



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Evaluación del pavimento rígido y propuesta de intervención en  
el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca, 2021**

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

**AUTORES:**

Cruz Tafur, José Manuel (ORCID: 0000-0002-9222-3564)

Vaca Arce, Jenifer Yoselin (ORCID: 0000-0002-2241-9131)

**ASESOR:**

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de Infraestructura Vial**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme la fortaleza para el camino de la vida, a mi hijo Yeshua quien es mi motivación del día a día, a mi mamá Alicia y mis hermanas Valeria y Astrid por su cariño inmenso y a mi papá Wilder, que, aunque no esté presente físicamente, sé que le hubiese gustado verme cumpliendo mis metas.

**Jenifer Yoselin Vaca Arce**

A Dios por brindarme fuerza, salud y bienestar.

A mis padres Jacoba y José por darme la motivación diaria para continuar con este sueño, a mi hermana Marita y su esposo Alex por el apoyo incondicional y constante en este largo camino y a todas aquellas amistades que creyeron en mí.

**José Manuel Cruz Tafur**

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestra más profunda gratitud a:

El Sr. Aysa Amiel Tufinio Sáenz por brindarnos la confianza necesaria en la realización del proyecto y por todo el apoyo logístico que esto implica.

Al Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova por el apoyo constante, los consejos y la paciencia necesaria para guiarnos en el desarrollo metodológico del proyecto.

Al Ing. Luis Alberto Horna Araujo por la guía y consejos durante la realización de la tesis, por la paciencia y la confianza que nos brindó durante todo el trayecto.

A la universidad César Vallejo por ser la casa de estudios en nuestra formación profesional, a todos los docentes que a lo largo de estos años nos enseñaron.

**Los Autores**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	18
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	19
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	19
3.5. PROCEDIMIENTOS .....	19
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	21
3.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	21
IV. RESULTADOS .....	23
4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	23
4.1.1. <i>Generalidades</i> .....	23
4.1.2. <i>Ubicación</i> .....	23
4.1.3. <i>Reconocimiento de la zona</i> .....	23
4.1.4. <i>Metodología del trabajo</i> .....	23
4.2. ESTUDIOS DE SUELOS.....	25
4.2.1. <i>Generalidades</i> .....	25
4.2.2. <i>Descripción del proyecto</i> .....	25
4.2.3. <i>Ensayos de laboratorio</i> .....	25
4.3. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI ...	29
4.3.1. <i>Calle Abundio Sagasti primer tramo</i> .....	30
4.3.2. <i>Calle German Gastegui</i> .....	31
4.3.3. <i>Calle Rafael Plenchen</i> .....	32
4.3.4. <i>Calle Abundio Sagasti – Segundo tramo</i> .....	33
4.3.5. <i>Calle Ángel Suarez</i> .....	34
4.3.6. <i>Calle Manuel León</i> .....	35
4.3.7. <i>Pasaje Trinidad</i> .....	36
4.3.8. <i>Calle Domingo Uriol</i> .....	37
4.4. ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR .....	41
4.4.1. <i>Generalidades</i> .....	41
4.4.2. <i>Conteo y clasificación vehicular</i> .....	41
4.4.3. <i>Metodología</i> .....	42
4.4.4. <i>Procesamiento de información</i> .....	42

4.4.5. Determinación del índice medio diario anual (IMDa).....	43
4.4.6. Determinación del factor de corrección.....	44
4.4.7. Resultados del conteo vehicular .....	45
4.4.8. Cálculo del IMD corregido .....	47
4.4.9. Cálculo del factor direccional y de carril.....	48
4.5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....	51
4.5.1. Diseño del Pavimento Rígido.....	51
V. DISCUSIÓN .....	60
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS .....	64
ANEXOS .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.RANGO DE CLASIFICACIONES DEL PCI .....	10
TABLA 2.HOJA DE REGISTRO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	12
TABLA 3.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO .....	13
TABLA 4.PUNTOS GEOGRÁFICOS DEL DISTRITO DE GUZMANGO.....	24
TABLA 5.NÚMERO DE CALICATAS Y UBICACIÓN.....	25
TABLA 6.PERFIL ESTRATIGRÁFICO .....	26
TABLA 7.CONTENIDO DE HUMEDAD .....	26
TABLA 8.LÍMITES DE CONSISTENCIA E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.....	27
TABLA 9.RESULTADOS DE CBR .....	29
TABLA 10.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO CALLE ABUNDIO SAGASTI PRIMER TRAMO. ....	31
TABLA 11.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DE LA CALLE GERMAN GASTEGUI. ....	32
TABLA 12.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DE LA CALLE RAFAEL PLENCHEN SAGASTI PRIMER TRAMO. ....	33
TABLA 13.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DE LA CALLE ABUNDIO SAGASTI SEGUNDO TRAMO. ....	34
TABLA 14.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DE LA CALLE ÁNGEL SUAREZ. ....	35
TABLA 15.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DE LA CALLE MANUEL LEÓN. ....	36
TABLA 16.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DEL PASAJE TRINIDAD.....	37
TABLA 17.CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO DE LA CALLE DOMINGO URIOL.....	38
TABLA 18.CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN PCI .....	38
TABLA 19.FECHAS DE CONTEO VEHICULAR DE LA AVENIDA ABUNDIO SAGASTEGUI ALVA, DISTRITO DE GUZMANGO. ....	42
TABLA 20. CONTEO VEHICULAR .....	43
TABLA 21. CLASIFICACIÓN VEHICULAR.....	45
TABLA 22.RESUMEN DE IMDA EXPRESADO EN VEHÍCULOS.....	46
TABLA 23.RESUMEN IMD CORREGIDOS .....	47
TABLA 24.CÁLCULO DE F. IMDA .....	50
TABLA 25.CÁLCULO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES .....	51
TABLA 26.TABLA RESUMEN DE LOS DATOS PARA LA ECUACIÓN AASTHO 93. ....	58
TABLA 27.VALORES DE LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO RÍGIDO .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CALLE SIN PAVIMENTAR RAFAEL PLENCHEN - SEGUNDO TRAMO .....	39
FIGURA 2. CALLE SIN PAVIMENTAR CALLE S/N .....	40
FIGURA 3. CALLE SIN PAVIMENTAR UBINDIO .....	40
FIGURA 4. CALLE SIN PAVIMENTAR MANUEL PLASENCIA QUIROZ.....	40
FIGURA 5. FÓRMULA PARA DETERMINAR EL IMDA .....	44
FIGURA 6. FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE – PROMEDIO (2010 – 2016).....	44
FIGURA 7. FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS POR UNIDAD DE PEAJE – PROMEDIO (2010 – 2016).....	45
FIGURA 8. FACTORES DE CORRECCIÓN DE IMD.....	47
FIGURA 9. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL. ....	48
FIGURA 10. TABLA DE PESOS Y MEDIDAS DE VEHÍCULO TIPO CAMIÓN.....	49
FIGURA 11. RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR LOS EJES EQUIVALENTES .....	49
FIGURA 12. ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTABILIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE SUELOS.....	52
FIGURA 13. VALORES RECOMENDADOS PARA RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGÚN EL RANGO DE TRÁFICO. ....	53
FIGURA 14. CORRELACIÓN CBR Y MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE .....	53
FIGURA 15. CBR MÍNIMO RECOMENDADOS PARA LA SUB BASE GRANULAR. ....	54
FIGURA 16. CORRELACIÓN CBR Y MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE .....	54
FIGURA 17. NÚMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES. ....	55
FIGURA 18. VALORES DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL, ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL Y DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD.....	56
FIGURA 19. VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (ZR) .	57
FIGURA 20. VALORES DE COEFICIENTE DE CARGA J.....	57

## RESUMEN

En la presente tesis se realizó la evaluación del pavimento rígido y propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca. El tipo de investigación es aplicada transversal, con diseño no experimental, descriptivo simple, teniendo como objetivos la realización del estudio topográfico mediante softwares, estudios de mecánica de suelos en donde el CRB promedio fue de 4.2%, a su vez se desarrolló el estudio de tráfico vehicular en la calle principal del distrito, en la cual se obtuvo un ESAL de 1601524,002 EE, se realizó una evaluación del pavimento rígido aplicando la metodología PCI que mediante una ficha de observación se pudo identificar el tipo de falla y nivel de severidad, donde la mayoría se encuentra en rango muy bueno y solo una calle pertenece al rango muy malo, también se encontró calles sin pavimentar es por ello que se realizó la propuesta de intervención del diseño estructural del pavimento rígido mediante la metodología AASHTO93. En conclusión, de acuerdo a la evaluación del PCI presentamos las características del diseño del pavimento rígido teniendo un espesor de 18 cm una base granular de 15 cm incorporando también un material de reemplazo para el terreno natural de 55 cm de espesor.

**Palabras claves:** Evaluación, diseño, pavimento rígido.



## **ABSTRACT**

In this thesis, the evaluation of the rigid pavement and intervention proposal in the district of Guzmango, Contumazá, Cajamarca was carried out. The type of research is applied transversal, with non-experimental design, simple descriptive, having as objectives the realization of the topographic study by means of softwares, soil mechanics studies where the average CRB was 4. The study of vehicular traffic on the main street of the district was carried out, in which an ESAL of 1601524.002 EE was obtained, an evaluation of the rigid pavement was carried out applying the PCI methodology, which by means of an observation card, the type of failure and severity level could be identified, where most of them are in the very good range and only one street belongs to the very bad range, also unpaved streets were found, that is why the proposal of intervention of the structural design of the rigid pavement was carried out by means of the AASHTO93 methodology. In conclusion, according to the evaluation of the PCI, we present the characteristics of the rigid pavement design with a thickness of 18 cm and a granular base of 15 cm, also incorporating a replacement material for the natural soil of 55 cm thick.

**Keywords:** Evaluation, design, rigid pavement.

## I.INTRODUCCIÓN

En el transcurrir de las décadas, la forma de transportarse ha ido evolucionando constantemente; por lo que la mejora de los caminos ha sido un factor importante en el mismo. En la actualidad, la red vial a nivel mundial viene presentando problemas debido a la poca o nula acción de los gobiernos de turno, los cuales han olvidado el mejoramiento y mantenimiento de las carreteras, pero no solo las carreteras que conectan las distintas ciudades o pueblos; sino que también, las vías dentro de la misma ciudad están en estado crítico por falta de mantenimiento.

Entre 1970 y 2000, según el portal web del Banco Mundial, se hizo la colaboración con el gobierno de Brasil, logrando la construcción de ciento setenta mil kilómetros (170 000 km) de vías con el fin de promover la migración desde las costas hacia el interior del país. Esto tuvo un impacto positivo para el PBI, el cual creció un 136% en ese periodo, debido a que la economía se desplazó a otros sectores como el turismo al interior del país y no solo en las costas; lo mismo pasó con las empresas y fábricas.

Según una investigación realizada por Balbín en 2013, los países de sudamericanos tienen tendencia a un crecimiento poblacional elevado produciendo a su vez un crecimiento en el parque automotor, esto genera un considerable problema el cual se ve reflejado en el número de vías urbanas, las cuales quedan ineficientes ante el elevado flujo vehicular por lo que se tiende a la explanación a lo largo del territorio.

En el Perú, las zonas rurales que cuentan con un tráfico de 200 vehículos por día, la mayor parte de sus calzadas fueron diseñadas con estándares aprobados por el sector correspondiente, empleando el Manual de Carreteras Vecinales aprobado en 1978 conjuntamente con el Manual para el Diseño de Carreteras de bajo volumen de tránsito sin pavimentar en las versiones de los años 2005 y 2008. A partir del año 2013 el Ministerio de Transportes y Comunicaciones viene difundiendo los parámetros de diseño geométrico de carreteras, mostrando los criterios y lineamientos mínimos para el diseño (Román, 2018).

Según el portal de líderes de opinión “Cajamarca opina”, la municipalidad en el mes de octubre del 2020 inauguró una obra de pavimentación valorizada en S/, 570 410.00 soles (quinientos setenta mil cuatrocientos diez soles), así mismo el alcalde anuncio que se firmara el contrato de pavimentación de 22 cuadras de la Av. Mártires de Uchuracay para mejorar la transitabilidad de este sector de la ciudad. Siguiendo con el mismo rubro, se ejecutará el mantenimiento de 200 kilómetros de vías carrozables en la zona rural y alrededor de 100 kilómetros de afirmado y estabilizado.

El avance de la pavimentación en el Perú está retrasada debido a los casos de corrupción, así como también al abandono de las autoridades con el proceso de mantenimiento de las mismas, esto es un problema antiguo, actual y futuro. Por lo que es necesario que se implementen proyectos que buscan crear, mejorar y rehabilitar las zonas, estos proyectos son de suma importancia para mejorar la habitabilidad de la población.

Por lo expuesto, durante el desarrollo del proyecto de investigación se dió respuesta a la interrogante ¿Cuál es el resultado de la evaluación y cuál es la propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca?

El proyecto se justifica teóricamente en el hecho que se empleara el método AASHTO 93 para realizar el análisis y diseño de los pavimentos rígidos en el distrito de Guzmango. Metodológicamente será un proceso ordenado y sistematizado, utilizando técnicas de investigación cuantitativa orientado a la evaluación del estado actual y diseño de pavimentos rígidos determinando los procedimientos para la jerarquización de los factores descriptivos, teniendo en cuenta las normas técnicas y los manuales con los estándares vigentes.

El análisis y diseño mejorará la transitabilidad en todo el distrito de Guzmango, logrando un beneficio tanto en el tránsito vehicular como peatonal; logrando un beneficio importante en la vida de los pobladores ya que, en la actualidad, la presencia de lluvias y fuertes vientos traen como consecuencia aniegos en la vía y levantamiento de polvo lo que genera problemas respiratorios en los pobladores.

Para dar solución al problema de investigación se planteó como objetivo general realizar la evaluación del pavimento rígido y propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca; así mismo se estableció como objetivos específicos realizar el levantamiento topográfico de la zona a trabajar, llevar a cabo un estudio de mecánica de suelos, realizar el estudio de tráfico del lugar, evaluar el estado del pavimento y realizar el diseño estructural del pavimento rígido.

Ante la situación se propone como hipótesis que la evaluación del pavimento rígido cumple con las especificaciones técnicas señaladas en la Norma de Pavimentos Urbanos Ce 010, la Norma AASTHO 93 (ASTM D-6433) y concluye en que la mayor parte del pavimento existente está en óptimas condiciones, requiriendo un diseño mínimo de construcción y mejoramiento en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca.

## II.MARCO TEÓRICO

Para la evaluación del pavimento rígido existen métodos para determinar el estado de este mismo, como también para su diseño, se requiere realizar estudios topográficos, estudios de suelos y estudios de tráfico que contribuyen en su estructura; existen muchas investigaciones donde muestran su metodología, resultados y conclusiones.

Como antecedente internacional, tenemos a Morales y Ortega (2019) que en su evaluación funcional del pavimento rígido en la carretera 18 entre la calle 15 al 22 en Girardot Cundinamarca Colombia, visualizaron el aumento de deterioro en las vías debido al flujo vehicular que ha incrementado por el turismo de la ciudad. Para realizar la evaluación los investigadores escogieron un tramo de 2 km el cual fue dividido en 2 sub tramos y así empezaron primero con el aforo vehicular para determinar el tránsito promedio diario (TPD), luego realizaron la inspección visual para identificar los tipos de fallas presentes y el número de losas afectadas para poder sacar el PCI y ver en qué estado se encuentra el pavimento y así recomendar una reparación adecuada para estos daños. Los autores concluyeron que aplicando la metodología PCI 2016, la condición del pavimento del tramo 2 se encuentra en mal estado y que presentan grietas lineales, pulvimientos de los agregados y descaramiento de junta como sus principales daños; pero los resultados de la evaluación total de los 2 km se encuentran en un estado regular dando como recomendaciones el sellado de las grietas si es mayor a 3 mm y que las reparaciones sean correctamente aplicadas bajo un desempeño de 5 a 15 años.

Salas y Sossa (2019) muestran en su tesis la elaboración de un diseño de pavimento rígido de las vías de inspección de policía de Playarrica del Municipio de San Antonio - Tolima, Colombia, para ello utilizaron el método INVIAS y AASTHO-93 los cuales tienen diferentes características y por lo tanto distintos resultados en el diseño del pavimento. Los autores para calcular el espesor de las capas y la modulación de la placa de concreto analizaron las condiciones topográficas de terreno como también las características del suelo, así mismo, realizaron estudios de tráfico para adquirir el foro vehicular y ensayos de laboratorio para obtener el

CBR. Una vez obtenidos los resultados del nivel de tráfico  $N = 853.165$ , del  $CBR = 3.5$  y del  $MR = 40$ , concluyeron que para el método AASTHO-93 el espesor de la placa de concreto sería de 17.5 cm y de la base granular es de 15 cm y con la metodología INVIAS se obtuvo un espesor de 25 cm de placa de concreto.

Entre los estudios también revisamos a Castro, M. Castro, L y Castro, P. (2020) que en su artículo de investigación tienen como objetivo diseñar estructuralmente las capas del pavimento rígido aplicando el método AASTHO-93, explicando el procedimiento paso a paso para una mejor comprensión de la metodología. Para iniciar con el desarrollo del método, se realizó un estudio de laboratorio analizando las muestras de suelo para obtener su clasificación por SUCS y AASTHO; así conseguir el CBR en relación al tipo de suelo dando como resultado 8%; para el análisis del tráfico se realizó un conteo de los vehículos por 7 días a través de una videocámara colocada en la sección a pavimentar, permitiendo definir la cantidad, tipo y características; como también Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), para reconocer la composición del tráfico que transita sobre la vía. Aplicando el Método AASTHO-93 y con los estudios antes mencionados, los autores diseñaron las capas estructurales, el espesor de la losa de hormigón que obtuvieron fue de 0.15 m y la sub base de 0.22 m. Llegaron a la conclusión que mostrando la aplicación paso a paso de este método se diseñara de manera más entendible la estructura del pavimento rígido.

Por su parte Delgado y Rivera (2018), propusieron en su tesis elaborar un nuevo diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima en el km 11 de la ciudad de Naranjal, Taura – Ecuador, como un proyecto alternativo para una futura rehabilitación. Los métodos de diseño que utilizaron para el pavimento es el PCA 84, AASTHO 93 y Losas de Dimensiones Optimizadas (TCP) desarrollados mediante Software. Para el método PCA utilizaron el software StreetPave 12 el cual se tiene que ingresar parámetros como el estudio de tráfico, el CBR, la serviciabilidad y automáticamente el programa arroja el espesor de la capa en este caso de 12 cm. Por otro lado, para el desarrollo de la metodología AASHTO 93 emplearon el software WinPAS 12 que requiere de los datos de ESALs, confiabilidad, módulo resiliente, desviación estándar, dando como resultado un

espesor de losa de 13 cm y, por último, para el método Losa de Dimensiones Optimadas se ejecutó con el programa OptiPave2 que toma en cuenta el tráfico, las características del hormigón, las capas del suelo y el clima dando un espesor de 12.5 cm. Los autores concluyeron que cada método de diseño se complementa por sus diferentes parámetros a utilizar, pero la metodología TCP, a pesar de que no es utilizada debido al poco conocimiento, brinda una perspectiva nueva de conseguir mejor rendimiento en el pavimento rígido.

En el ámbito nacional Hanco (2016), en su tesis "Estudio y Diseño del Pavimento Rígido", tiene como objetivo calcular las dimensiones de las capas del pavimento de menor costo y un periodo de vida útil de la avenida Perú, tramo I de los jirones Mantaro y Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, Puno. Para el desarrollo de su investigación utilizó el método Portland Cement Association (PCA) que trabaja con dos criterios por fatiga y erosión considerando el esfuerzo de las cargas y los efectos de la deflexión del pavimento como también el método AASHTO 93, que incluye la serviciabilidad como medida de capacidad para que el pavimento tenga una superficie suave y lisa. El autor para desarrollar ambos métodos necesitó conocer las propiedades físico-mecánicas de los suelos para la obtención del módulo resiliente y el estudio de tráfico para que la estructura del pavimento sea diseñada para sobrellevar las cargas vehiculares. Los espesores determinados por el método de la PCA fueron LC= 18 cm y la Sub base= 20 cm, mientras que los espesores calculados con el método AASHTO 93 fueron para LC= 17.45 cm y la Sub base= 22.55 cm. Se concluyó asumiendo que las capas finales para la estructura del pavimento sería un promedio de ambos métodos teniendo así la losa de concreto y la sub base de 0.20 m cada una y la subrasante de 0.30 m.

Teniendo en cuenta a Doig (2019), quien tuvo como objetivo principal verificar el estado de preservación del pavimento rígido de 570 metros de la Av. Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz - Ancash, por medio del método Índice de condición del pavimento. Para ello lo primero que desarrolló fue la inspección visual a los 2 tramos evaluados empleando las fichas del método PCI, donde se registró los datos generales como el nombre del evaluador, las dimensiones, la antigüedad, el nombre de las losas y también los datos de evaluación como los

tipos de fallas, el nivel de severidad y densidad, ya que con esos resultados aplicados a los ábacos pudo obtener los cálculos del Valor de Reducción individual (VR) y el Valor de Reducción Total (VRT), y así determinó el PCI de cada una de las calles. Los resultados obtenidos mostraron que en el tramo I se encontró el daño por sello de junta con un PCI de 10%, Muy malo, en el tramo II se presentó el daño por grietas lineales con un PCI de 40%, Regular; y en promedio se obtuvo un PCI de 25% clasificando al pavimento rígido de Malo. La autora concluyó que el pavimento necesita un mantenimiento con urgencia para mejorar su transitabilidad.

Por otro lado, Inga (2019) desarrolló en su investigación el Diseño del pavimento rígido para el mejoramiento del tránsito vehicular y peatonal en Zona Cero, distrito de Amarilis, Huánuco. Para ello, realizó una investigación en la zona de estudio para la obtención de la clarificación de los suelos y hacer uso de laboratorio para conseguir el CBR junto con el módulo resiliente, también llevó a cabo el estudio de tráfico para calcular la carga de los vehículos que se va a utilizar, tanto para el diseño de veredas como en el diseño del pavimento rígido, ejecutados con la metodología PCA y ASSTHO 93 respectivamente. Como resultados se mostró que las veredas tendrán un espesor de 10 cm y la estructura del pavimento rígido tendrá una losa de 0.20 m con una sub base de 0.15 cm. Concluyó que con el diseño estructural del pavimento se mejorará el tránsito vehicular y peatonal cambiando el estilo y la habitabilidad de los habitantes.

López (2019), elaboró en su investigación el diseño de pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para las calles urbanas del distrito de Ferreñafe, Lambayeque, debido que el fenómeno del niño costero perjudicó notablemente su distrito; para ello se hizo un estudio de flujo vehicular para adquirir el IMDa, un estudio topográfico para el levantamiento de la zona, un estudio de mecánica de suelo para determinar el porcentaje de CBR y un estudio hidrológico para calcular las precipitaciones. El diseño estructural del pavimento se ejecutó con el método AASTHO-93 dando un espesor de 0.20m de losa de concreto y el diseño hidráulico de cunetas se basó en los conceptos teóricos, el revestimiento y en la calidad del concreto, la sección de la cuneta es rectangular de 0.15 m de ancho por 0.20 m de alto. El autor determinó que estos diseños harán el pase vehicular y peatonal más



cómodo en tiempo de lluvias, también ayudará en la reducción de estancamientos de agua y a llevar un control de las escorrentías pluviales.

Por último, a nivel local, también se tiene estudios como el de Saldaña (2018), quien realizó el diseño de pavimento rígido para la Avenida Industrial del distrito de Cajamarca. La zona de estudio cuenta con 2,420 km conectando el hospital principal con la ciudad de Cajamarca, la cual necesita un mejoramiento en el tránsito. Los estudios realizados que el autor tomó en cuenta se encuentran en la normativa DG-2018, tales como el estudio topográfico, el estudio del suelo y el estudio de tráfico vehicular; que una vez procesados dieron como resultados un CRB= 11.40% y un IMD=1362 Veh/día; Saldaña utilizó el Método AASTHO 93 para calcular las medidas de las capas del pavimento determinando que la losa de concreto tendría un espesor de 0.20 m y la base granular de 0.15 m. Como conclusión, se dio a conocer que con la prestación de este proyecto mejorará el tránsito vehicular para cualquier emergencia.

Asimismo, Arteaga (2020), en su tesis tuvo como objetivo diseñar el pavimento rígido y veredas para el mejoramiento de las calles del Centro Poblado Valla Callacate en el distrito de Cutervo, Cajamarca; ya que en el lugar de estudio se consideró como prioridad la ejecución de este proyecto para mejorar el estilo de vida a los residentes. Para la culminación de esta investigación el autor partió con un levantamiento topográfico, un estudio de tráfico de la zona y estudios de mecánica de suelos procedidos en un laboratorio. Una vez obtenidos los resultados de los estudios antes mencionados, Chávez procedió aplicar el Método AASTHO 93 con un periodo de diseño de 20 años, la tasa de crecimiento de 2% y un CBR del 12.83% dando como espesores de la losa de concreto y sub base granular de 15 cm cada uno, para las veredas se tuvo que realizar un mejoramiento del suelo, por lo que se planteó agregar un afirmado de 15 cm, arenilla de 12 cm para que recién se coloque la losa de concreto de 15 cm y tenga la vida útil estimada en su periodo de diseño.

Al igual que Cubas (2018), se encargó de realizar un estudio definitivo en la zona para desarrollar el pavimento rígido de la Avenida Amazonas del distrito de Bambamarca, Hualgayoc – Cajamarca. En este proyecto, también se incluyeron la ejecución de las obras de arte como pontones, alcantarillas y muros de contención para colocarlos en las zonas vulnerables. El autor realizó los estudios básicos de topografía, el estudio de tráfico para luego clasificar los vehículos, los estudios de mecánica de suelos para precisar los perfiles estratigráficos y así aportar con el diseño estructural del pavimento que fue desarrollado con el Método AASHTO 93`. Cubas mostró como conclusiones que el espesor de la losa de concreto y la sub base granular serían de 20 cm y con el estudio hidrológico y drenaje se identificó el número de las obras de arte que se necesita en el tramo, siendo estas, 04 alcantarillas, 02 pontones y 10 muros de contención.

Urrugarra (2020), desarrolló en su investigación el análisis del estado de conservación de las vías vehiculares del distrito de Ichocan, provincia de San Marcos - Cajamarca, mediante el método PCI, donde el autor seleccionó 8 calles principales que muestran un mayor desgaste en el pavimento, las cuales en cada una de ellas fueron evaluadas los tipos de fallas y su severidad con las que se encontraron. Luego de la inspección mostró como resultados a un pavimento en su mayoría en condiciones deficientes, teniendo 3 tipos de daños concurrentes primero las fallas por grietas lineales tanto longitudinales, diagonales y transversales con un total de 52 losas, segundo la falla por pulimento de agregados con un total de 24 losas y por último la falla parche grande con un total de 23 losas. Por consecuencia en el promedio de las 8 calles Urrugarra obtuvo un PCI de 36.49 que clasifica como un pavimento tipo Malo, debido al resultado concluyó que se recomienda una reconstrucción del pavimento, removiendo todo el existente ya que cumplió su tiempo de vida útil de más de 45 años.

Para dar a entender a más detalle el desarrollo de las variables y sus dimensiones, explicamos a continuación las características y funcionalidad tanto a nivel teórico como normativo.

El pavimento está compuesto por capas superpuestas colocadas horizontalmente, las cuales tienen que ser compactadas con precisión, en su diseño y construcción se utilizan materiales apropiados que cumple con las especificaciones técnicas requeridas. Estas estructuras van sobre la subrasante que son los que resisten las cargas del alto tránsito automovilístico durante el tiempo de vida de su diseño. Dentro de sus funciones cabe mencionar que debe ser duradero y así proporcionar una superficie de rodadura para permitir un tráfico vehicular y peatonal seguro bajo cualquier condición climática (Montejo, 2002)

A medida que los años van pasando los pavimentos existentes de las diferentes ciudades sufren cambios unos más notables que otros; para ello existen métodos donde ayudan a identificar estas fallas y así poder darle una solución al problema y un mejor servicio a la población. Dentro de los estudios más reconocidos que utilizan para la evaluación del pavimento está la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) que fue desarrollado por el cuerpo de ingenieros del Ejército de los Estados Unidos entre los años 1974 y 1975. (Vásquez, 2002)

Vásquez (2002) explica que el método Pavement Condition Index con sus siglas en inglés PCI, es un indicador numérico que aprecia las condiciones superficiales de un pavimento ya que permite la identificación del deterioro de las vías por medio de la observación y así poder ofrecer un mejoramiento en su diseño. El grado numérico del PCI empieza de 0 siendo esta la condición fallida, hasta 100 la cual representa una condición excelente, como se aprecia en la tabla 1.

**Tabla 1. Rango de clasificaciones del PCI**

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
<b>[ 100 - 85 ]</b>	Excelente
<b>[ 85 - 70 ]</b>	Bueno
<b>[ 70 - 55 ]</b>	Muy bueno
<b>[ 55 - 40 ]</b>	Regular
<b>[ 40 - 25 ]</b>	Malo
<b>[ 25 - 10 ]</b>	Muy malo
<b>[ 10 - 00 ]</b>	Fallado

Fuente: Vásquez (2002)

Durante la evaluación se tiene que identificar el nivel de severidad de los daños en las fallas del pavimento rígido; estos se dividen en 3 niveles: L (low, bajo), M (médiun, medio) y por último H (high, alto), así mismo existen un total de 19 fallas propuestos por el PCI para el análisis del estado del pavimento, estos son: buckling, grieta de esquina, losa dividida, grietas longitudinales y transversales, Grieta de Durabilidad "D", Escala, Sello de junta, desnivel de carril, parcheo grande, parcheo pequeño, pulimento de agregado, popouts, bombeo, punzonamiento, grieta lineal, cruce de vía férrea, mapa de grietas, grietas de retracción, descascaramiento de esquina y descascaramiento de junta (Vásquez, 2002).

Para el desarrollo de la evaluación se necesita una ficha de campo que nos ayudará con el registro de datos y se tiene que llenar con la siguiente información: fecha, ubicación, sección, número de losa, tipo de fallas, niveles de severidad, cantidad y nombre del personal que realiza la inspección, el cual se puede visualizar en la tabla 2 (Vásquez, 2002).

**Tabla 2. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido**

		<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:		Unidad de Muestra:		Fecha:	
Numero de Losas:		Sección:		Área:	
Evaluado por:					
Tipos De Fallas					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño					
Severidad:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		

Fuente: Vásquez (2002) con modificaciones propias

Una vez obtenido el valor deducido de la hoja de registro y prosiguiendo con la obtención del PCI se calcula el máximo valor deducido corregido (CDV) el cual se puede observar en la tabla 3.

El resultado del CDV se aplicará a la fórmula  $PCI=100 - \text{Max. CDV}$  para obtener el PCI e identificar la clasificación del pavimento (Vásquez, 2002).

**Tabla 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido**

No.	Valores Deducidos					VDT	q	CDV
1								
2								
3								
4								
5								
							<b>MAX. CDV=</b>	

Fuente: Vásquez (2002)

Por otro lado, para la estructuración del pavimento se debe considerar tres factores infaltables para el diseño de la estructura interna del pavimento: uno de ellos es el tránsito, ya que se debe tener en cuenta las cargas por eje simple, tándem o trídem porque pueden ocasionar alteraciones sobre el pavimento y es fundamental para el cálculo; otro factor es la subrasante, depende de las propiedades de esta capa se determina el espesor del pavimento. También es muy importante tener presente la sensibilidad de la subrasante a la humedad ya que puede sufrir variaciones de volumen como hinchamiento o retracción y ocasionar graves daños a la estructura, si en caso se encuentre este tipo de suelo se deberá impermeabilizar o utilizar algún aditivo. El último factor es el clima: Las lluvias y cambio de temperaturas son los que más afectan a un pavimento en su resistencia, compresión y los cambios de volumen de los suelos de la subrasante (Montejo, 2002). Por eso, siempre se debe tener en cuenta estos factores en el momento del análisis y evaluación para su diseño.

Para Montejo (2002), el pavimento rígido tiene la capacidad de resistir esfuerzos a la tensión ya que está compuesto por losas de concreto hidráulico que tiene un alto coeficiente de elasticidad. La losa de concreto descansa sobre la subrasante y/o sub base que tienen poca influencia en el diseño de esta misma por lo que reciben una menor intensidad de los esfuerzos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2014).

Según Corredor (2004) las principales características del pavimento rígido es que tiene la capacidad de distribuir la carga en un área grande del suelo donde la mayor parte de la capacidad la tiene la capa superior también se debe tener en cuenta que siempre deben ser construidos con concreto – cemento, ya que el comportamiento del pavimento rígido influye de manera importante en la resistencia del concreto y no olvidar que las mínimas variaciones de la subrasante no ejercen en su capacidad estructural.

Para que el pavimento rígido tenga un óptimo funcionamiento las capas que lo conforman deben cumplir con ciertos requerimientos; la sub base tienen la importante función de evitar la acción de bombeo en las grietas, juntas y extremos del pavimento ya que cuando el agua ingresa licua el suelo fino de la subrasante dando lugar de que cada vez que circule un vehículo el líquido salga a la superficie, por estas razones esta capa debe contar un drenaje óptimo para prevenir el almacenamiento de agua bajo el pavimento, la sub base también contribuye a controlar y disminuir los cambios volumétricos de la subrasante. Por otro lado, la losa de concreto debe ser impermeable y evitar en lo posible el paso del agua a la sub base, la superficie de rodamiento tiene que ser uniforme y estable al transporte vehicular y resistir los efectos abrasivos del tránsito ya que tiene como función estructural de transmitir y soportar correctamente los esfuerzos que le apliquen (Montejo, 2002).

La Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos (2010), considera estos factores para el diseño estructural del pavimento rígido como tener una buena calidad del suelo de fundación y que, sobre esta base, se colocará la capa de rodadura, contar con las características y volumen del tránsito vehicular. Es indispensable para el

diseño del pavimento, también tener en cuenta la vida útil de este mismo. Por último, saber las condiciones atmosféricas y las características geométricas de la vía. También considera los requisitos que debe tener el pavimento rígido en su estructuración, siendo así que la subrasante muestra un 95% de compactación para suelos granules con Proctor modificado y para suelos cohesivos con Proctor estándar, considerando un espesor compactado de  $\geq 250 \text{ mm}$  para vías locales y colectoras y para vías arteriales y expresas un espesor  $\geq 300 \text{ mm}$ . Para la subbase se considera un CBR  $\geq 30\%$  Los espesores de la capa de rodadura debe ser  $\geq 150 \text{ mm}$  para las vías locales, colectoras y arteriales y para las vías expresas la losa debe ser  $\geq 200 \text{ mm}$ ; por último, el material debe tener un MR  $\geq 34 \text{ kg/cm}^2$  (3.4 MPa).

En el MTC (2014), muestra que en el diseño del pavimento rígido influyen dos parámetros importantes; los primeros son las cargas de tráfico vehicular denominados Ejes Equivalentes (EE) que a su vez se dividen en tres categorías, los caminos de bajo volumen vehicular de 150,001 EE hasta un 1`000,000 EE, los caminos que tienen un transitabilidad de 1`000.001 EE hasta 30`000,000 EE y los caminos que pasan los 30`000,000 EE. El otro parámetro que influye son las características de la subrasante que en base a su capacidad de soporte CBR se divide en seis categorías donde cada categoría tiene un rango de porcentaje empezando con un  $CBR < 3\%$  y cerrando con un  $CBR \geq 30\%$ , se considera un material apto a los suelos con  $CBR \geq 6\%$ , pero de acuerdo a los estudios el CBR es menor al 6% se procederá a la estabilización del suelo.

Las cargas de los ejes equivalentes (EE) tienen vínculo con la realización de un estudio de tráfico donde implica conocer el número y clasificación del transporte que circulan en el lugar de estudio, esta información se puede disponer de los registros de los peajes y pesajes del propio MTC; también se puede obtener esta información mediante un conteo de vehículos registrando los datos en la ficha técnica estándar para carreteras del sector transporte, este conteo puede realizarse en siete o en dos días en uno tipo laborable y en un día sábado o, si el caso lo amerite, durante más días (MTC, 2014). Todo este estudio de tráfico proporciona



la información del IMDA, que es el cálculo del volumen de tránsito de un periodo de 24 horas de todo un año. (MTC, 2006).

Las características mecánicas y físicas de la subrasante se hacen mediante una calicata de 1.50 m de mínima profundidad ubicadas longitudinalmente y en forma alternada sobre el ancho de la calzada, el número de calicatas es depende el IMDA de cada tipo de carretera. Una vez que se haya identificado la clasificación de los suelos, se elabora un perfil estratégico para cada tramo de estudio y así realizar el ensayo del CBR que es el valor de resistencia del suelo referido al 95% de la Máxima Densidad Seca (MDS) y una carga de penetración de 2.5mm. Los CBR mínimos para la sub base granular de los pavimentos rígidos según la intensidad de tráfico expresado en EE son: para tráficos  $\leq 15 \times 10^6$  EE el CBR mínimo es de 40% y para el tráfico  $> 15 \times 10^6$  EE el CBR mínimo es de 60% referidos al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm) (MTC, 2014).

Existen tres tipos de pavimento rígido: el simple con juntas, el reforzado con juntas y continuamente reforzado. Dentro nuestra realidad nacional, se utilizan los pavimentos de concreto simple con juntas debido a los tiempos de diseño que se aplican. Las juntas tienen como objetivo controlar y prevenir las grietas y fisuras de las losas del pavimento debido a que el concreto tiende a contraerse por pérdida de humedad y los cambios de temperatura a la que están expuesto. Su función es dividir el pavimento en secciones para que así las losas tengan libertad de movimiento y pandeo y transfieran las cargas entre ellas. Así mismo, las juntas pueden ser longitudinales que son las que definen los carriles y por donde circularán los vehículos y las juntas transversales, que se ubican perpendicularmente a las longitudinales. (MTC, 2014).

En nuestro país, para el dimensionamiento de las secciones del pavimento se usa el Método AASTHO Guide for Desing of Pavement Structures versión 1993, el cual resalta que para una nueva construcción del pavimento tiene un nivel de servicio alto que conforme va pasando el tiempo el nivel va disminuyendo por el tránsito vehicular; este método asigna un nivel de servicio final que se debe preservar al

terminar el periodo de diseño. Para el cálculo de la estructura del pavimento se hace uso de la ecuación AASHTO 93 donde se asume un valor de la medida de la losa que se considera como mínimo de 150 mm hasta obtener el resultado final del espesor el cual debe soportar las cargas que van a transitar sobre la superficie. La ecuación está formada por el número previsto de ejes equivalente ( $W_{8,2}$ ), la desviación normal estándar ( $Z_r$ ), el error estándar combinada ( $S_o$ ), el espesor de la losa de concreto, la diferencia entre el índice de servicio final e inicial ( $\Delta PSI$ ), el índice de serviciabilidad ( $PSI$ ), el módulo resiliente ( $M_r$ ), el coeficiente de drenaje ( $C_d$ ), el coeficiente de transición de carga ( $J$ ), el módulo de elasticidad ( $E_c$ ), y el módulo de reacción ( $K$ ) y los parámetros que intervienen en esta ecuación son: el periodo de diseño que se establece como mínimo 20 años, el tránsito ESALs, la serviciabilidad, la confiabilidad "R" y desviación estándar ( $S_o$ ), el suelo (CBR) y efecto de capas de poyo ( $K_c$ ), la resistencia flexo tracción ( $MR$ ), el módulo elástico del concreto, el drenaje y la transferencia de carga (MTC, 2014).

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es del tipo aplicada porque utiliza el método AASTHO 93 para el análisis y diseño del pavimento rígido; es transversal porque en el ámbito de estudio se realiza una medición y se trabaja en forma secuencial siguiendo las etapas de investigación. Así mismo, es descriptiva porque analiza los datos obtenidos de las calles del distrito de Guzmango para el análisis y propuesta de intervención del pavimento, mejorando la transitabilidad en el sector a trabajar (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El diseño de investigación considerado es no experimental, descriptivo simple porque se observarán y analizarán los valores de la variable para determinar el mejor diseño para la elaboración del pavimento rígido; cuyo esquema es el siguiente:



Dónde:

M: Calles del distrito de Guzmango, Contumazá, región Cajamarca.

O: Evaluación del pavimento, Levantamiento topográfico, Estudio de Mecánica de suelos, Estudio de Trafico y Diseño del pavimento.

#### 3.2. Variables y operacionalización

En la presente investigación se presentan dos variables de estudio:

La primera variable de estudio es la evaluación del pavimento rígido, el cual se define conceptualmente como el análisis estructural del pavimento se basa en la teoría de la elasticidad bajo el supuesto de materiales perfectamente elásticos, isotrópicos y homogéneos. (Londoño, Cipriano, 2020).

La segunda variable de estudio es el diseño del pavimento rígido, definiéndose conceptualmente como el nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal, de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo. (MTC, 2018).

Además, se tomarán como dimensiones a: Condiciones del pavimento, Tipo de fallas, Levantamiento Topográfico, Estudio de Mecánica de Suelos, Estudio de Tráfico, y el Diseño estructural del Pavimento; teniendo como escala de medición De Razón.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población que abarca el proyecto es el distrito de Guzmango, provincia de Contumazá, región de Cajamarca.

Se determina como muestra las calles del distrito de Guzmango, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca.

El tipo de muestreo a utilizar es el no probabilístico por conveniencia, debido a que las calles escogidas para la realización del proyecto carecen de pavimentación.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizará las técnicas de Análisis Documental, la cual se aplicará a los levantamientos topográficos y estudios de mecánica de suelos; la Observación Estructurada aplicada a la evaluación del pavimento y al estudio de tráfico de la zona a estudiar.

Se aplicarán dos instrumentos de recolección de datos, la Ficha de Registro proveniente del análisis documental y la Guía de Observación producto de la observación estructurada en el estudio de tráfico

### **3.5. Procedimientos**

Para comenzar se solicitó mediante una carta de presentación dirigida al Sr. Aysa Tufinio Sáenz, alcalde del distrito de Guzmango, provincia de Contumazá, el plano catastral de la zona (Anexo 2 y 4).

El procedimiento de obtención de datos para levantamiento topográfico, se realizó mediante el programa Google Earth Pro donde se obtendrá los puntos geográficos del distrito de Guzmango, posteriormente mediante el programa Global Mapper, se

obtuvo las curvas de nivel de la zona de estudio, la cual se exportará al software Civil 3D Metric en el cual se procedió a realizar los planos de planta y secciones respectivas del proyecto.

Para el estudio de mecánica de suelos, se solicitó el permiso correspondiente al alcalde del distrito de Guzmango para realizar la excavación de las tres calicatas, se procedió a delimitar la zona y la excavación de un metro y medio de profundidad continuando con la extracción de 40kg de tierra, se embalo y se trasladó a Trujillo en donde se movilizó hasta el laboratorio JVC Consultoría Geotécnica para empezar a realizar los ensayos correspondientes, los cuales fueron entregados después de una semana.

En campo se procedió a realizar la evaluación del estado real de los pavimentos del distrito mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) con el cual podemos determinar mediante la observación y bajo parámetros el nivel de falla que se presenta en tramos seleccionados previamente, los datos obtenidos en campo fueron procesados en gabinete para determinar la condición real de los pavimentos en el distrito de Guzmango.

Para determinar el volumen diario de tráfico, el estudio se realizó en la principal avenida del distrito en el cual mediante observación se contabilizó la cantidad y tipos de vehículos que transitaban por esa zona en ambas direcciones por cada hora del día, este proceso se repitió por 7 días continuos para determinar el promedio diario de vehículos, para esto se utilizó la ficha técnica de conteo vehicular del MTC.

En el proceso de diseño del pavimento rígido primero se tuvo en cuenta la evaluación de las calles del distrito aplicando el método de PCI, así mismo es requerido los resultados obtenidos en el estudio de tráfico vehicular y el estudio de mecánica de suelos. Con todos los parámetros obtenidos se procedió a diseñar la estructura del pavimento aplicando la metodología AASHTO 93.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Con el plano catastral se delimitó los alrededores del distrito, así mismo se determinó las calles a trabajar.

Los datos geográficos y curvas de nivel serán procesadas en el programa Civil 3d 2020 Metric, en el cual se determinará la ubicación exacta del proyecto, se realizará los planos de planta y secciones del pavimento.

Los resultados del laboratorio de mecánica de suelos fueron procesados en gabinete en donde se determinó las características del suelo de fundación para diseñar el pavimento.

Con ayuda del Manual PCI ASTM D-6433 se realizó el análisis de los pavimentos existentes mediante fichas de evaluación para determinar los niveles de deterioro de los pavimentos existentes.

A través de la observación en campo y junto con la ficha técnica de conteo vehicular que la proporciona el MTC se procedió a contabilizar el número de vehículos de acuerdo a su clasificación, esto se realizó las 24 horas del día, por una semana para sacar el IMD y así determinar la muestra representativa de la cantidad de vehículos que debe soportar el pavimento.

El diseño de la estructura del pavimento se realizó en gabinete con la aplicación de los parámetros obtenidos en la evaluación del pavimento, el estudio de tráfico vehicular y los estudios de mecánica de suelos.

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación utilizó tesis, artículos, e investigaciones publicadas en fuentes confiables y que por norma sean citadas y referidas correctamente de acuerdo al Manual ISO 690 y 690 – 2. Los datos empleados han sido procesados de manera fidedigna y veraz, sin interrumpir, falsificar o inventar ningún tipo de información para lograr y obtener los resultados que se requiere en el proyecto. Es responsabilidad de los autores de este trabajo de investigación, del

desarrollo de la información, de la aplicación del Método AASHTO-93 para el diseño del pavimento rígido, de los cálculos y de los resultados; así mismo, de que sea evaluado por el programa Turnitin para que valide el grado de similitud.

## **IV.RESULTADOS**

### **4.1. Estudio topográfico**

#### **4.1.1. Generalidades**

El levantamiento topográfico es un estudio en el que se describe las características del terreno, en el cual se analiza la superficie de la tierra para cual se tiene en consideración sus diversas características. Utilizando la planimetría y altimetría.

#### **4.1.2. Ubicación**

Distrito de Guzmango, Provincia de Contumazá, Región de Cajamarca.

#### **4.1.3. Reconocimiento de la zona**

Durante la visita de campo en el distrito de Guzmango se hizo un reconocimiento de las calles del lugar. En donde se observó que la calle Abundio Sagasti cuenta con pavimento rígido en un estado casi perfecto, así como la mayoría de calles existentes. Así mismo la calle Trinidad presenta un notable acabado del pavimento, en el cual se a procedido a parchas las zonas, pero a lo largo del tiempo estos se han ido deteriorando dejando a la calle en un estado muy deficiente con respecto a las otras. (anexo 5)

También se observó calles que no cuentan con un pavimento debido a que son zonas que poco a poco se han ido poblando para las cuales se hará una propuesta de diseño adecuado a la zona, la cual cuenta con un kilometra aproximado de 1.2km de recorrido, las evidencias fotográficas se podrán apreciar en los anexos respectivos.

#### **4.1.4. Metodología del trabajo**

La metodología adoptada para cumplir con los objetivos propuestos fue el siguiente:

Por medio del reconocimiento en campo se recolecto detalles para el levantamiento la cual se llevó a cabo gracias a la utilización de tres softwares, el Google Earth Pro (anexo 6), la cual se utilizó para la



ubicación y delimitación de la zona. Con la delimitación elaborada se procedió a utilizar el programa Global Mapper (anexo 7) en donde con los datos geográficos nos permitió obtener las curvas de nivel de la zona previamente delimitada y para la culminación se utilizó el Civil 3D Metric en el cual una vez importando las curvas de nivel, se elaboró los diversos planos requeridos para el diseño. (anexo 23)

#### 4.1.4.1. Personal y equipos necesarios

Los tesisistas realizaron el levantamiento por medio de software, para lo cual se requirió utilizar laptops y aplicaciones de móvil para obtener las coordenadas de los puntos iniciales.

#### 4.1.4.2. Puntos de georreferenciación (Excel)

Los puntos de geográficos están expresados en el sistema Datum UTM WGS84, el cual es el sistema de georreferenciación universal más utilizado, debido a que te permite localizar cualquier punto de la Tierra sin necesitar otro sistema de referencia.

En la investigación se logró obtener 1769 puntos con sus respectivas coordenadas y altitudes (ver tabla 4).

**Tabla 4. Puntos geográficos del distrito de Guzmango**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>1</b>	9183442.926	732439.052	2615.038	TN
<b>2</b>	9183440.765	732439.491	2615.147	TN
<b>300</b>	9183280.219	732302.007	2583.913	TN
<b>400</b>	9183334.534	732156.73	2545.775	TN
<b>500</b>	9183261.302	732159.908	2551.963	TN
<b>600</b>	9183253.866	732000.636	2512.876	TN
<b>800</b>	9183192.058	732157.937	2558.694	TN
<b>1000</b>	9183137.836	732122.129	2556.84	TN
<b>1500</b>	9183170.543	732213.484	2571.053	TN
<b>1769</b>	9183048.083	732263.8516	2599.599	TN

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Estudios de suelos

### 4.2.1. Generalidades

El presente estudio de mecánica de suelos se llevó a cabo en el Laboratorio “JVC Consultoría Geotécnica” con el fin de determinar las características físicas y mecánicas del suelo existente a través de calicatas del proyecto: “Evaluación del pavimento rígido y propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca, 2021”, que de manera rápida fue llevado al laboratorio, para realizar el estudio correspondiente a cada calicata (anexo 10).

### 4.2.2. Descripción del proyecto

Para realizar la evaluación del pavimento rígido del distrito de Guzmango, se programó actividades de reconocimiento del terreno y área de estudio (visita de campo), donde por medio de calicatas (ver tabla 5) se extrajo muestras de suelo que sirvieron para realizar el perfil estratigráfico, de las cuales se realizó un análisis del estudio granulométrico, proctor modificado y CBR determinando los espesores de capa.

**Tabla 5. Número de calicatas y ubicación**

CALICATA	PROFUNDIDAD (M)	UBICACIÓN
C – 1	1.50	Jr. Suarez cuadra 1
C – 2	1.50	Jr. Grau cuadra 3
C - 3	1.50	Jr. Grau cuadra 4

Fuente: elaboración propia

### 4.2.3. Ensayos de laboratorio

#### 4.2.3.1. Exploración del suelo

Primero se ejecutó un reconocimiento del terreno e investigación a lo largo de la vía.

Para la realización de extracción de muestra de suelo por medio de una calicata, se coordinó el permiso necesario con el alcalde del distrito, donde se concertó que se ejecutarían las excavaciones de las calicatas para obtener los parámetros necesarios.

Se realizaron tres calicatas, desde C-01 a C-03, donde se llevó a cabo las excavaciones a cielo abierto de dimensiones 1.00 m x 1.00 m y de 1.50 m de profundidad donde se retiró 40 kilos de muestra para enviarlas al laboratorio y determinar su clasificación.

De las calicatas realizadas se obtuvo los siguientes perfiles estratigráficos (ver tabla 6).

**Tabla 6. Perfil estratigráfico**

<b>Calicatas</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Detalles</b>
<b>C – 1</b>	0.00 – 0.30 m	Material de relleno con vegetación y material orgánico.
	0.30 – 1.50 m	Arena y limo.
<b>C – 2</b>	0.00 – 0.33 m	Material de relleno con vegetación y material orgánico.
	0.33 – 1.50 m	Arena y limo.
<b>C – 3</b>	0.00 – 0.28 m	Material de relleno con vegetación y material orgánico.
	0.28 – 1.50 m	Arena y limo.

Fuente: Elaboración propia

**4.2.3.2. Contenido de humedad – ASTM 2216 – N.T.P. 339.127**

El ensayo de contenido de humedad tiene por finalidad ver el porcentaje de agua en suelo, ya que su resistencia es proporcional a las condiciones de humedad y densidad de la zona de estudio.

En laboratorio se determinó el contenido de humedad de las calicatas en la zona de Guzmango. (ver tabla 7)

**Tabla 7. Contenido de Humedad**

	<b>C – 1</b>	<b>C – 2</b>	<b>C – 3</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	32.27 %	25.50 %	30.19 %

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.3.3. Límite de consistencia

Son aquellos que precisan la relación existente entre el contenido de humedad y su plasticidad.

El límite líquido (LL) es el cambio que se produce de un estado semilíquido a uno plástico, así mismo tiene la propiedad de poderse moldear. El límite plástico (LP) es cuando el cambio se produce un estado plástico a uno semisólido y el límite de contracción (IP), es cuando pasa de un estado semisólido a uno sólido.

El índice de plasticidad (IP) está muy relacionado con la cantidad de arcilla y determina el nivel de finura del suelo, además de la capacidad de modificar sus propiedades sin alterar el volumen de la misma.

$$IP = LL - LP$$

Se obtuvieron los siguientes resultados del laboratorio en donde se determinaron los límites de consistencia. Son los expresados en la siguiente tabla (ver tabla 8).

**Tabla 8. Límites de consistencia e Índice de plasticidad**

Calicata	Clasificación		Contenido de Humedad	LL	LP	IP
	AASHTO	SUCS				
C – 1	A-7-5 (16)	MH	32.27 %	83.72	42.04	41.70
C – 2	A-6 (8)	ML	25.50 %	37.77	25.55	12.20
C – 3	A-7-5 (9)	ML	30.19 %	43.97	30.03	13.90

Fuente: elaboración propia

#### **4.2.3.4. Granulometría**

Proceso por el cual se logra la distribución de diferentes tamaños del agregado fino y grueso, mediante el proceso de tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107).

El ensayo tuvo como objetivo precisar la proporción de los diversos elementos de la muestra en función a su tamaño. (ANEXO 9)

#### **4.2.3.5. Ensayo de proctor modificado**

El objetivo del ensayo fue determinar el peso volumétrico que alcanza la muestra, así mismo se calculó la humedad necesaria para la compactación, buscando mejorar las propiedades de resistencia, compresibilidad y esfuerzo a la deformación.

Durante la compactación existe una relación entre la densidad máxima o peso volumétrico, en donde es necesario que la masa de la muestra presente una humedad óptima.

#### **4.2.3.6. CBR**

El fin del ensayo fue determinar la relación existente entre la capacidad portante del suelo sometido a esfuerzos cortantes, así mismo se procedió a la evaluación de la calidad relativa del suelo para subrasante que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

En los ensayos de laboratorio se determinaron los siguientes valores de CBR (ver tabla 10) a 95% y 100% en donde el valor que se tomara es el del 95% para poder realizar el diseño estructural del pavimento.

**Tabla 9. Resultados de CBR**

Calicata		C – 1	C – 2	C – 3
Proctor modificado	Densidad máxima (gr/cm3)	1.45	1.59	1.54
	Humedad óptima %	14.20 %	14.90 %	14.80 %
CBR	100 %	6.91 %	7.27 %	6.91 %
	95 %	3.90 %	4.60 %	4.10 %

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Determinación del índice del estado del pavimento rígido mediante el método PCI

El distrito de Guzmango cuenta con 12 calles, las cuales 8 se encuentran pavimentadas es por ello que se realizó la evaluación correspondiente de todas ellas.

Para determinar las unidades de muestreo para la evaluación se hace uso de la siguiente fórmula para obtener la cantidad de unidades:

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

Dónde:

N= Número total de unidades de muestro en la sección del pavimento.

n= Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

$\sigma$ = Desviación estándar del PCI entre las unidades (pavimento de concreto  $\sigma = 15$ )

Pero en este presente proyecto no se utilizará la ecuación, porque se cuenta con un número de calles seleccionadas ya que no son de gran extensión entonces se tomó directamente las 8 calles del distrito de Guzmango.

Los valores para la deducción de las fallas se ordenaron de forma decreciente y para poder realizar el cálculo del número máximo de Valores Deducidos (m) se empleó la siguiente ecuación:

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

Dónde:

- mi: Es el número máximo admisible de “valores deducidos”
- HDVi: El presente dato es el mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.
- (m): Este es el variable que se calculará como el valor entero de la ecuación; en el caso exista menos valores que “m” se usan todos, si es que hubiera más valores de “m” deducciones, entonces se utilizaran los primeros.

Una vez obtenidas los datos de campo, a continuación, se presentan la medición de las fallas como también el cálculo del índice de condición del pavimento rígido de cada calle evaluada.

#### **4.3.1. Calle Abundio Sagasti primer tramo**

En la entrada del distrito de Guzmango km 00 calle Abundio Sagasti primer tramo cuenta con 38 losas, el cual se identificaron las fallas de severidad baja: descascaramiento de junta, sello de junta y descascaramiento de esquina y además fallas de grietas de retracción y popouts. Según los resultados se obtuvieron 5 valores deducidos, así como se muestra en el anexo 13.

De acuerdo con el procedimiento del PCI se registró como máximo valor deducido corregido 23, como se puede observar en la tabla 10.

Por consiguiente, este resultado se aplicó a la formula  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  cuyo resultado fue un PCI de 77, que corresponde a un pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100-HDV) \qquad m = 9$$

**Tabla 10. Cálculo del máximo valor deducido corregido calle Abundio Sagasti primer tramo.**

No.	Valores Deducidos					VDT	q	CDV
1	12	11	3	2	1	29	5	-
2	12	11	3	2	2	30	4	16
3	12	11	3	2	2	30	3	18
4	12	11	2	2	2	29	2	23
5	12	2	2	2	2	20	1	20
							MAX. CDV=	23

#### Cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 77$$

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

#### 4.3.2. Calle German Gastegui

La calle German Gastegui cuenta con 174 losas de las cuales se observaron 4 fallas: descascaramiento de junta y sello de junta con severidad baja y también popouts y grietas de retracción. A si mismo se obtuvieron 4 valores deducidos como se registra en el anexo 14.

Según el procedimiento del método PCI, se obtuvo como máximo valor deducido corregido 18, como se puede verificar en la tabla 11.

Este resultado se aplicó en la formula  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  dando como resultado un PCI de 82, que corresponde a un pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100-HDV)$$

$$m = 9$$



**Tabla 11. Cálculo del máximo valor deducido corregido de la calle German Gastegui.**

No.	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	12	3	2	0	17	4	7
2	12	3	2	2	19	3	10
3	12	3	2	2	19	2	15
4	12	2	2	2	18	1	18
						<b>MAX. CDV=</b>	<b>18</b>

#### Cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 82$$

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

#### 4.3.3. Calle Rafael Plenchen

La calle Rafael Plenchen primer tramo, cuenta con 74 losas, como se puede observar en el anexo 15 se hallaron cuatro fallas: sello de junta con severidad media, descascamiento de junta con severidad baja, grietas de retracción y popouts, por consiguiente, se obtuvieron cuatro valores deducidos.

Siguiendo con el cálculo del PCI, primero se obtuvo como máximo valor deducido corregido 18, como se observa en la tabla 12, que reemplazando en la fórmula siguiente  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  dio como resultado un PCI de 82, que corresponde a un pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100-HDV) \qquad m = 9$$

**Tabla 12. Cálculo del máximo valor deducido corregido de la calle Rafael Plenchen Sagasti primer tramo.**

No.	Valores Deducidos				VDT	q	CDV
1	12	4	1	0	17	5	-
2	12	4	1	2	19	3	10
3	12	4	2	2	20	2	16
4	12	2	2	2	18	1	18
						<b>MAX. CDV=</b>	<b>18</b>

#### Cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 82$$

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

#### 4.3.4. Calle Abundio Sagasti – Segundo tramo

La calle Abundio Sagasti - segundo tramo. está conformada por 208 losas de las cuales se registró las fallas descascaramiento de junta con severidad media y baja, descascaramiento de esquina con severidad baja y grietas de retracción, se obtuvo también cuatro resultados de valores deducidos que se pueden observar en el anexo 16.

Con lo correspondiente al cálculo del PCI, se obtuvo como máximo valor deducido corregido 30, como se observa en la tabla 13 que reemplazando en la siguiente formula  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  dio como resultado un PCI de 70, calificando al pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

$$m = 8$$

**Tabla 13. Cálculo del máximo valor deducido corregido de la calle Abundio Sagasti segundo tramo.**

No.	Valores Deducidos				VDT	q	CDV
1	24	12	11	2	47	4	27
2	24	12	11	2	47	3	30
3	24	12	2	2	38	2	30
4	24	2	2	2	28	1	28
						<b>MAX. CDV=</b>	<b>30</b>

#### Cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 70$$

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

#### 4.3.5. Calle Ángel Suarez

En la calle Ángel Suarez se encontró 198 losas, de las cuales se identificaron las fallas de descascaramiento de junta con severidad baja, sello de junta con severidad media y grietas de retracción, se obtuvieron también 3 valores deducidos como se observa en el anexo 17.

En la tabla 14 podemos observar que siguiendo con el procedimiento del PCI se obtuvo como máximo valor deducido corregido 16, este valor se reemplazó en la fórmula  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  dando como resultado un PCI de 84, que corresponde a un pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100-HDV)$$

$$m = 9$$

**Tabla 14. Cálculo del máximo valor deducido corregido de la calle Ángel Suarez.**

No.	Valores Deducidos			VDT	q	CDV
1	12	4	2	18	3	10
2	12	4	2	18	2	14
3	12	2	2	16	1	16
<b>MAX. CDV=</b>						<b>16</b>

#### **Cálculo del PCI**

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 84$$

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

#### **4.3.6. Calle Manuel León**

La calle Manuel León cuenta con 106 losas en donde se pudo observar tres tipos de fallas: descascaramiento de junta y descascaramiento de esquina ambas con severidad baja y grietas de retracción, así mismo se calculó 3 valores deducidos como se puede ver en el anexo 18.

De acuerdo con el procedimiento del PCI se registró como máximo valor deducido corregido 22, como se puede observar en la tabla 15.

Por consiguiente, este dato se aplicó en la fórmula  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  dando como resultado un PCI de 78, que corresponde a un pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$$

$$m = 9$$

**Tabla 15. Cálculo del máximo valor deducido corregido de la calle Manuel León.**

No.	Valores Deducidos			VDT	q	CDV
1	13	12	2	27	3	16
2	13	12	2	27	2	22
3	13	2	2	17	1	17
					<b>MAX. CDV=</b>	<b>22</b>

**Cálculo del PCI**

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 78$$

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

**4.3.7. Pasaje Trinidad**

En el pasaje Trinidad se pudo apreciar 16 losas, donde se identificaron diferentes fallas; con severidad media tenemos a parcheo grande (Mayor a 0.45 m<sup>2</sup>), grietas lineales, descascaramiento de junta, descascaramiento de esquina y sello de junta; con severidad baja se encontró punzonamiento y por último se registró las grietas de retracción. Así mismo se obtuvieron 6 valores deducidos. Todos los datos se pueden observar en el anexo 19.

El máximo valor deducido corregido del pasaje Trinidad fue 76, que reemplazando a la formula correspondiente  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$ , se obtuvo un PCI de 24 clasificando al pavimento como muy malo. Así se puede ver en la tabla 16.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100-HDV)$$

$$m = 6$$

**Tabla 16. Cálculo del máximo valor deducido corregido del pasaje Trinidad**

No.	Valores Deducidos							VDT	q	CDV
1	45	30	29	24	19	5	2	154	6	76
2	45	30	29	24	19	2	2	149	5	-
3	45	30	29	24	2	2	2	132	4	72
4	45	30	29	2	2	2	2	110	3	70
5	45	30	2	2	2	2	2	83	2	60
6	45	2	2	2	2	2	2	55	1	54
									<b>MAX. CDV=</b>	<b>76</b>

#### Cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 24$$

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

#### 4.3.8. Calle Domingo Uriol

En el anexo 20 se registran los datos de la calle Domingo Uriol que cuenta con 38 losas en donde se identificaron fallas de severidad baja de descascaramiento de junta y descascaramiento de esquina; y fallas de grietas de retracción. Así como también 3 valores deducidos.

En la tabla 17 podemos observar que siguiendo con el procedimiento del PCI se obtuvo como máximo valor deducido corregido 19, este valor se reemplazó en la formula  $PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$  dando como resultado un PCI de 81, que corresponde a un pavimento muy bueno.

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100-HDV)$$

$$m = 9$$

**Tabla 17. Cálculo del máximo valor deducido corregido de la calle Domingo Uriol**

No.	Valores Deducidos			VDT	q	CDV
1	13	9	3	25	3	14
2	13	9	2	24	2	4
3	13	2	2	17	1	19
<b>MAX. CDV=</b>						<b>19</b>

### Cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI = 81$$

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

Podemos apreciar que de las 8 calles pavimentadas 7 se encuentran en el rango 85 - 70 que pertenece a una clasificación de muy bueno, es decir que sólo se realizará un mantenimiento preventivo, caso contrario pasa con el pasaje trinidad que con la evaluación del pavimento realizada se ubica en el rango de 25 - 15 con una clasificación muy malo, es decir que esta calle requiere de una reconstrucción. (tabla 18)

**Tabla 18. Cuadro resumen de la evaluación PCI**

Calles	Max. CDV	PCI	Rango	Clasificación
Jr. Abundio Sagasti primer tramo	23	77	85 -70	Muy Bueno
Jr. German Gastegui	18	82	85 -70	Muy Bueno
Jr. Rafael Plenchen	18	82	85 -70	Muy Bueno
Jr. Abundio Sagasti segundo tramo	30	70	85 -70	Muy Bueno
Jr. Ángel Suarez	16	84	85 -70	Muy Bueno
Jr. Manuel León	22	78	85 -70	Muy Bueno
Psj. Trinidad	76	24	25 -10	Muy Malo
Jr. Domingo Alva	19	81	85 -70	Muy Bueno

Fuente: Elaboración propia

Así mismo el distrito cuenta con calles que aún no se encuentran pavimentadas como es el caso de la calle Rafael Plenchen - segundo tramo el cual se puede ver en la figura 1, la calle S/N que se puede observar en la figura 2, calle Ubindio mostrada en la figura 3 y la calle Manuel Plasencia Quiroz apreciada en la figura 4.

**Figura 1. Calle sin pavimentar Rafael Plenchen - segundo tramo**

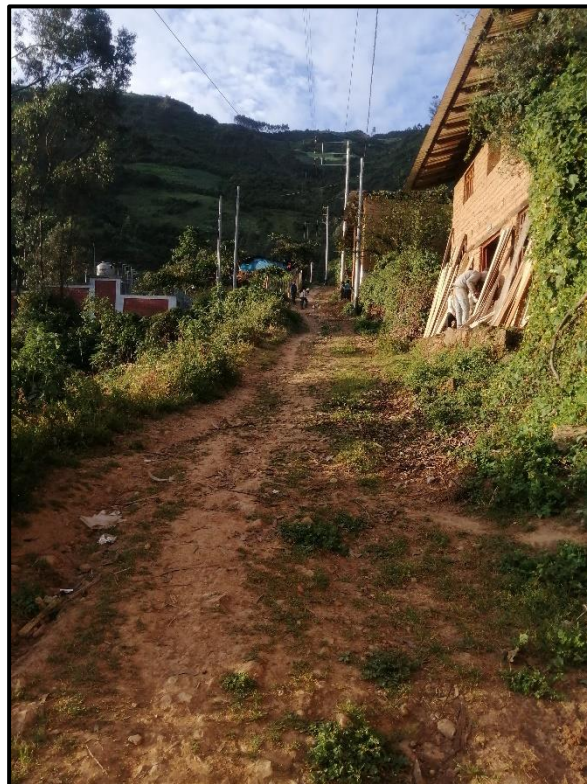




**Figura 2. Calle sin pavimentar calle S/N**



**Figura 3. Calle sin pavimentar Ubindio**



**Figura 4. Calle sin pavimentar Manuel Plasencia Quiroz**



Por tal motivo se realizó el diseño del pavimento rígido correspondiente para la calle que requiere reconstrucción y para estas calles sin pavimentar como una propuesta de intervención para así dar una mejor calidad de vida a los pobladores.

#### **4.4. Estudio de tráfico vehicular**

##### **4.4.1. Generalidades**

Como se tiene conocimiento el estudio de tráfico vehicular es de suma importancia en el proceso de diseño del pavimento, por el cual nos permitirá conocer el comportamiento vehicular para establecer el flujo de cargas vivas en la avenida principal Abundio Sagastegui Alva, la cual se ubica en la entrada al distrito de Guzmango.

##### **4.4.2. Censo y clasificación vehicular**

El censo de tránsito vehicular se realizó 7 días de la semana, del 6 de junio hasta el 12 de junio del 2021 como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19. Fechas de conteo vehicular de la avenida Abundio Sagastegui Alva, distrito de Guzmango.**

<b>Estación</b>	<b>Tramo</b>	<b>Días de Conteo</b>	<b>Fecha de estudio</b>
<b>E - 1</b>	Avenida Abundio Sagastegui Alva, sentido ida	7	06/06/2021 – 12/06/2021
	Avenida Abundio Sagastegui Alva, sentido regreso	7	06/06/2021 – 12/06/2021

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.3. Metodología**

En la presenta investigación se empleó la metodología basada en la investigación y recolección de datos a través de la ficha técnica de conteo vehicular establecida por el MTC.

Se aplicó el método de la observación para clasificar los vehículos que transitaban por la vía de ingreso al distrito en los diferentes sentidos.

Se aplicó los pasos indicados en el “Manual para el estudio de tráfico” del MTC, realizando el conteo de vehículos livianos y pesados que circularon en la zona de influencia.

#### **4.4.4. Procesamiento de información**

Los resultados obtenidos del conteo vehicular de los vehículos que transitaron en la semana de observación por la avenida principal Abundio Sagastegi Alva por ambos sentidos, teniendo en cuenta el tipo de vehículo serán procesados mediante formatos de Microsoft Excel 2016 (ver tabla 20).

**Tabla 20. Conteo Vehicular**

DIA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		SEMITRAYLER					TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2 S2	2S3	3S1/3 S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
SÁBADO	62	71	85	39	37	3	11	15	42	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	39.05
DOMINGO	51	59	63	23	30	2	3	13	26	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	9.47
LUNES	58	54	67	35	22	6	16	23	32	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13.61
MARTES	71	53	72	33	19	5	11	17	46	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8.28
MIÉRCOLES	56	65	85	41	24	5	21	16	43	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8.28
JUEVES	51	52	97	27	35	6	19	27	32	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10.65
VIERNES	57	78	102	26	26	5	14	12	29	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10.65
<b>TOTAL</b>	<b>406</b>	<b>432</b>	<b>571</b>	<b>224</b>	<b>193</b>	<b>32</b>	<b>95</b>	<b>123</b>	<b>250</b>	<b>183</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>169</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

En la ficha técnica arrojó que el vehículo que transitaba con mayor frecuencia por la zona es la camioneta pick up, por otro lado, el camión de 3 ejes es el mayor vehículo pesado del lugar. Así mismo debido al difícil acceso los vehículos tipo trailers no circulan por la zona, siendo el camión de 4 ejes el de mayor envergadura.

#### 4.4.5. Determinación del índice medio diario anual (IMDa)

De acuerdo el manual “Diseño Geométrico de carreteras 2018”, representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección de la vía. (MTC, 2018).

Para la evaluación del pavimento de la avenida principal Abundio Sagastegui Alva, es necesario determinar el volumen de tránsito que circula por la zona, es por ello que se realizó la demanda diaria promedio a través del conteo vehicular por horas durante 7 días; aplicando la fórmula del IMDa de la figura 5.

Figura 5. Fórmula para determinar el IMDa

$$IMDa = \frac{(V_{lun} + V_{mar} + V_{jue} + V_{vie} + V_{sab} + V_{dom})}{7} fc$$

Donde:

$V$  (*lun, mar, mie, jue, vie, sab, dom*) : Volumen clasificado día laborable.

$V_{sab}$  : Volumen clasificado de sábado

$V_{dom}$  : Volumen clasificado de domingo

$fc$  : Factor de corrección estacional.

Fuente: MTC

#### 4.4.6. Determinación del factor de corrección

Para determinar el factor de corrección se debe tener en cuenta los volúmenes de tráfico los cuales varían mensualmente, siendo este un dato fundamental para obtener el IMDA. Este factor se consiguió de Provias Nacional, para el flujo de vehículos registrados en la estación del peaje de Chicama, ubicado a 1.5km de la ciudad de Chicama, provincia de Ascope, La Libertad, la cual se toma en consideración debido a que es la más próxima a la zona del proyecto. El factor de corrección estacional obtenido para el periodo 2010 – 2016 (ver figura 6 – 7) para vehículos livianos es 1.0477 y para vehículos pesados es 1.0428, los cuales fueron utilizados para el reajuste correspondiente a las estaciones.

Figura 6. Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje – Promedio (2010 – 2016)

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9620	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMAÑA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1485	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0772	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULLCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000

Fuente: Provias Nacional – Gerencia de operaciones zonales

**Figura 7. Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje – Promedio (2010 – 2016)**

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9423	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9537	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9333	1.0000
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9347	0.9786	0.8325	1.0000
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000
9	CASAPACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9637	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9531	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.3412	0.3568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000

Fuente: Provias Nacional – Gerencia de operaciones zonales.

#### 4.4.7. Resultados del conteo vehicular

**Estación E-1:** La estación E – 1 comprende la avenida principal Abundio Sagastegui Alva, la cual a su vez vía de acceso al distrito de Guzmango, la cual conecta con la localidad de San Benito, en donde se realizó el conteo y clasificación por 7 días continuos (ver tabla 21).

**Tabla 21. Clasificación vehicular**

Carretera		GUZMANGO - SAN BENITO										Año de estudio 2021									
Tramo		AVENIDA ABUNDIO SAGASTEGUI ALVA										TIPO DE PAVIMENTO		Pavimento rígido							
Cod Estación		E-1										Ubicación		GUZMANGO							
Estación		CHICAMA										Sentido		Ambos							
Factor de corrección estacional		Veh. Livianos		fe:		1.0477		Veh. Pesados		fe:		1.0428									
DIA	AUTO	STATION	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER			TRAYLERS				TOTAL	PORC.
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
SÁBADO	62	71	85	39	37	3	11	15	42	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	39.05
DOMINGO	51	59	63	23	30	2	3	13	26	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	9.47
LUNES	58	54	67	35	22	6	16	23	32	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13.61
MARTES	71	53	72	33	19	5	11	17	46	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8.28
MIÉRCOLES	56	65	85	41	24	5	21	16	43	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8.28
JUEVES	51	52	97	27	35	6	19	27	32	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10.65
VIERNES	57	78	102	26	26	5	14	12	29	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10.65
TOTAL	406	432	571	224	193	32	95	123	250	183	5	0	0	0	0	0	0	0	0	169	100.00
IMD	58	62	82	32	28	5	14	18	36	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	362	
%	16.02	17.13	22.65	8.84	7.73	1.38	3.87	4.97	9.94	7.18	0.28	0.00	0	0	0	0	0	0	0	100	
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS															

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que el IMDA es bajo, esto se debe a que el distrito de Guzmango, ha sido afectado por la pandemia actual y debido a los elevados casos que se presentaron, el ingreso al distrito estuvo limitado y resguardado por la policía y ronderos del lugar, esto para proteger a la población actual a un contagio más grave.

En resumen, el IMDA, expresado en vehículos por día, así como el porcentaje correspondiente que representa cada vehículo. (tabla 22)

**Tabla 22. Resumen de IMDa expresado en vehículos**

**TRAFICO VEHICULAR**  
**IMD Sin Corrección**  
**(Veh/día)**

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
Autos	58	16.0%
Station Wagon	62	17.1%
Camioneta Pick Up	82	22.7%
Camioneta Panel	32	8.8%
COMBI		
RURAL	28	7.7%
Micro	5	1.4%
Ómnibus 2E y 3E	32	8.8%
Camión 2E	36	9.9%
Camión 3E	26	7.2%
Camión 4E	1	0.3%
Semi tráiler	0	0.0%
Tráiler	0	0.0%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>362</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.8. Cálculo del IMD corregido

Para el cálculo de IMD corregido es necesario usar los factores de corrección de vehículos ligeros y pesados. (ver figura 8)

**Figura 8. Factores de corrección de IMD**

CALCULO DEL IMD	
Resumen de Metodologia	
$IMD = \frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal	
Fc Veh. Ligeros =	<b>1.047700</b>
Fc Veh. Pesados =	<b>1.042800</b>
<p>IMD = <b>379</b> Vehiculos por día</p> <p>138,224 V. x año</p>	

Una vez obtenidos los factores de corrección se procede a corregir los valores de IMD antes calculados. (ver tabla 23)

**Tabla 23. Resumen IMD corregidos**

TRAFICO VEHICULAR		
IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR		
(Veh/dia)		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	61	16.1%
Satation Wagon	65	17.2%
Camioneta Pick Up	86	22.7%
Camioneta Panel	34	9.0%
COMBI RURAL	29	7.7%
Micro	5	1.3%
Omnibus 2E y 3E	33	8.7%
Camión 2E	38	9.9%
Camión 3E	27	7.2%
Camión 4E	1	0.3%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>379</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia



#### 4.4.9. Cálculo del factor direccional y de carril

Para el cálculo del Fc y Fd se recurrió al cuadro 6.1. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño, del manual de carreteras sección suelos y pavimentos. (ver figura 9)

**Figura 9. Factores 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: MTC

Para continuar con la simetría existente en el distrito de Guzmango las cuales cuentan con calles de una calzada ambos sentidos y un carril por sentido. Se determinó los valores de Fd y Fc.

##### 4.4.9.1. Cálculo de factor de índice medio anual (f. IMDA)

Para calcular del f. IMDA se debió determinar tipo y ejes por vehículo, en donde se determinó el número de llantas y peso por eje (ver figura 9), además de la relación de cargas por eje (ver figura 10). Con los valores obtenidos se determinó el factor de índice medio anual (ver tabla 33).

**Figura 10. Tabla de pesos y medidas de vehículo tipo camión**

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1º	2º	3º		4º	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30	

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

**Figura 11. Relación de cargas por eje para determinar los ejes equivalentes**

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

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: MTC

**Tabla 24. Cálculo de f. IMDa**

Tipo de Vehículo		Tipo Eje	Número Llantas	Carga Eje Tn	"F" P. Rígido	F. IMDA Rígido	
<b>VEHICULOS LIGEROS</b>	Autos	Simple	2	1	0.0004	0.001	
		Simple	2	1	0.0004		
	S. Wagon	Simple	2	1	0.0004	0.001	
		Simple	2	1	0.0004		
	Pick Up	Simple	2	1	0.0004	0.001	
		Simple	2	1	0.0004		
	Panel	Simple	2	1	0.0004	0.001	
		Simple	2	1	0.0004		
	Rural	Simple	2	1	0.0004	0.001	
		Simple	2	1	0.0004		
	Micros	Simple	2	1	0.0004	0.001	
		Simple	2	1	0.0004		
	<b>OMNIBUS</b>	2E	Simple	2	7	1.273	4.608
			Simple	4	11	3.335	
3E		Simple	2	7	1.273	2.649	
		Tándem	6	16	1.377		
<b>CAMIÓN</b>	2E	Simple	2	7	1.273	4.608	
		Simple	4	11	3.335		
	3E	Simple	2	7	1.273	3.328	
		Tándem	8	18	2.055		
	4E	Simple	2	7	1.273	2.813	
		Trídem	10	23	1.540		

Fuente: elaboración propia

#### 4.4.9.2. Cálculo de repeticiones de ejes equivalentes

Para determinar el cálculo de los ejes equivalentes se utilizó el siguiente proceso. (ver tabla 25)

**Tabla 25. Cálculo de repeticiones de ejes equivalentes**

TIPO DE VEHÍCULO	TRAFICO ACTUAL	FACTOR DE CRECIMIENTO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR VEHÍCULO	EE	FACTOR DIRECCIÓN	FACTOR CARRIL	Nrep de EE 8.2 tn
	$T_a$	$F_c = \frac{[(1+t)^n - 1]}{t}$	$T_d = T_a \times F_c \times 365$	$F_v$	$EE = T_d \times F_v$	$F_d$	$F_c$	$N_{rep\ de\ EE\ 8.2\ tn} = EE \times F_d \times F_c$
<b>VEHÍCULOS LIGEROS</b>	<b>t=</b>	<b>0.57%</b>						
AUTO	61	21.12	470237	0.001	410.408794	0.5	1	205.204397
STAT. WAG.	65	21.12	501072	0.001	437.32066	0.5	1	218.66033
PICK UP	119	21.12	917347	0.001	800.6330338	0.5	1	400.3165169
COMBI	29	21.12	223555	0.001	195.1121199	0.5	1	97.55605996
MICRO	5	21.12	38544	0.001	33.64005077	0.5	1	16.82002539
<b>VEHÍCULOS PESADOS</b>	<b>t=</b>	<b>1.29%</b>						
OM 2E	15	22.65	124009	4.608	571391.3648	0.5	1	285695.6824
OM 3E	19	22.65	157078	2.649	416173.3637	0.5	1	208086.6819
CM 2E	38	22.65	314156	4.608	1447524.177	0.5	1	723762.0883
CM 3E	27	22.65	223216	3.328	742825.7924	0.5	1	371412.8962
CM 4E	1	22.65	8267	2.813	23256.19185	0.5	1	11628.09593
2S1	0	22.65	0	7.942	0	0.5	1	0
2S3	0	22.65	0	6.361	0	0.5	1	0
3S2	0	22.65	0	6.663	0	0.5	1	0
>=3S3	0	22.65	0	5.081	0	0.5	1	0
2T2	0	22.65	0	11.277	0	0.5	1	0
2T3	0	22.65	0	9.997	0	0.5	1	0
3T2	0	22.65	0	9.997	0	0.5	1	0
<b>Nrep EE</b>								<b>1601524.002</b>

PERIODO DE DISEÑO	20
TC	0.57%
PBI	1.29%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Propuesta de intervención

##### 4.5.1. Diseño del Pavimento Rígido

Una vez obtenido los resultados del estudio de tráfico y del estudio de mecánica de suelos proseguimos con el desarrollo del diseño del Pavimento Rígido de acuerdo a la metodología AASHTO 93 que se encuentra en el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos de la MTC.

Contamos con las cargas de tráfico vehicular ESAL (W18) de 1601524.002 EE, así mismo se obtuvo un CBR promedio de 4,2% que por ser menor al 6% se procedió a la escoger un espesor del material de

reemplazo con un CBR > 10% que de acuerdo al tráfico ya mencionado el espesor será de 0.55 cm como indica en la figura 12.

**Figura 12. Espesor recomendado para estabilización por sustitución de suelos**

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

**Fuente: MTC**

La resistencia del concreto (Kg/cm<sup>2</sup>) que se utilizó para el diseño se escogió en base al ESAL 1601524.002 EE, siendo así una comprensión del concreto de 280 Kg/cm<sup>2</sup>, como se puede observar en la figura 13.

**Figura 13. Valores recomendados para resistencia del concreto según el rango de tráfico.**

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

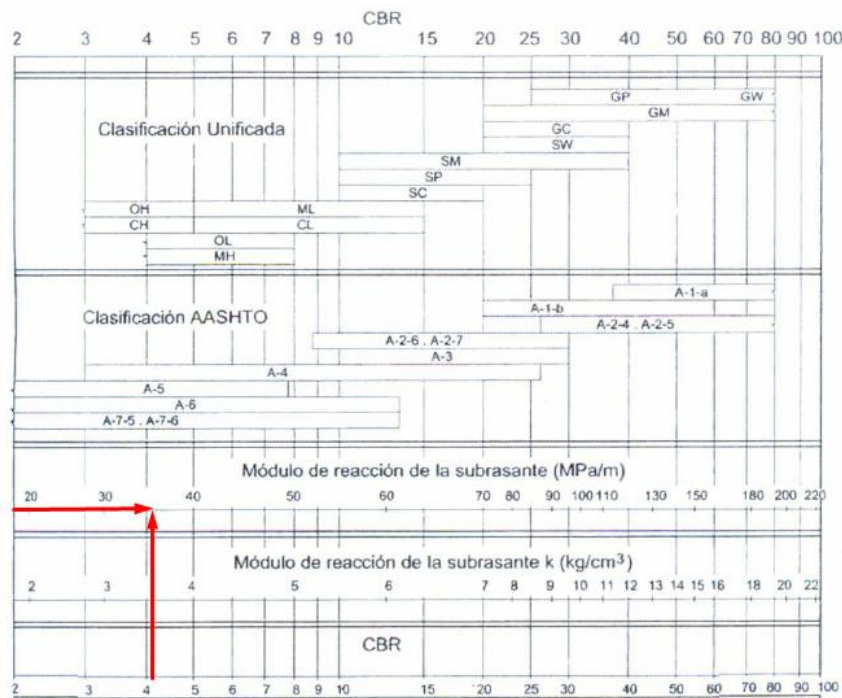
Fuente: MTC

El módulo elástico del concreto se calculó con la formula  $E = 57000x(fc)^2$ ; ( $fc$  en PSI) obteniendo así un valor de 3597112,797 PSI.

Así mismo, también se calculó la resistencia media del concreto haciendo uso de la fórmula  $Mr = a\sqrt{fc}$ , dando como resultado un  $Mr = 40$ .

Para el módulo de reacción de la subrasante se realizó una correlación con el CBR = 4.2% como se muestra en la figura 14, obteniendo así un  $Ko = 36$ .

**Figura 14. Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub Rasante**



Fuente: MTC

El CBR mínimo de la sub base granular (%), se especificó mediante los ejes equivalentes, requiriendo si un CBR mínimo del 40% como indica la figura 15 y para el CBR definido se consideró un 50%.

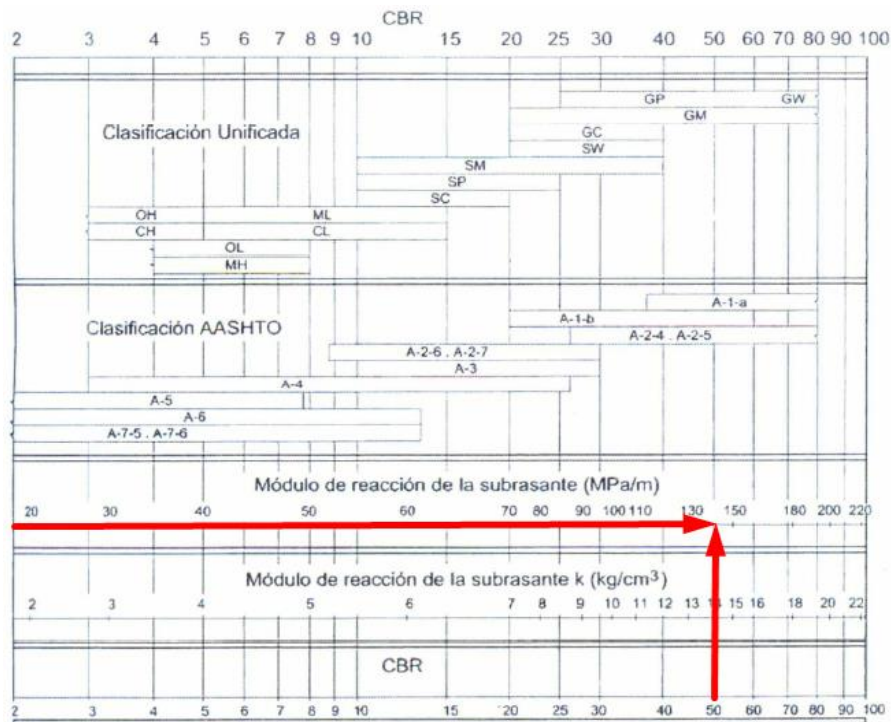
**Figura 15. CBR mínimo recomendados para la Sub Base Granular.**

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

Fuente: MTC

EL módulo de reacción de la subbase granular se obtuvo mediante el CBR definido del 50% teniendo así  $K_1(\text{subB.}) = 140 \text{ MPa/m}$  que podemos apreciar en la figura 16.

**Figura 16. Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub Rasante**



Fuente: MTC

Para el espesor de la sub base granular en cm, la MTC recomendó usar una altura de 15 cm.

Por consiguiente, el coeficiente de reacción combinado se calculó aplicando la siguiente formula:

$$Kc = \left( 1 + \left( \frac{h}{38} \right)^2 \times \left( \frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_0$$

Reemplazando así los valores:

K1 = 140 MPa/m, módulo de reacción de la sub base granular

Ko = 36, módulo de reacción de la subrasante

h =15 cm, espesor de la sub base granular

Dando como resultado un

$$Kc = 42,37 \text{ Mpa.}$$

También se definió el tipo de tráfico donde el EE = 1601524.002 se encuentra dentro del rango del tipo de tráfico TP6, como se puede observar en la figura 17.

**Figura 17. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes.**

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: MTC



Tanto para los valores del índice de serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ), índice de serviciabilidad final ( $P_t$ ) y diferencial de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ), se rescató de la tabla del MTC que aparece en la figura 18.

Teniendo así estos valores:

$$P_i = 4.30$$

$$P_t = 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

**Figura 18. Valores del índice de serviciabilidad Inicial, índice de serviciabilidad final y diferencial de serviciabilidad**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL ( $P_t$ )	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P1}$	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P2}$	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P3}$	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	$T_{P15}$		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC

Para la desviación estándar combinado recomendado por la MTC, usamos un  $S_o = 0.35$ .

El nivel de confiabilidad de obtuvo según el rango de tráfico siendo así que el 1601524.002 EE tiene un nivel de confiabilidad del 85%. Así mismo el Coeficiente estadístico de desviación estándar normal tiene relación con el porcentaje de la confiabilidad siendo así el valor de desviación de  $Z_R = -1.034$  el cual se puede apreciar en la figura 19.

**Figura 19. Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar (Zr)**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
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>	300,001	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
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: MTC

Finalmente, para el coeficiente de transmisión de carga de las justas consideramos un concreto hidráulico con pasadores, tomando el valor de  $J = 2.8$ , como se muestra en la figura 20.

**Figura 20. Valores de coeficiente de carga J.**

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

Fuente: MTC

En la tabla 26 se muestran de manera resumida todos los valores obtenidos que nos ayudaron en el cálculo de la estructura del pavimento rígido.

**Tabla 26. Tabla resumen de los datos para la ecuación AASTHO 93.**

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	1601524.002
CBR de la subrasante (%)	CBR =	4.2 %
Resistencia del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	(F'c)	280
Módulo elástico del concreto (PSI) $E = 57000x(fc)^2 ; (fc \text{ en PSI})$	Ec	3597112.797
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> ) $M_r = a\sqrt{f'c}$	Mr	40.00
Módulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)	Ko	36.00
CBR mínimo de la sub base (%)	CBR (subB.)	40.00 %
CBR mínimo de la sub base - definido (%)	CBR DEF.	50.00 %
Módulo de reacción de la sub base granular (Mpa/m)	K1(subB.) =	140.00
Espesor de la sub base granular (cm) recomendado por la MTC	h=	15.00
Coeficiente de reacción combinado (Mpa) $= \left( 1 + \left( \frac{h}{38} \right)^2 x \left( \frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} x K_0$	Kc	42.37
Tipo de tráfico	Tipo:	TP6
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.3
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.8
Desviación estándar combinado	So	0.35
Nivel de confiabilidad	conf.	85.00 %
Coeficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.036
Condiciones de drenaje	cd	1.0
Coeficiente de transmisión de carga en las juntas Concreto hidráulico con pasadores	J	2.8

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de los espesores del pavimento se procedió a remplazar todos los datos en la ecuación AASHTO 93 que brinda el ministerio de transporte y comunicaciones.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 X_j \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Tenido si como resultados una sub base granular de 15 cm y una losa de concreto de 18 cm, como se puede apreciar en la tabla 27.

**Tabla 27. Valores de los espesores del Pavimento Rígido**

D-0	D-1
<b>18 cm</b>	<b>15 cm</b>
<b>Capa superficial (Losa de concreto)</b>	<b>Sub Base Granular</b>

Fuente: Elaboración propia

## V.DISCUSIÓN

Analizando el estudio de mecánica de suelo, para lo cual se realizaron 3 calicatas in situ de las cuales los resultados ascendieron a 3.9%, 4.6% y 4.1% obteniendo un resultado promedio de CBR del 4.2%, por tal motivo se llegó a la conclusión que es necesario adicionar material de remplazado de 0.55 m debido a que el CBR está por debajo de los valores estipulados por el MTC que refiere que el valor óptimo para el diseño del pavimento rígido debe ser mayor al 6%, este resultado se asemeja a la investigación de Salas y Sousa (2019) quienes obtuvieron en su estudio de suelos un CBR promedio de 3.5%, para lo cual determinaron como alternativa de solución la estabilización del suelo por medio de un material de reemplazo en la zona de estudio según el tráfico vehicular, así mismo Arteaga (2020) llegó a un resultado similar, en este caso su CBR promedio ascendió a 3.5% lo cual significó que fue necesario optar por el mejoramiento del suelo de fundación con la adherencia de material nuevo a 0.20m de espesor.

En la realización de la evaluación del pavimento se puede observar que el estado de las losas existentes está a un nivel casi intacto en donde la principal falla presentada en todas las calles del distrito de Guzmango es el descascaramiento de junta a un nivel de severidad media y severidad baja, así mismo Morales y Ortega (2019) en su investigación presentan como principal daño a esta falla mencionada anteriormente, en donde presenta como una solución al problema al sellado de las mismas. Cabe mencionar que en la ficha de evaluación se completaron los datos como la cantidad de losas por tramo seleccionado, la enumeración del tipo de falla presente, el nivel de severidad y la densidad, estos son parámetros que coincide con Doing (2019) quien también los considera como datos fundamentales para la evaluación del pavimento.

Para el cálculo de los espesores del pavimento rígido se aplicó la Metodología AASHTO 93 de la MTC el cual indica que se debe cumplir con ciertos parámetros como el CBR, el cual se logró determinar gracias a tres calicatas realizadas en terreno, datos de ESAL's, en donde se determinó el número de repeticiones de ejes equivalente necesarios para el diseño, el módulo resiliente, el nivel de confiabilidad, el índice de serviciabilidad fundamentalmente ya que con ello se pudo obtener los

demás resultados complementarios que fueron reemplazados en la ecuación del método AASHTO 93 para obtener las dimensiones de la estructura del pavimento, siendo éstos 18 cm de losa de concreto y 15 cm de base granular; como sucedió en el caso de la investigación de Delgado y Rivera (2018) quienes enfatizaron que la base fundamental para el diseño estructural del pavimento es el cumplimiento y aplicación de los parámetros antes mencionados.

## **VI.CONCLUSIONES**

Se realizó la evaluación del pavimento rígido en donde se encontró con pavimentos en muy buen estado como también pavimentos muy malos, así mismo calles sin pavimentar es por ello que se realizó la propuesta de intervención con un espesor de losa de 18 cm y una base granular de 15 cm, incorporando también un material de reemplazo para el terreno natural de 0.55 cm de espesor.

De acuerdo a la topografía, el terreno no presenta problemática alguna para el desarrollo de la estructura del pavimento nuevo. Por lo cual se logró realizar satisfactoriamente los planos de vista en planta, perfiles y secciones transversales.

Los análisis de laboratorio arrojaron que el suelo del distrito de Guzmango son arenas con limo, y con un contenido de humedad que ronda entre 30% - 40%, así mismo se determinó mediante el estudio de CBR que el suelo es deficiente, debido a que asciende a un valor menor al 6% (4.02%), por lo cual se debe hacer un reemplazo y/o mejoramiento del terreno de fundación.

En la evaluación del pavimento se identificó que 7 de en las 8 calles están dentro del rango de 85\_70 es decir que están en la clasificación de muy bueno y solo requiere de un mantenimiento, y 1 calle específicamente el pasaje Trinidad se encuentra la clasificación de Muy malo por lo que corresponde a una reconstrucción total.

## **VII.RECOMENDACIONES**

Se propone a la municipalidad distrital de Guzmango realizar el mantenimiento preventivo a las calles evaluadas para así prevalecer la vida útil del diseño

Se propone a la municipalidad distrital de Guzmango realizar el mantenimiento preventivo a las calles evaluadas para así prevalecer la vida útil del diseño; sea el caso realizar la reconstrucción del pavimento en mal estado.

Es recomendable realizar evaluaciones del pavimento al ver el deterioro con el fin de poder identificar las fallas y plantear las reparaciones técnicas adecuadas para una mejor transitabilidad.

Se recomienda realizar un estudio de tráfico de demanda actual por cada tipo de vehículo, cálculo del IMDA ya que es la base para el diseño del pavimento, además de desarrollar una proyección de tráfico para 20 años.

Se recomienda que los estudios de mecánica de suelos se realicen bajo supervisión capacitada en todo el proceso, tanto en la extracción de muestras, en el traslado y en laboratorio en donde es primordial seguir los parámetros establecidos para identificar si el material es el correspondiente y si cumple con las exigencias del MTC, y dependiendo el caso se tenga que realizar un mejoramiento del terreno.

.



## REFERENCIAS

ARTEAGA Chávez, Alex. Diseño de pavimento rígido y veredas para mejorar el ornato y transitabilidad del Centro Poblado Valle Callacate del distrito y provincia de Cutervo – Cajamarca. 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en:

[repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46744/Arteaga\\_CAI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46744/Arteaga_CAI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CAMPANATO, Valter. Más Carreteras, ¿Una solución o un problema para Brasil? [en línea]. Banco Mundial. Br. 07 de octubre de 2014. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2020].

Disponible en:

<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/10/07/brasil-infraestructuras-transporte-carreteras-logisticamundial.org>.

CASTRO Vásquez, María. CASTRO Vásquez, Luis. CASTRO Vásquez, Prissila. Practical application of the AASTHO-93 method for rigid floor design. Polo del Conocimiento Revista multidisciplinar de innovación y estudios aplicados. [en línea]. Setiembre 2020.

Disponible en:

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1717/3308#>.  
ISSN: 2550 – 682X.

CORREDOR, Gustavo. Apuntes de Pavimentos. [en línea]. Venezuela, Caracas. Vol.1, 2004, 564 pp. [fecha de consulta: 3 de marzo del 2021]. Disponible en: <https://vdocuments.mx/apuntes-de-diseno-de-pavimentos-gustavo-orredor.html>

CUBAS Cabrera, Belmo. Pavimentación de la Av. Amazonas, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Luis Gallo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3060>

DELGADO Andrade, Cesar. RIVERA De La Cruz, Livingston. Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima – Naranjal (Km 11) – Taura. Tesis (Ingeniero Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018.

Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/131526/D-CD70338.pdf>

DOIG Sánchez, 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 (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51995>

HANCCO Larico, Henry. Estudio y Diseño del Pavimento Rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro. Tesis (Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

Disponible en

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7058/Hancco\\_Larico\\_Henry.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7058/Hancco_Larico_Henry.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Collado, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. 6° ed. México: Interamericana Editores S.A. de C.V, 2014. 634 pp [fecha de consulta: 10 de abril del 2021].

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

INGA Villavicencio, Violeta. Diseño del Pavimento Rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en zona cero, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, región de Huánuco 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2019.

Disponible en <http://200.37.135.58/handle/123456789/2082>

INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. Población y Vivienda [en línea]. Perú. 2017. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>

INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017. [en línea]. Perú. 2017. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1569/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1569/).

LÓPEZ Chanamé, Cristhian. Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Ferreñafe, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Ferreñafe: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.  
Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2441>

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima. 2018, 27 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras Conservación Vial. Lima. 2013, 1243 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima. 2014. 305 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Lima. 2006, 12pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos, Lima. 68 pp.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. 2° ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones. 2002. 378 pp. ISBN: 958-96036-2-9.

MORALES Fernández, Cristian. ORTEGA Legro, Johan. Evaluación funcional del pavimento rígido mediante el método PCI caso estudio: en la carrera 18 entre la calle 15 al 22. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia. 2019.

Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5532>

MUNICIPALIDAD de Cajamarca inauguró pavimentación de calles en urbanización Santa Rosa – Chontapaccha [en línea]. Cajamarca Opina. PE. 19 de octubre de 2020. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://cajamarcaopina.com/2020/10/19/municipalidad-de-cajamarca-inauguro-pavimentacion-de-calles-en-urbanizacion-santa-rosa-chontapaccha/>

MUNICIPALIDAD Distrital de Guzmango. Demografía. [en línea]. Perú, Cajamarca. [fecha de consulta: 21 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.districto.pe/districto-guzmango.html>

MUNICIPALIDAD Provincial de Contumazá. Desarrollo Económico. [en línea]. Perú, Cajamarca. [fecha de consulta: 21 de Setiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.municontumaza.gob.pe/desarrolloeconomico.php>.

MUNICIPALIDAD Provincial de Contumazá. Geografía. [en línea]. Perú, Cajamarca. [fecha de consulta: 21 de Setiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.municontumaza.gob.pe/geografia.ph>.

RAMA Labrador, Francisco. Historia de los Pavimentos Urbanos. Revista del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas. [en línea]. N.º 371 – 2006, p 38-49. [fecha de consulta: 22 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2153435>. ISSN 0210-0479.

ROMÁN Huacho, Wilde. SALDAÑA Romero. Alexander. Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma DG – 2018 a fin de optimizar costos. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018.

Disponible en:

[http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2298/CIV\\_T030\\_72640311\\_T%20%20%20ROM%c3%81N%20HUACHO%20WILDE%20RENZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2298/CIV_T030_72640311_T%20%20%20ROM%c3%81N%20HUACHO%20WILDE%20RENZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SALAS Rojas, Natalia. SOSSA Caballero, Andrés. Diseño de pavimento rígido de las vías de la inspección de policía del Municipio de Playarica del Municipio de San Antonio Tolima. Tesis (Ingeniero Civil). Tolima: Universidad Cooperativa de Colombia. 2019.

Disponible en

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16341/4/2019\\_Salas\\_Sossa\\_Dise%c3%b1o\\_Playarica.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16341/4/2019_Salas_Sossa_Dise%c3%b1o_Playarica.pdf)

SALDAÑA Huamán, Wilmer. Diseño del pavimento rígido para la avenida industrial en el Distrito de Cajamarca, Cajamarca – 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28353>

SEGURA Saavedra, Wiston. Implicancia de la Transitabilidad en la zona alto andina del distrito de Salas en el desarrollo económico de sus productos agrarios. Tesis (Master en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2019.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36831/Segura\\_SW E.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36831/Segura_SW E.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

UNIVERSIDAD Mayor de San Simón (Bolivia). Manual Completo Diseño de Pavimentos. Bolivia: 644 pp.

URRUNAGA Paredes, 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 (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2021.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7300>

VÁSQUEZ Varela, Luis. Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizelas: s.n., 2002.

VELA Ruiz, Alev. ZEGARRA García, Milagros. Diseño del pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales, 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31406>

YU, Li. PEIFENG, Su. MIAOMIAO, Li. ZHANPING, You. MOHAN, Zhao. Review on evolution and evaluation of asphalt pavement structures and materials. Journal of Traffic and Transportation Engineering [en línea]. 2020 [fecha de consulta: 27 de setiembre de 2020].

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756420301021>. ISSN 2095-7564.

## ANEXOS

### *Anexo 1. Matriz de operalización*

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>Evaluación del pavimento rígido</b>	El análisis de las estructuras de pavimento se basa en la teoría de la elasticidad bajo el supuesto de materiales perfectamente elásticos, isotrópicos y homogéneos. (Londoño, Cipriano)	Las unidades de muestras individuales a ser inspeccionadas deben ser marcadas o identificadas de tal manera que permita a los inspectores y personal de control de calidad, localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento	Condiciones del pavimento	Rangos (estado)	De Razón
			Tipo de fallas	Rangos (estado)	De Razón

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<b>Diseño del pavimento rígido</b>	<p>Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)</p>	<p>Un camino debe estar disponible para su uso, y de presentarse algún accidente debe implementarse métodos de solución para reactivar el tránsito.</p>	Levantamiento Topográfico	<p>Altimetría (msnm)</p> <p>Alineamiento(mL)</p> <p>Perfiles(m)</p>	De Razón
			Estudio de Mecánica de Suelos	<p>Clasificación (tipo)</p> <p>C.B.R. (%)</p> <p>Granulometría (%)</p> <p>Contenido de Humedad (%)</p>	De Razón
			Estudio de Tráfico	<p>IMD (veh/día)</p> <p>Tasa de Crecimiento (%)</p> <p>Volumen Diario(veh/día)</p>	De Razón
			Diseño Estructural del Pavimento	<p>Capas Internas(m)</p> <p>Dimensiones (m)</p>	De Razón



## **Anexo 2. Carta de presentación al alcalde de Guzmango**



Trujillo, 20 de noviembre del 2020

### **OFICIO N° 720-2020-UCV-VA-P16/DE**

Señor(a):

**Aysa Amiel Tufinio Sáenz.**  
**Alcalde del distrito de**  
**Guzmango.**

Presente. -

De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarle a nombre del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Av. Larco N° 1770 Urb. Las Flores Distrito y Provincia de Trujillo departamento de la Libertad y a la vez presentar a los Sres. **Cruz Tafur José Manuel y Vaca Arce Jenifer Yoselin** con DNI: 71536161 y 70343250, estudiantes del IX ciclo del Programa Académico de INGENIERIA CIVIL, de esta Universidad.

Los estudiantes en mención, se encuentran realizando su proyecto de Investigación denominado: "Diseño del pavimento rígido en el tramo 01 y anexos para mejorar la transitabilidad del distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca" para lo cual necesitan autorización para hacer su proyecto en dicho sector, con el fin de fortalecer su investigación, en este sentido recorro a usted a fin de solicitarle la autorización y facilidades necesarias para que tengan la información que necesitan hasta culminar su proyecto de investigación (julio 2021).

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente



Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde  
Director  
EP de Ingeniería Civil

### Anexo 3. Carta de respuesta del alcalde de Guzmango



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE GUZMANGO

CONTUMAZA - CAJAMARCA

Guzmango, 23 de Noviembre de 2020



**CARTA N° 001 – 2020 – UCV –MDG**

PARA : Dr. Alan Yordan, Valdivieso Velarde  
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
Universidad César Vallejo – Trujillo

DE : Sr. Aysa Amiel Tufinio Sáenz  
Alcalde del Distrito de Guzmango- Contumazá

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento que los estudiantes: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin, identificados con DNI N° 71536161 y N° 70343250 respectivamente, alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Filial Trujillo perteneciente a la Universidad César Vallejo, han sido admitidos para realizar su Proyecto de Investigación en el Distrito de Guzmango, Provincia de Contumazá, Región de Cajamarca, teniendo como fecha de culminación julio del 2021.

Agradeciendo la atención a la presente, aprovecho la oportunidad para expresar los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE GUZMANGO  
Aysa Amiel Tufinio Sáenz  
ALCALDE



## **Anexo 4. Nueva carta de presentación con corrección de título**



20 de enero de 2021

**Aysa Amiel Tufinio Sáenz.**

Municipalidad Distrital Guzmango.

Alcalde Guzmango

### **De mi consideración:**

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarle a nombre del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Av. Larco N° 1770 Urb. Las Flores Distrito y Provincia de Trujillo departamento de la Libertad y a la vez presentar a los Sres. CRUZ TAFUR José Manuel y VACA ARCE Jenifer Yoselin con DNI: 71536161 y 70343250, estudiantes del IX ciclo del Programa Académico de INGENIERIA CIVIL, de esta Universidad.

Los estudiantes en mención, se encuentran realizando su proyecto de Investigación denominado: "Evaluación de pavimento rígido y propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca, 2021" para lo cual necesitan acceder a los últimos expedientes técnicos ejecutados en el Distrito de Guzmango, referente a obras de pavimentación así mismo solicitar los puntos geográficos de las calles a estudiar, con el fin de fortalecer nuestro proyecto de investigación, en este sentido recurro a usted a fin de solicitarle la autorización y facilidades necesarias para que tengan la información que necesitan. Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarles las muestras de mi consideración y estima personal.

**Atentamente**



Vaca Arce Jenifer  
Tesisista



Cruz Tafur José  
Tesisista

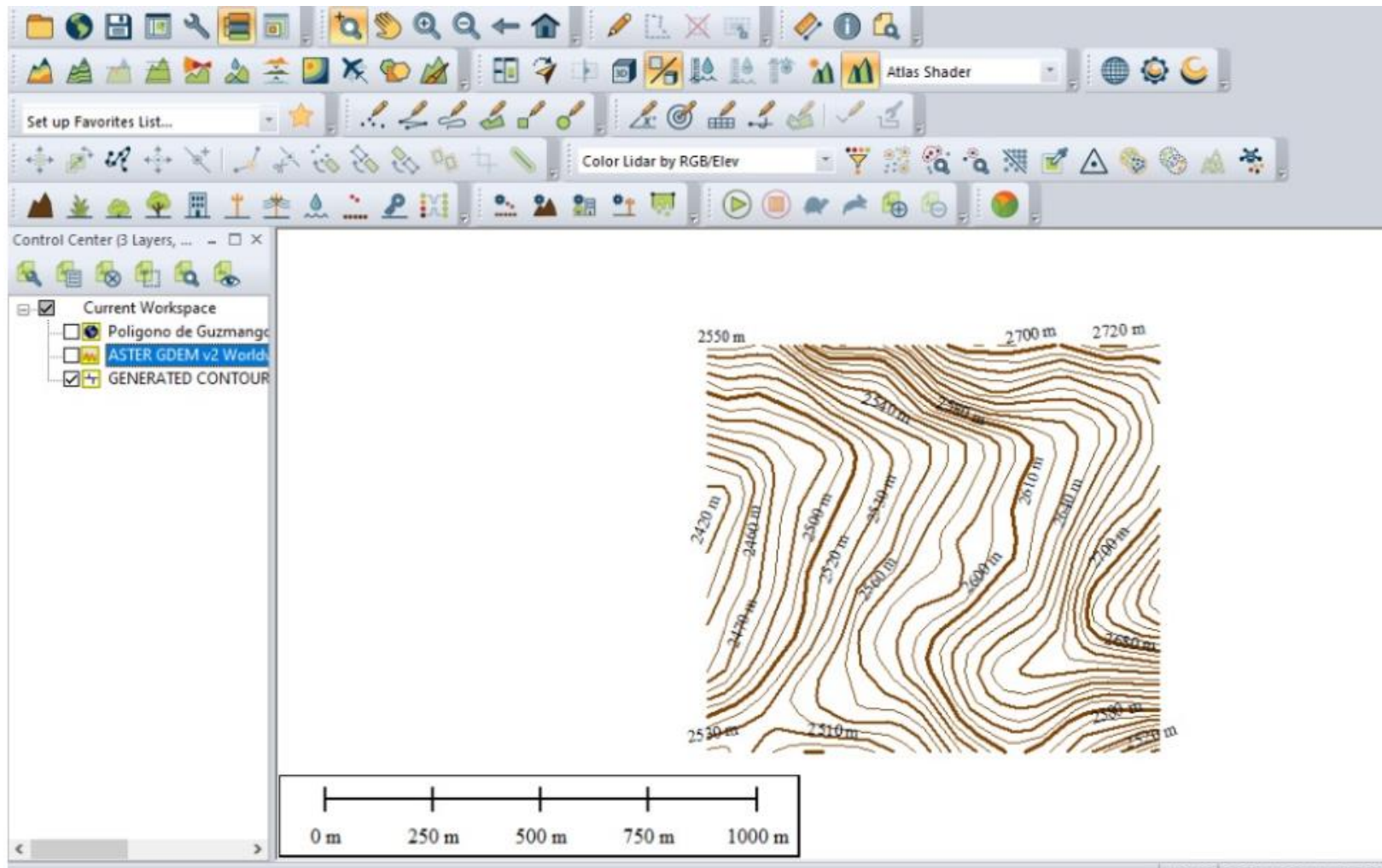
**Anexo 5. Panel fotográfico del reconocimiento de la zona**



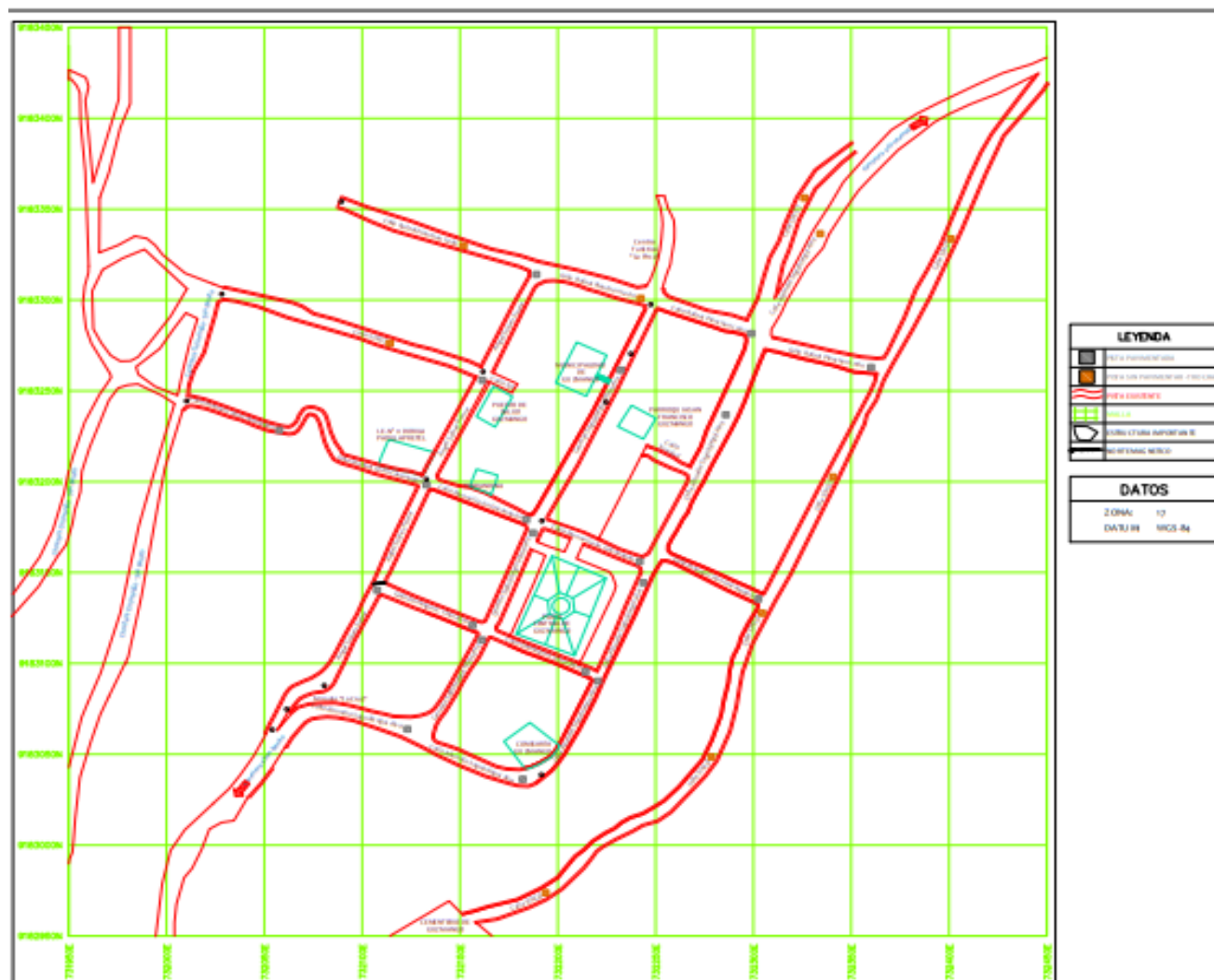
**Anexo 6. Levantamiento Topográfico mediante Google Earth Pro.**



**Anexo 7. Curvas de nivel mediante Global Mapper.**



**Anexo 8. Plano Catastral del distrito de Guzmango, Provincia de Contumazá, Cajamarca.**



## Anexo 9. Resultados del estudio de laboratorio - Calicata 1

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCION EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACION : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

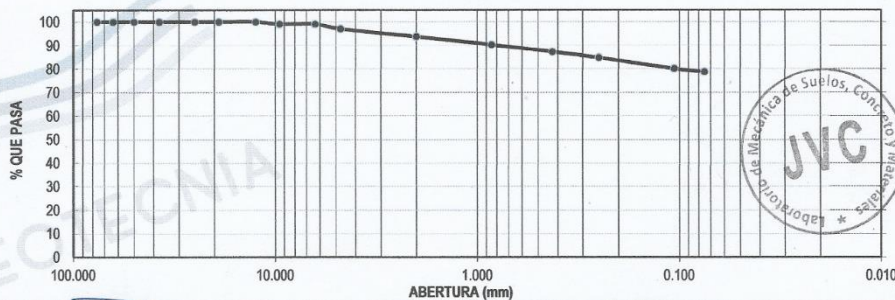
CALICATA :	C-01	PROGRESIVA :	0+000	PESO INICIAL :	638.40 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2021	PESO LAVADO SECO :	135.63 gr
PROFUNDIDAD :	0.15 - 1.50				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 83.72
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 42.04
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 41.7
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : MH
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO : A-7-5 (16)
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Descripción : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Observación AASTHO : MALO
3/8"	9.525	5.84	0.91	0.91	99.09	Bolonería > 3" : 2.94%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.91	99.09	Grava 3" - N°4 : 18.31%
No4	4.750	12.90	2.02	2.94	97.06	Arena N°4 - N°200 : 78.75%
10	2.000	20.93	3.28	6.21	93.79	
20	0.850	21.84	3.42	9.64	90.36	
40	0.425	19.21	3.01	12.64	87.36	
60	0.250	15.92	2.49	15.14	84.86	
140	0.106	30.20	4.73	19.87	80.13	
200	0.075	8.79	1.38	21.25	78.75	
< 200		0.38	0.06	21.30	78.70	
Total		136.01	21.3			

#### CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108

Peso de tara	105.10	106.40
Sh + Tara	1147.60	1352.10
Ss + Tara	885.00	1058.20
Peso Suelo Seco	779.90	951.80
Peso del agua	262.60	293.90
Contenido de Humedad (%)	32.27	

#### CURVA GRANULOMETRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil

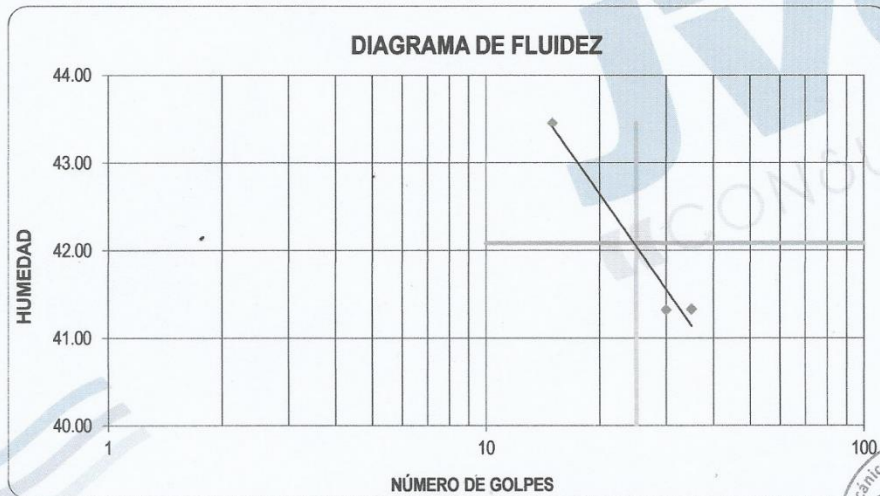


**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 / MTC E 111

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA C - 01 ESTRATO : E - 01

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	15	30	35	-	-
Peso tara (g)	13.16	11.78	10.79	13.63	12.79
Peso tara + suelo húmedo (g)	34.09	33.84	37.84	26.35	22.08
Peso tara + suelo seco (g)	27.75	27.39	29.93	18.93	20.08
Humedad %	43.45	41.32	41.33	140.00	27.43
Límites	42.04			83.72	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
**MÉTODO C**  
 ASTM D-1557

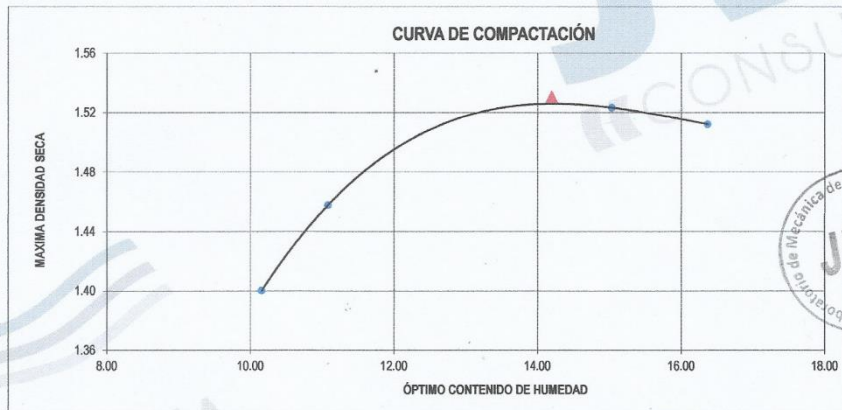
PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
 SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
 UBICACIÓN : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CAJAMARCA  
 FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10027.00	10191.00	10491.00	10475.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3293.00	3457.00	3757.00	3741.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.62	1.76	1.75		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1503.60	1506.40	1507.60	1500.50		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1375.00	1366.60	1310.50	1307.20		
Peso de Agua (gr)	128.60	139.80	197.10	193.30		
Peso de Cápsula (gr.)	108.70	104.90	106.40	21.46		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1266.30	1261.70	1204.10	1285.74		
% de Humedad	10.16	11.08	16.37	15.03		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.46	1.51	1.52		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.530
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.20

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION  
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCION EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACION : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	7820	8124	7758	8352	7614	8320
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3633	3937	3573	4167	3432	4138
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.695	1.837	1.667	1.944	1.601	1.931
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	59.16	61.25	79.64	68.53	70.73	74.62
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	55.98	54.88	74.51	59.46	66.54	63.04
Peso de Agua (gr)	3.18	6.37	5.13	9.07	4.19	11.58
Peso de Cápsula (gr.)	26.90	27.01	27.32	26.88	26.99	27.38
Peso de Suelo Seco (gr.)	29.08	27.87	47.19	32.58	39.55	35.66
% de Humedad	10.94	22.86	10.87	27.84	10.59	32.47
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.528	1.495	1.504	1.521	1.448	1.458

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	4.256	4.256	3.660	4.417	4.417	3.798	4.825	4.825	4.149
48 hrs	4.589	4.589	3.946	4.832	4.832	4.155	5.147	5.147	4.426
72 hrs	4.893	4.893	4.207	5.217	5.217	4.486	5.631	5.631	4.842
96 hrs	5.127	5.127	4.408	5.573	5.573	4.792	5.898	5.898	5.071

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	19.0	0.98	8.0	0.4	4.0	0.2
1.27	0.050	44.0	2.27	35.0	1.8	22.0	1.1
1.90	0.075	64.0	3.31	57.0	2.9	32.0	1.7
2.54	0.100	94.0	4.86	84.0	4.3	51.0	2.6
3.81	0.150	148.0	7.65	132.0	6.8	91.0	4.7
5.08	0.200	199.0	10.28	172.0	8.9	118.0	6.1
7.62	0.300	276.0	14.26	245.0	12.7	180.0	9.3
10.16	0.400	341.0	17.62	294.0	15.2	211.0	10.9
12.70	0.500	386.0	19.95	315.0	16.3	224.0	11.6

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574



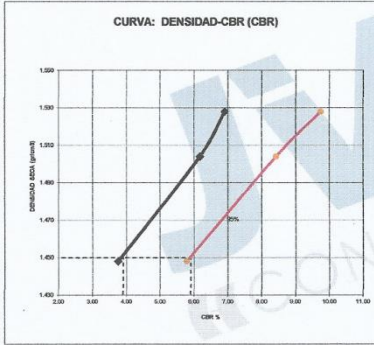
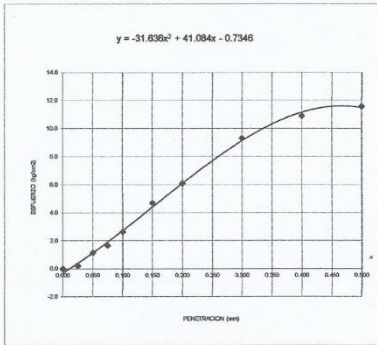
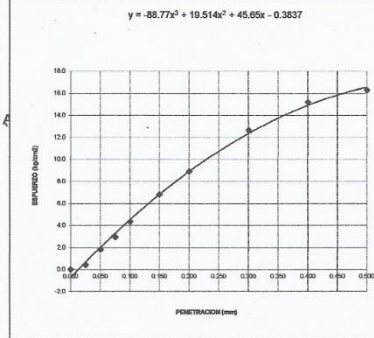
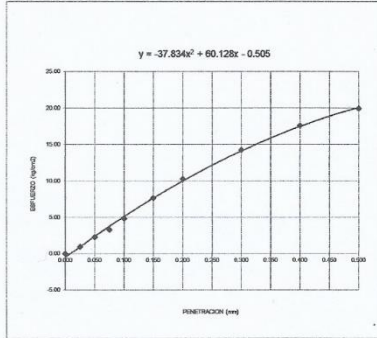
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	4.9	70.35	6.91	1.528
2	0.1	4.3	70.35	6.17	1.504
3	0.1	2.6	70.35	3.75	1.448

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	10.3	105.46	9.75	1.528
2	0.2	8.9	105.46	8.43	1.504
3	0.2	6.1	105.46	5.78	1.448

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.53
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.45
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.20
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      6.91%      0.2"      9.75%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      3.90%      0.2"      5.90%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

## Anexo 10. Resultados del estudio de laboratorio – Calicata 2



RUC: 20606092297

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E 107

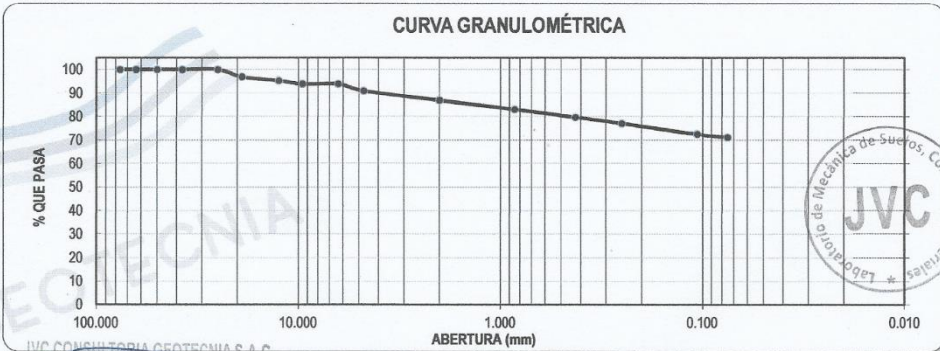
PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
 SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
 UBICACIÓN : JR. GRAU CUADRA 3 - GUZMANGO - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA  
 FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C-02	PROGRESIVA :	0+000	PESO INICIAL :	806.60 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2021	PESO LAVADO SECO :	232.96 gr
PROFUNDIDAD	0.15 - 1.50				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Líquido (LL) : 37.77
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plástico (LP) : 25.55
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Plástico (IP) : 12.2
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : ML
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO : A-6 (8)
3/4"	19.000	24.82	3.08	3.08	96.92	Descripción : LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
1/2"	12.500	13.05	1.62	4.70	95.30	Observación AASHTO : MALO
3/8"	9.525	11.33	1.40	6.10	93.90	Bolonería > 3" : 9.03%
1/4"	6.350	0.00	0.00	6.10	93.90	Grava 3"-N°4 : 19.85%
N°4	4.750	23.67	2.93	9.03	90.97	Grava N°4 - N°200 : 71.12%
10	2.000	32.49	4.03	13.06	86.94	Finos < N°200 : 25.50%
20	0.850	31.31	3.88	16.94	83.06	
40	0.425	26.86	3.33	20.27	79.73	
60	0.250	21.92	2.72	22.99	77.01	
140	0.106	37.08	4.60	27.59	72.41	
200	0.075	10.43	1.29	28.88	71.12	
< 200		0.28	0.03	28.92	71.08	
Total		233.24	28.9			

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108		
Peso de tara	108.60	105.20
Sh + Tara	1615.20	1223.40
Ss + Tara	1313.90	992.70
Peso Suelo Seco	1205.30	887.50
Peso del agua	301.30	230.70
Contenido de Humedad (%)	25.50	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil

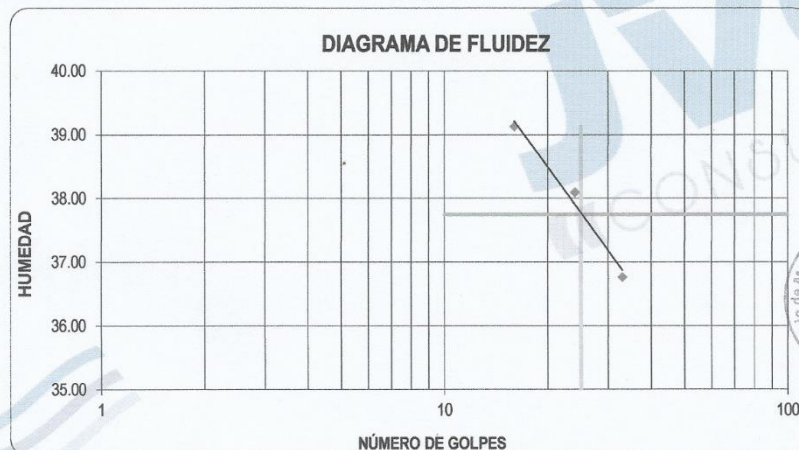
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 / MTC E 111

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. GRAU CUADRA 3 - GUZMANGO - CONTUMAZÁ - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA C-02 ESTRATO : E-01

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	24	33	-	-
Peso tara (g)	13.78	11.13	11.46	13.06	13.42
Peso tara + suelo húmedo (g)	35.15	37.92	31.66	20.08	23.97
Peso tara + suelo seco (g)	29.14	30.53	26.23	18.64	21.84
Humedad %	39.13	38.09	36.76	25.81	25.30
Límites	37.77			25.55	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

  
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

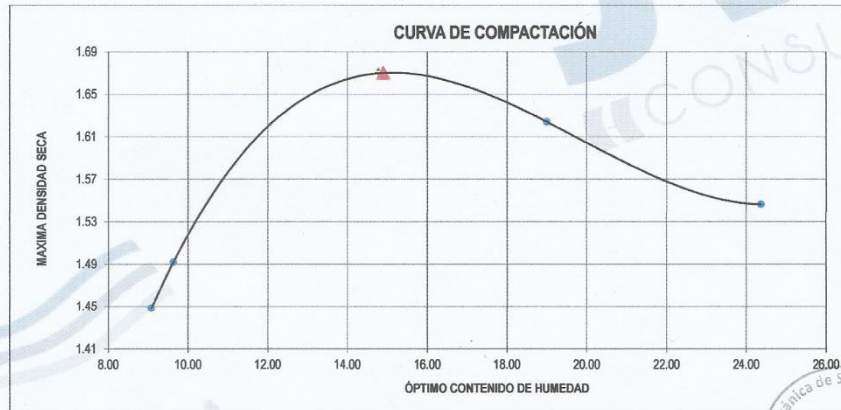
PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10107.00	10226.00	10860.00	10840.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3373.00	3492.00	4126.00	4106.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.64	1.93	1.92		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1503.10	1509.10	1504.80	1507.50		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1387.50	1385.80	1282.00	1235.00		
Peso de Agua (gr)	115.60	123.30	222.80	272.50		
Peso de Cápsula (gr.)	114.20	105.30	109.50	116.70		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1273.30	1280.50	1172.50	1118.30		
% de Humedad	9.08	9.63	19.00	24.37		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.45	1.49	1.62	1.55		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.670
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.90

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

JVC  
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto & Asfalto  
*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION  
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	7735	7824	7688	7826	7523	7894
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3548	3637	3503	3641	3341	3712
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.656	1.697	1.635	1.699	1.559	1.732
CAPSULA Nº	J-6		J-8		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	59.16	61.25	79.64	68.53	70.73	74.62
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	55.98	54.88	74.51	59.46	66.54	63.04
Peso de Agua (gr)	3.18	6.37	5.13	9.07	4.19	11.58
Peso de Cápsula (gr.)	26.90	27.01	27.32	26.88	26.99	27.38
Peso de Suelo Seco (gr.)	29.08	27.87	47.19	32.58	39.55	35.66
% de Humedad	10.94	22.86	10.87	27.84	10.59	32.47
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.492	1.381	1.474	1.329	1.410	1.308

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	4.256	4.256	3.660	4.417	4.417	3.798	4.825	4.825	4.140
48 hrs	4.589	4.589	3.946	4.832	4.832	4.155	5.147	5.147	4.428
72 hrs	4.893	4.893	4.207	5.217	5.217	4.486	5.631	5.631	4.842
96 hrs	5.127	5.127	4.408	5.573	5.573	4.792	5.898	5.898	5.071

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	20.0	1.03	9.0	0.5	5.0	0.3
1.27	0.050	49.0	2.53	37.0	1.9	24.0	1.2
1.90	0.075	71.0	3.67	61.0	3.2	37.0	1.9
2.54	0.100	99.0	5.12	88.0	4.5	58.0	3.0
3.81	0.150	157.0	8.11	139.0	7.2	97.0	5.0
5.08	0.200	208.0	10.75	182.0	9.4	127.0	6.6
7.62	0.300	283.0	14.63	252.0	13.0	189.0	9.8
10.16	0.400	354.0	18.29	304.0	15.7	223.0	11.5
12.70	0.500	395.0	20.41	326.0	16.8	235.0	12.1

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

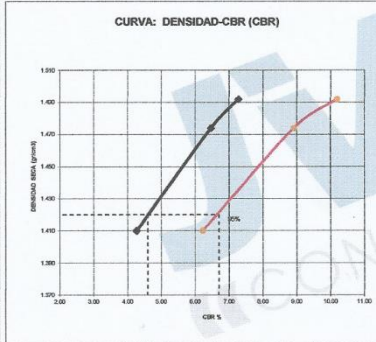
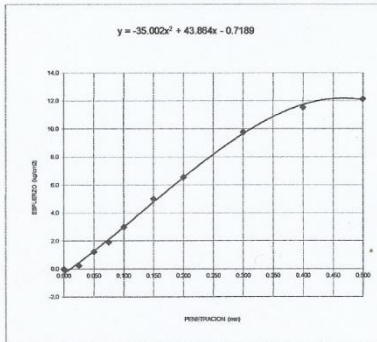
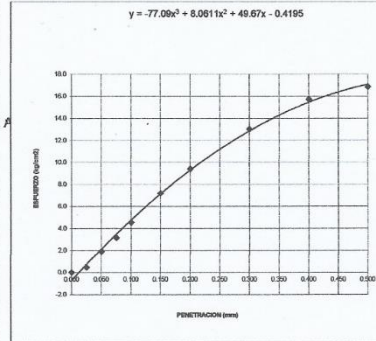
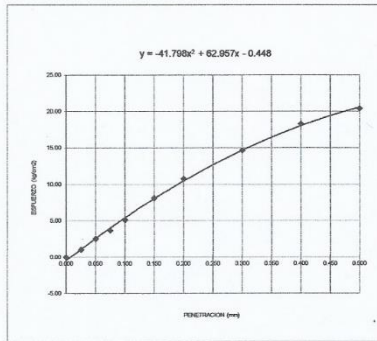
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP. 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.1	70.35	7.27	1.492
2	0.1	4.5	70.35	6.46	1.474
3	0.1	3.0	70.35	4.26	1.410

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	10.7	105.46	10.19	1.492
2	0.2	9.4	105.46	8.92	1.474
3	0.2	6.6	105.46	6.22	1.410

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.67			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.59			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.90			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.27%	0.2"	10.19%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	4.60%	0.2"	6.70%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL



*Carlos Javier*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

## Anexo 11. Resultados del estudio de laboratorio – Calicata



RUC: 20606092297

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E 107

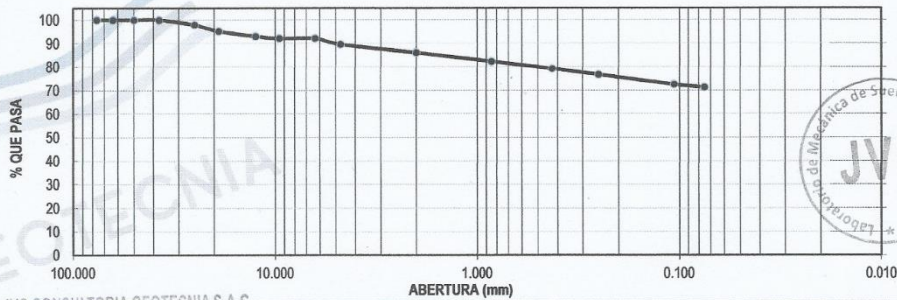
PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. GRAU CUADRA 4 - GUZMANGO - CONTUMAZÁ- CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C - 03	PROGRESIVA :	0+000	PESO INICIAL :	1200.10 gr
ESTRATO :	E - 01	FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2021	PESO LAVADO SECO :	344.34 gr
PROFUNDIDAD	0.15 - 1.50				

Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% que	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 43.97
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 30.03
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 13.9
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : ML
1"	25.000	25.35	2.11	2.11	97.89	Clasificación AASHTO : A-7-5 (9)
3/4"	19.000	31.95	2.66	4.77	95.23	Descripción : LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
1/2"	12.500	25.76	2.15	6.92	93.08	Observación AASTHO : MALO
3/8"	9.525	10.98	0.91	7.84	92.16	Bolonería > 3" : 105.30
1/4"	6.350	0.00	0.00	7.84	92.16	Grava 3"-N°4 : 10.40%
N°4	4.750	30.78	2.56	10.40	89.60	Grava N°4 - N°200 : 18.29%
10	2.000	42.05	3.50	13.90	86.10	Finos < N°200 : 71.31%
20	0.850	44.89	3.74	17.65	82.35	
40	0.425	37.29	3.11	20.75	79.25	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108
60	0.250	30.41	2.53	23.29	76.71	Peso de tara : 105.30 / 104.60
140	0.106	49.97	4.16	27.45	72.55	S <sub>h</sub> + Tara : 1577.80 / 1311.20
200	0.075	14.91	1.24	28.69	71.31	S <sub>s</sub> + Tara : 1252.20 / 1018.80
< 200		1.82	0.15	28.84	71.16	Peso Suelo Seco : 1146.90 / 914.20
Total		346.16	28.8			Peso del agua : 325.60 / 292.40
						Contenido de Humedad (%) : 30.19

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

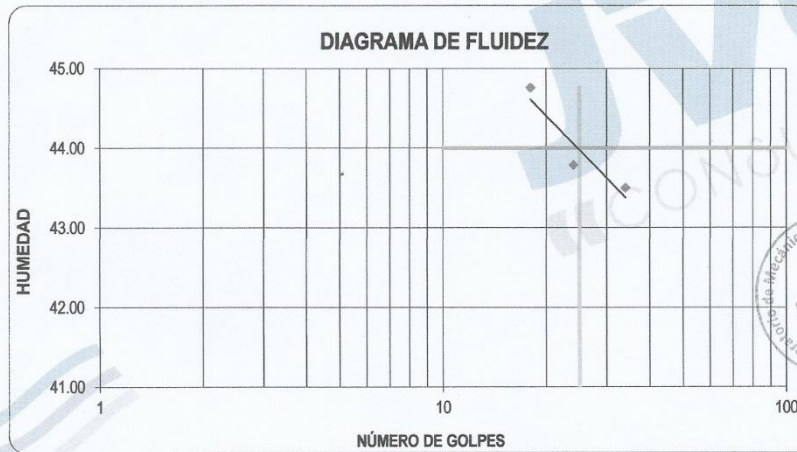
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 / MTC E 111

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. GRAU CUADRA 4 - GUZMANGO - CONTUMAZÁ- CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA C - 03 ESTRATO : E - 01

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	18	24	34	-	-
Peso tara (g)	10.74	11.78	11.46	13.77	13.18
Peso tara + suelo húmedo (g)	31.18	34.34	35.74	20.45	20.45
Peso tara + suelo seco (g)	24.86	27.47	28.38	18.89	18.79
Humedad %	44.76	43.79	43.50	30.47	29.59
Límites	43.97			30.03	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

  
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

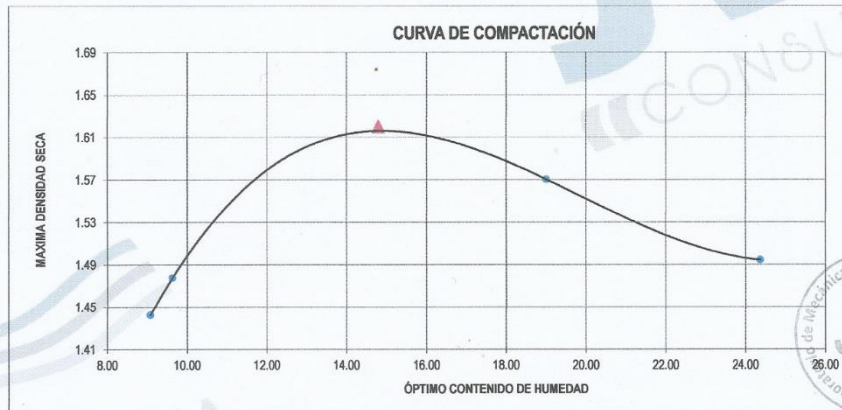
PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. SUAREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA : C - 3

ESTRATO : E - 1

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10094.00	10193.00	10724.00	10702.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3360.00	3459.00	3990.00	3968.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.62	1.87	1.86		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1503.10	1509.10	1504.80	1507.50		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1387.50	1385.80	1282.00	1235.00		
Peso de Agua (gr)	115.60	123.30	222.80	272.50		
Peso de Cápsula (gr.)	114.20	105.30	109.50	116.70		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1273.30	1280.50	1172.50	1118.30		
% de Humedad	9.08	9.63	19.00	24.37		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.48	1.57	1.49		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.620
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.80

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION  
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EVALUACION DEL PAVIMENTO RIGIDO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA, 2021  
SOLICITANTE : CRUZ TAFUR JOSE MANUEL - VACA ARCE JENIFER YOSELIN  
UBICACIÓN : JR. SUÁREZ CUADRA 1 - GUZMANGO - CAJAMARCA  
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

CALICATA : C-3 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	7722	7811	7675	7813	7510	7880
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3535	3624	3490	3628	3328	3698
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.650	1.691	1.629	1.693	1.553	1.726
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	59.16	61.25	79.64	68.53	70.73	74.62
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	55.98	54.88	74.51	59.46	66.54	63.04
Peso de Agua (gr.)	3.18	6.37	5.13	9.07	4.19	11.58
Peso de Cápsula (gr.)	26.90	27.01	27.32	26.88	26.99	27.38
Peso de Suelo Seco (gr.)	29.08	27.87	47.19	32.58	39.55	35.66
% de Humedad	10.94	22.86	10.87	27.84	10.59	32.47
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.487	1.376	1.469	1.324	1.404	1.303

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	4.256	4.256	3.680	4.417	4.417	3.798	4.825	4.825	4.149
48 hrs	4.589	4.589	3.946	4.832	4.832	4.155	5.147	5.147	4.426
72 hrs	4.893	4.893	4.207	5.217	5.217	4.486	5.631	5.631	4.942
96 hrs	5.127	5.127	4.408	5.573	5.573	4.792	5.898	5.898	5.071

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	19.0	0.98	8.0	0.4	5.0	0.3
1.27	0.050	47.0	2.43	35.0	1.8	23.0	1.2
1.90	0.075	68.0	3.51	58.0	3.0	35.0	1.8
2.54	0.100	94.0	4.86	84.0	4.3	54.0	2.8
3.81	0.150	152.0	7.86	135.0	7.0	93.0	4.8
5.08	0.200	201.0	10.39	176.0	9.1	121.0	6.3
7.52	0.300	274.0	14.16	248.0	12.8	181.0	9.4
10.16	0.400	343.0	17.73	291.0	15.0	216.0	11.2
12.70	0.500	386.0	19.95	315.0	16.3	225.0	11.6

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

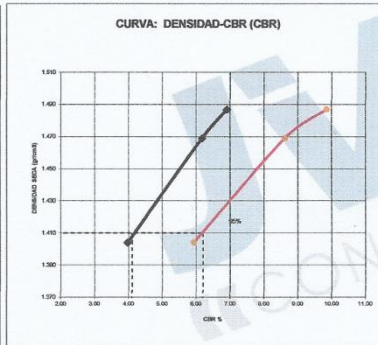
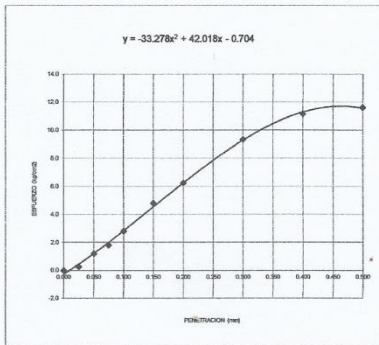
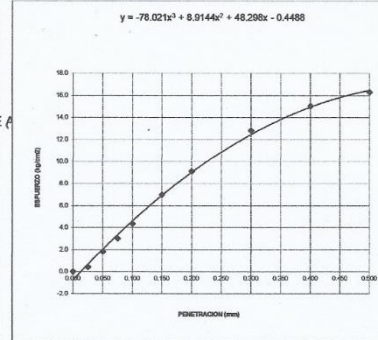
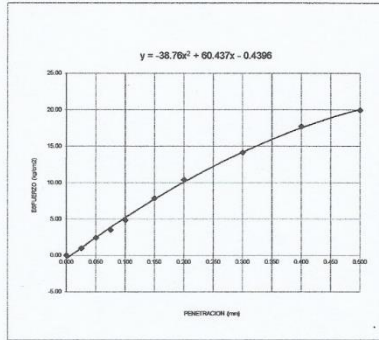
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	4.9	70.35	6.91	1.487
2	0.1	4.3	70.35	6.17	1.469
3	0.1	2.8	70.35	3.97	1.404

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	10.4	105.46	9.85	1.487
2	0.2	9.1	105.46	8.62	1.469
3	0.2	6.3	105.46	5.93	1.404

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.62
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.54
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.80
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      0.2"      9.85%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      0.2"      6.20%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL



*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

**Anexo 12. Panel fotográfico del estudio de laboratorio de suelos**



















**Anexo 13. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido  
Km00 calle Abundio Sagasti primer tramo**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - METODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	KM 00 calle Abundio Sagasti primer tramo.	Unidad de Muestra:	UM-1	Fecha:	08/06/2021
Número de Losas:	38	Sección:	3.15m x 2.90m	Área:	9.14m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>			  		
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
6 - B	16	42.11	2		
19 - B	28	73.68	11		
18 - B	26	68.42	12		
12	3	7.89	1		
17	20	52.63	3		




**Anexo 14. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido de la calle German Gastegui.**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>							
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>							
Nombre de la Vía:	Jr. German Gastegui	Unidad de Muestra:	UM-2	Fecha:	08/06/2021		
Número De Losas:	174	Sección:	2.50m x 2.70m	Área:	6.75m <sup>2</sup>		
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin							
<b>TIPOS DE FALLAS</b>							
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados						
2. Grieta de Esquina	12. Popouts						
3. Losa Dividida	13. Bombeo						
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento						
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea						
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas						
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción						
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina						
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta						
10. Parcheo pequeño							
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)						
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido				
19 - B	140	80.46	12				
6 - B	96	55.17	2				
12	8	4.60	0				
17	113	64.94	3				
							

**Anexo 15. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido de la calle Rafael Plenchen primer tramo**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	Jr. Rafael Plenchen	Unidad de Muestra:	UM-3	Fecha:	08/06/2021
Número De Losas:	74	Sección:	2.00m x 3.00m	Área:	6.00m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
6 - M	14	18.92	4		
19 - B	64	86.49	12		
17	36	48.65	1		
12	4	5.41	0		

**Anexo 16. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido de la calle Abundio Sagasti segundo tramo**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	Calle Abundio Sagasti	Unidad de Muestra:	UM-4	Fecha:	08/06/2021
Número De Losas:	208	Sección:	2.90m x 3.30 m	Área:	9.57m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
TIPOS DE FALLAS					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
19 - M	172	82.69	24		
19 - B	156	75.00	12		
18 - B	136	65.38	11		
17	104	50.00	2		
					

**Anexo 17. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido de la calle Ángel Suarez**

		<p align="center"><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>  <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	Jr. Ángel Suarez	Unidad de Muestra:	UM-5	Fecha:	08/06/2021
Número De Losas:	198	Sección:	2.00m x 3.00 m	Área	6.00m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
19 - B	138	69.70	12		
6 - M	56	28.28	4		
17	102	51.52	2		

**Anexo 18. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido de la calle Manuel León**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	Jr. Manuel León	Unidad de Muestra:	UM-6	Fecha:	08/06/2021
Número De Losas:	106	Sección:	2.20m x 3.00 m	Área:	6,60m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
TIPOS DE FALLAS					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
19 - B	96	90,57	12		
18 - B	82	77,36	13		
17	68	64,15	3		



**Anexo 19. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido del pasaje Trinidad**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	PSJ. TRINIDAD	Unidad de Muestra:	UM-7	Fecha:	08/06/2021
Número De Losas:	16	Sección:	2.20m x 2.80 m	Área:	6,16m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande (Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño (Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
9 - M	16	100,00	29		
8 - M	10	62,50	30		
14 - B	8	50,00	45		
19 - M	14	87,50	24		
18 - M	10	62,50	19		
17	16	100,00	5		
6 - M	4	25,00	4		

**Anexo 20. Hoja de registro para la evaluación del pavimento rígido de la calle Domingo Uriol**

		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - MÉTODO PCI</b>					
<b>HOJA DE REGISTRO SOBRE EL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</b>					
Nombre de la Vía:	JR. DOMINGO URIOL ALVA	Unidad de Muestra:	UM-8	Fecha:	08/06/2021
Número De Losas:	38	Sección:	1.70m x 2.50 m	Área:	4,25m <sup>2</sup>
Evaluado por: Cruz Tafur, José Manuel y Vaca Arce, Jenifer Yoselin					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>					
1. Blowup / Buckling	11. Pulimento de Agregados				
2. Grieta de Esquina	12. Popouts				
3. Losa Dividida	13. Bombeo				
4. Grieta de Durabilidad "D"	14. Punzonamiento				
5. Escala	15. Cruce de Vía Férrea				
6. Sello de Junta	16. Mapa de Grietas				
7. Desnivel Carril / Berma	17. Grietas de Retracción				
8. Grietas Lineales	18. Descascaramiento de Esquina				
9. Parcheo grande (Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )	19. Descascaramiento de Junta				
10. Parcheo pequeño (Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )					
SEVERIDAD:	Baja (B) Media (M) Alta(A)				
Falla y Severidad	Cantidad	Densidad (%)	Valor Deducido		
19 - B	18	47,37	9		
18 - B	14	36,84	13		
17	24	63,16	3		

### Anexo 21. Modelo de Ficha Técnica De Conteo Vehicular - MTC

## ESTUDIO DE TRAFICO - TRAMO 1 - LUNES

TRAMO DE LA CARRETERA	1	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN		
DIA	Lunes	

Regresar

ESTACION				
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA				

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	E S																			
01-02	E S																			
02-03	E S																			
03-04	E S																			
04-05	E S																			
05-06	E S																			
06-07	E S																			
07-08	E S																			
08-09	E S																			
09-10	E S																			
10-11	E S																			
11-12	E S																			
12-13	E S																			

Página 1

**Anexo 22. Matriz De Contingencia**

Título	Formulación del Problema de Investigación	Hipótesis	Variable	Dimensiones
<p><b>Evaluación del pavimento rígido y propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca, 2021</b></p>	<p>¿Cuál es el resultado de la evaluación y cuál es la propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca?</p>	<p>La evaluación del pavimento rígido cumple con las especificaciones técnicas señaladas en la Norma de Pavimentos Urbanos Ce 010, la Norma AASTHO 93 (ASTM D-6433) y concluye en que la mayor parte del pavimento existente está en óptimas condiciones, requiriendo un diseño mínimo de construcción y mejoramiento en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca.</p>	<p>Evaluación del pavimento rígido</p>	<p>Condiciones del pavimento</p>
				<p>Tipo de fallas</p>
			<p>Diseño del pavimento rígido</p>	<p>Levantamiento Topográfico</p>
				<p>Estudio de Mecánica de Suelos</p>
				<p>Estudio de Tráfico</p>
				<p>Diseño Estructural del Pavimento</p>

Objetivos de Investigación	Tipo de Investigación	Diseño De Investigación	Población	Muestra	Técnicas de Recolección de Datos	Instrumento de Recolección de Datos
<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Realizar la evaluación del pavimento rígido y propuesta de intervención en el distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca</p> <p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <p>Realizar el levantamiento topográfico de la zona a trabajar.</p> <p>Llevar a cabo un estudio de mecánica de suelos.</p> <p>Realizar el estudio de tráfico del lugar.</p> <p>Llevar a cabo la evaluación del pavimento.</p> <p>Diseñar la propuesta de intervención</p>	<p>Aplicada Transversal Descriptiva</p>	<p>No Experimental, descriptivo Simple.</p> <p>M-----O</p> <p>donde:</p> <p><b>M:</b> Calles del distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca.</p> <p><b>O:</b> Evaluación del pavimento, Levantamiento topográfico, Estudio de Mecánica de suelos, Estudio de Trafico y Diseño de pavimento.</p>	<p>Distrito de Guzmango, provincia de Contumazá, región de Cajamarca.</p>	<p>Calles del distrito de Guzmango, provincia de Contumazá , región de Cajamarca.</p>	<p>Análisis Documental (levantamiento topográfico, estudio mecánico de suelos)</p> <p>Observación Estructurada (estudio de tráfico)</p>	<p>Ficha de Registro Guía de Observación</p>

# PLANOS