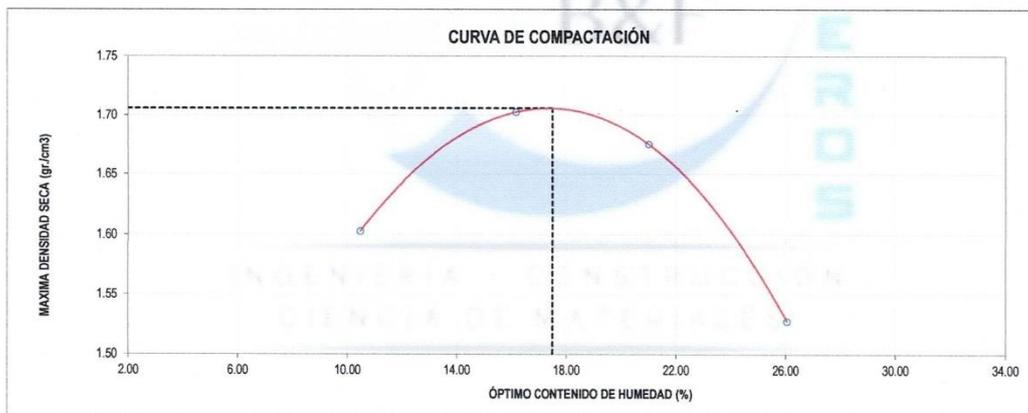
Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

## Anexo 6.10.8. Informe de Proctor modificado para CBR de C-02

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	CM-AE-15
	<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883</b>	Versión	01
		Fecha	29 / 11 / 2021
		Página	1 de 3
PROYECTO	"MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021"		
SOLICITANTE	GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA		
UBICACIÓN	USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD		
FECHA	NOVIEMBRE DE 2021		

Material	Sub Rasante	Profundidad:	1.20	m	Molde N°	S - 123
Procedencia	Calicata 02	Norte:	9,135,412	N	Masa del Molde gr.	6,304
Código Proyecto	C-02	Este:	784,888	E	Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2,141
Progresiva	-	Cota:	-	msnm	N° de Capas	5
					N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Masa de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,095	10,538	10,644	10,426		
Masa de Molde (gr.)	6,304	6,304	6,304	6,304		
Masa de suelo Húmedo (gr.)	3,791	4,234	4,340	4,122		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.98	2.03	1.93		
CAPSULA N°	T-01	T-02	T-03	T-04	-	-
Masa de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2,146.50	2,438.30	1,875.40	1,768.30		
Masa de suelo seco + Cápsula (gr.)	1,964.70	2,126.50	1,583.60	1,436.50		
Masa de Agua (gr.)	181.80	311.80	291.80	331.80		
Masa de Cápsula (gr.)	227.20	196.40	194.40	163.30		
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,737.50	1,930.10	1,389.20	1,273.20		
% de Humedad	10.46	16.15	21.00	26.06		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.70	1.68	1.53		



Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71
Óptimo Contenido de Humedad (%)	17.50

GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L.  
*Kevin Izquierdo*  
Eduar Kevin Izquierdo Julian  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIERO  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIAL  
*Cesar Marcello Ovares Diaz*  
ING. CESAR MARCELLO OVARES DIAZ  
REG. CIP. N° 199239

967 198 515 - 918 497 046

grupobingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

## Anexo 6.10.9. Informe de valor de soporte de california ASTM D1883 de C-02

	INFORME DE ENSAYO		Código	CM-AE-15
	ENSAYO DE DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883		Versión	01
			Fecha	29 / 11 / 2021
			Página	2 de 3

PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2021"
SOLICITANTE	: GUANILO SALIRROSAS VÍCTOR MANUEL Y VARGAS RUIZ MAYRA
UBICACIÓN	: USQUIL - OTUZCO - LA LIBERTAD
FECHA	: NOVIEMBRE DE 2021

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10.610		10.398		10.204	
Masa de Molde (gr.)	6.304		6.304		6.304	
Masa del suelo Húmedo (gr.)	4.306		4.094		3.900	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2,141.00		2,141.00		2,141.00	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01		1.91		1.82	
CAPSULA Nº	1		2		3	
Masa de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,822.30		2,789.10		2,647.30	
Masa de suelo seco + Cápsula (gr.)	1,584.72		2,393.10		2,270.10	
Masa de Agua (gr.)	237.58		396.00		377.20	
Masa de Cápsula (gr.)	227.20		123.45		121.43	
Masa de Suelo Seco (gr.)	1,357.52		2,269.65		2,148.67	
% de Humedad	17.50		17.45		17.56	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71		1.63		1.55	

#### ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 10 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	55	1.397	1.10	89	2.281	1.78	134	3.404	2.68
48 hrs	76	1.930	1.52	122	3.099	2.44	233	5.918	4.66
72 hrs	100	2.540	2.00	198	5.029	3.96	287	7.290	5.74
96 hrs	117	2.972	2.34	207	5.258	4.14	302	7.671	6.04

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA / PENETRACIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN
	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0.000	0.0		0.000	0.0		0.000	0.0	
0.025	13	0.6		11	0.6		8	0.4	
0.050	47	2.3		30	1.5		20	1.0	
0.075	81	4.0		53	2.6		35	1.8	
0.100	109	5.4	6.3	75	3.7	4.5	50	2.5	3.0
0.150	160	7.9		116	5.7		77	3.8	
0.200	195	9.7	10.1	145	7.2	7.6	97	4.8	5.0
0.300	237	11.8		179	8.9		119	5.9	
0.400	253	12.5		190	9.4		127	6.3	
0.500	259	12.8		196	9.7		131	6.5	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 10 GOLPES		

GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L.  
*Kevin...*  
Eduar Kevin Izquierdo Julian  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIEROS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
*Marcello...*  
ING. CESAR MARCELLO OLIVARES DIAZ  
REG. CIP. Nº 193239

967 198 515 - 918 497 046

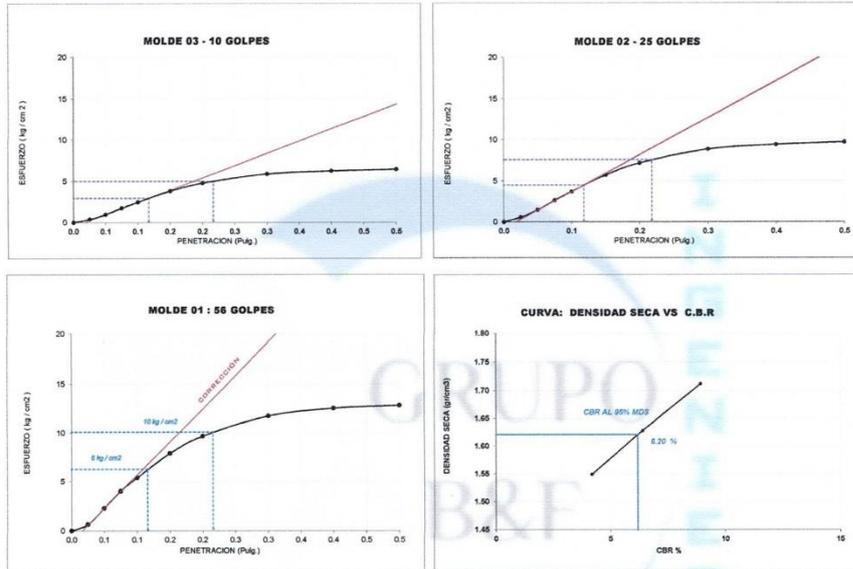
grupobfingenieros@gmail.com

Calle Tumbes Nº54 - Laredo - Trujillo - La Libertad

# Anexo 6.10.10. Informe de valor de soporte de california ASTM D1883 de C-02

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	CM-AE-15
	<b>ENSAYO DE DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883</b>	Versión	01
		Fecha	29 / 11 / 2021
		Página	3 de 3

**CURVAS - VALORES PRELIMINARES**



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	6.3	70.307	8.92	1.712
2	0.1	4.5	70.307	6.40	1.628
3	0.1	3.0	70.307	4.20	1.549

MOLDE Nº	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	10.1	105.46	9.58	1.712
2	0.2	7.6	105.46	7.18	1.628
3	0.2	5.0	105.46	4.76	1.549

METODO DE COMPACTACIÓN : **ASTM D1557**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	1.706
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.621
ÓPTIMO Contenido de Humedad	17.50%

RESULTADOS

Valor C.B.R. Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	8.92%
Valor C.B.R. Al 95% de la Máxima Densidad Seca	6.20%

GRUPO B&F INGENIEROS  
CONTRATISTAS E.I.R.L  
*Kenneth*  
Eduar Kevin Izquierdo Julian  
GERENTE GENERAL

GRUPO "B&F" INGENIEROS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES  
*[Signature]*  
ING. CESAR MARCELLO DIVARES DIAZ  
REG. CIP. N° 193239

967 198 515 - 918 497 046

grupobfingenieros@gmail.com

Calle Tumbes N°54 - Laredo - Trujillo - La Libertad







## Anexo 7. Porcentaje de similitud con el software Turnitin.

Mejoramiento del pavimento rígido en las principales calles del distrito de Usquil, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, 2021.

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>12%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.udch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>