



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

“Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Bach. Huaman Abarca, Rocio

<https://orcid.org/0000-0003-4871-2050>

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio

<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial.

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico de manera especial a mis padres Sra. Luisa Abarca Chahuayllo, Sr. Doroteo Huaman Pizarro, a mis hermanos Elena Huaman y Abel Huaman, pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional.

De igual manera agradecer a los ingenieros Yadira Yolanda Alagón, Giver Bruss Jonathan Ore, Rossel Surco, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A la Escuela de Posgrado de la Universidad “Cesar Vallejo” por darme la oportunidad de haber cumplido una de metas y anhelos como es de optar el Título de Ingeniero Civil.

Mi reconocimiento al Dr. Ing. Tello Mal partida, Omart Demetrio por su asesoría y sus experiencias que me compartio para el buen desenvolvimiento de mi formación profesional.

A todos los amigos, Profesionales, laboratorios, por haber contribuido con la información necesaria para la conclusión del trabajo de investigación y a los expertos quienes han validado nuestro instrumento, por sus sugerencias para mejorar el presente trabajo.

Índice de Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	22
3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	22
3.2 Variables y operacionalización	23
3.3 Población, muestra y muestreo	23
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5 Procedimientos	26
3.6 Análisis de datos de los resultados	39
3.7 Aspectos éticos	39
IV. RESULTADOS	40
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	57
Anexo 1: Matriz de consistencia	58

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.	60
Anexo 3: Ficha de validación (Juicio de Expertos).....	62
Anexo 4: Ficha de comparación de espesor de afirmado.	63
Anexo 5: Ficha de comparación de grado de compactación.....	64
Anexo 6: Ficha de comparación de costo de equipo.	65
Anexo 7: Ficha de comparación de costo directo.	66
Anexo 8: Panel fotográfico.	67
Anexo 9: Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.....	72
Anexo 10: Certificado de calibración del horno.	77
Anexo 11: Certificado de corte directo.	83
Anexo 12: Certificado de balanza electrónica.	87
Anexo 13: Análisis de costos unitarios.....	91
Anexo 14: Sustento de precios.	93
Anexo 15: Reporte final de Turnitin.....	96

Índice de tablas

Tabla 1: Criterio para la selección de la superficie de rodadura.....	17
Tabla 2: Categorías de tráfico consideradas por el Método USACE.....	18
Tabla 3: Índice de diseño para vehículos con neumáticos.....	18
Tabla 4: Gradación del material de afirmado.....	20
Tabla 5: Volúmenes de tránsito por día de la semana.....	29
Tabla 6: Proyección de tráfico para el 2032.....	30
Tabla 7: ESAL de diseño.....	30
Tabla 8: Resultados de caracterización del suelo.....	31
Tabla 9: Evaluación del costo de equipo para 1 km de la carretera en estudio....	37
Tabla 10: Evaluación del costo directo para 1 km de la carretera en estudio.....	38
Tabla 11: Resultados de espesor de afirmado.....	40
Tabla 12: Resultados del grado de compactación.....	41
Tabla 13: Resultados del costo de equipo.....	43
Tabla 14: Resultados del costo directo.....	44
Tabla 15: Matriz de consistencia.....	58
Tabla 16: Matriz de variables.....	60

Índice de figuras

Figura 1: Carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc.	3
Figura 2: Curvas de diseño según el Método TRRL.....	15
Figura 3: Determinación de espesor de capa de revestimiento granular.....	17
Figura 4: Curvas de diseño para caminos de superficie de agregados.....	19
Figura 5: Ubicación de puntos para realizar calicatas.	26
Figura 6: Foto de calicatas realizadas.	27
Figura 7: Foto de ensayo de análisis granulométrico.	27
Figura 8: Foto de ensayo de límites de consistencia.....	28
Figura 9: Foto de ensayo de proctor modificado.	28
Figura 10: Foto de conteo vehicular.	29
Figura 11: Determinación de espesor de capa de afirmado con gráfico.....	32
Figura 12: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método MTC.	32
Figura 13: Gráfica del Método USACE.....	33
Figura 14: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método USACE	34
Figura 15: Gráfica del método TRRL.....	35
Figura 16: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método TRRL.....	36
Figura 17: Comparación del espesor de afirmado obtenido.....	40
Figura 18: Comparación de grado de compactación recomendado.	41
Figura 19: Comparación de costo de equipo obtenido por los tres métodos.....	43
Figura 20: Comparación de costo directo obtenido por los tres métodos.....	44
Figura 21: Ficha de validación – juicio de expertos.....	62
Figura 22: Ficha técnica N°1 - espesor de afirmado.	63
Figura 23: Ficha técnica N°2 – grado de compactación.	64
Figura 24: Ficha técnica N°3 – costo de equipo.....	65
Figura 25: Ficha técnica N°4 – costo directo.....	66
Figura 26: Foto de la carretera en estudio.....	67
Figura 27: Foto de la carretera en estudio.....	68

Figura 28: Foto horno eléctrico.....	69
Figura 29. Foto de ensayo de CBR – Calicata C-02.	70
Figura 30: Foto de ensayo de desgaste de Los Ángeles.....	71
Figura 31 :Análisis Granulométrico.	72
Figura 32: Ensayo de límites de consistencia.	73
Figura 34: Ensayo de Próctor Modificado.....	74
Figura 35: Ensayo de CBR – Hoja 1.	75
Figura 36: Ensayo de CBR – Hoja 2.	76
Figura 37: Certificado de calibración del horno – hoja 1.	77
Figura 38: Certificado de calibración del horno – hoja 2.	78
Figura 39: Certificado de calibración del horno – hoja 3.	79
Figura 40: Certificado de calibración del horno – hoja 4.	80
Figura 41: Certificado de calibración del horno – hoja 5.	81
Figura 42: Certificado de calibración del horno – hoja 6.	82
Figura 43: Certificado de corte directo – hoja 1.....	83
Figura 44: Certificado de corte directo – hoja 2.....	84
Figura 45: Certificado de corte directo – hoja 3.....	85
Figura 46: Certificado de corte directo – hoja 4.....	86
Figura 47: Certificado de balanza electrónica – hoja 1.....	87
Figura 48: Certificado de balanza electrónica – hoja 2.....	88
Figura 49: Certificado de balanza electrónica – hoja 3.....	89
Figura 50: Certificado de balanza electrónica – hoja 4.....	90
Figura 51: Análisis de costos unitarios – hoja 1.	91
Figura 52: Análisis de costos unitarios – hoja 2.	92
Figura 53: Sustento de Precios – hoja 1.....	93
Figura 55: Sustento de Precios – hoja 2.....	94
Figura 56: Sustento de Precios –Hoja 3.....	95
Figura 57: Reporte final de antiplagio – Turnitin.....	96

Resumen

La presente investigación tuvo como **objetivo** realizar la evaluación técnica y económica de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco, el **tipo de investigación** fue aplicada, el **nivel** fue explicativo y el **diseño** cuasi- experimental. La **población** fue el camino vecinal no pavimentado de la vía Ajoajuyoc – Serranuyoc Bajo y la **muestra** fue la progresiva Km 00+200 a 1+200 de dicho camino vecinal, con **muestreo** no probabilístico dirigido. El **procedimiento** consistió en: reconocimiento de terreno, excavación de calicatas, realización de ensayos de laboratorio, el cálculo de aforo vehicular y la determinación de los indicadores: espesor de afirmado, grado de compactación, costo de equipo y costo directo. Los **principales resultados** fueron, tomando en consideración los Métodos MTC, USACE y TRRL, espesores de afirmado de 13cm, 11cm y 16cm respectivamente, así como grados de compactación de 95%, 95% y 100%, valores de costo de equipo por kilómetro de carretera de S/. 10,255.09, S/. 8,677.39 y S/. 12,621.65 y valores de costo directo S/. 15,730.26, S/. 13,329.68 y S/. 18,972.59 respectivamente. Finalmente debido a los resultados de la evaluación técnica y económica el Método USACE es el más adecuado para el mantenimiento de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención.

Palabras clave: Métodos de mantenimiento MTC, USACE y TRRL, evaluación técnica y económica de caminos no pavimentados.

Abstract

The **objective** of this research was to carry out the technical and economic evaluation of the maintenance methods of unpaved roads for the Ajoajuyoc - Serranuyoc - La Convencion highway, Cusco, the **type of research** was applied, the explanatory **level** and the experimental **design**. The **population** was the unpaved local road of the Ajoajuyoc - Serranuyoc Bajo road and the **sample** was the progressive Km 00 + 200 to 1 + 200 of said local road, with directed non-probabilistic **sampling**. The **procedure** consisted of: reconnaissance of the terrain, excavation of pits, carrying out laboratory tests, calculating the vehicle capacity and determining the indicators: affirmation thickness, degree of compaction, cost of equipment and direct cost. The **main results** were, taking into consideration the MTC, USACE and TRRL Methods, affirmed thicknesses of 13cm, 11cm and 16cm respectively, as well as degrees of compaction of 95%, 95% and 100%, equipment cost values per kilometer of highway of S /. 10,255.09, S /. 8,677.39 and S /. 12,621.65 and direct cost values S /. 15,730.26, S /. 13,329.68 and S /. 18,972.59 respectively. Finally, it was **concluded** that the USACE Method was chosen because it is the most convenient for all the indicators studied.

Keywords: MTC, USACE and TRRL maintenance methods, technical and economic evaluation of unpaved roads.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los caminos rurales cumplen un rol fundamental en la producción, la conectividad y el desarrollo territorial de los países. Éstos, en su mayoría, suelen poseer una capa de rodadura en base a material de afirmado, lo cual resulta una opción económica viable sobretodo en países en desarrollo, donde no se dispone de un presupuesto elevado para estos caminos.

Según un estudio realizado por la Naciones Unidas (2020), tomando como referencia el sistema vial de los diferentes países de América Latina y El Caribe, se señala que actualmente existe una carencia notable de pavimentación en las vías rurales de esta región del mundo, lo cual impide el desarrollo sostenible de los países (como Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, República Dominicana, Paraguay y Perú). Esto se debe a que muchas veces la relevancia de estos caminos puede quedar opacada por la excesiva focalización urbana de las políticas públicas de infraestructura vial. En particular, mejorar la conectividad en el ámbito rural resulta fundamental para alcanzar diversas metas en los países.

A nivel mundial, la carencia de pavimentación y la ausencia de trabajos de mantenimiento de estas vías muchas veces surge del desconocimiento de la utilidad de los caminos a nivel de afirmado y las diferentes metodologías que existen para su diseño y mejoramiento. Para solucionar esto existen diversas metodologías desarrolladas en distintas partes del mundo, como el Método francés PELTIER, el Método australiano NAASRA, el Método desarrollado por el Departamento de Transporte del Reino Unido conocido como TRRL y el método del cuerpo de ingenieros de Estados Unidos (USACE).

En el caso peruano, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones adaptó la Metodología NAASRA para el caso de carreteras rurales a nivel de afirmado (también conocidas como caminos no pavimentados), considerando que esta metodología considera criterios adecuados para el diseño y mejoramiento de estos caminos. Sin embargo, es posible que otras metodologías internacionales puedan brindar iguales o mejores resultados que el Método NAASRA. Por ejemplo, según

un estudio realizado por Andagua y Ramos (2018), estos autores señalaron que, para la región Lima provincias, el método más adecuado resultó el Método USACE.

Es así que evaluar técnica y económicamente los diversos métodos que existen para el mantenimiento de caminos no pavimentados resulta importante, puesto que permitirá determinar cuál es la metodología más adecuada según las características propias de la región del país estudiada. Esto debido a que según el propio MTC (2019) el Perú registra un 69.33% de caminos vecinales en toda la red vial, por lo cual, se puede afirmar que la mayor parte de las vías peruanas consiste en caminos no pavimentados.

Por otro lado, actualmente existe una carencia de investigaciones relacionadas a los métodos de diseño y mejoramiento de caminos no pavimentados aplicados específicamente en el departamento de Cusco, de acuerdo a las características geotécnicas y medioambientales propias de esta región del país. Como solución a ello se plantea la realización de la presente tesis tomando como objeto de estudio el camino vecinal Ajoajuyoc–Serranuyoc, específicamente en la progresiva Km 00+200 a 1+200, en cuya área de influencia se encuentra la localidad de Serranuyoc Bajo, del distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, región Cusco.

De acuerdo al censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015), el distrito de Santa Ana posee una población de 33230 habitantes y una superficie de 359.4 km², presentando una densidad poblacional de 77,9 hab/km².

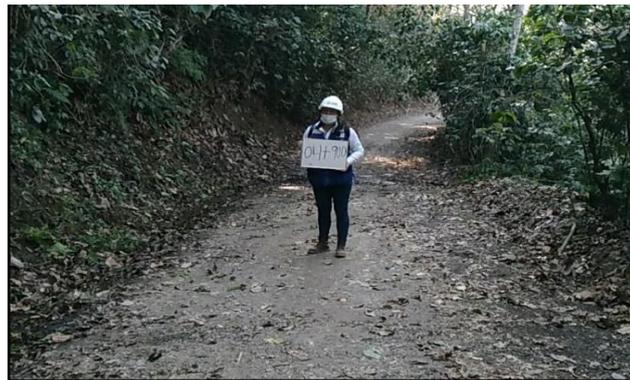
Dentro de este distrito se ubica la localidad de Serranuyoc Bajo, la cual cuenta en la actualidad con 746 habitantes. Esta es una localidad cuya economía se basa principalmente en la actividad agrícola (destacando productos como café, cacao, plátano y naranja) y actividad pecuaria (destacando la crianza de vacunos, porcinos y cuyes). Para la comercialización de estos productos agrícolas y pecuarios esta localidad hace uso de la carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc.

Lamentablemente esta carretera se encuentra notablemente deteriorada lo cual impide el comercio de los productos, así como la atención médica y educativa. A su vez estas malas condiciones de transitabilidad existentes en el área generan una

alta tasa de enfermedades respiratorias debido a la polución producto del camino en mal estado. Es así que, en la presente investigación se realizará la evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados afín de optimizar la serviciabilidad de la carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.

Este mejoramiento del camino vecinal beneficiará a todos los pobladores asentados en la periferia del tramo de carretera a mejorarse, quienes se ven limitados para poder transportar sus productos a los mercados razón por lo que no existe incentivo para poder cultivar. Ahora tendrán la oportunidad de contar con una vía adecuada de comunicación con los mercados de consumo e incluso podrán diversificar sus cultivos, mejorando así la calidad de vida de los pobladores de esta parte del Perú.

Figura 1: Carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc.



Fuente: Propia.

Ante la problemática planteada, se formula la siguiente **pregunta de carácter general**: ¿De qué manera la evaluación técnica y económica permitirá elegir correctamente el método de mantenimiento más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención Cusco 2021? Además, se plantean cuatro problemas específicos. El **primer problema específico**, ¿Cuál será el espesor de la capa de afirmado carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento para caminos no pavimentado? El **segundo problema específico**, ¿De qué manera el grado de compactación permitirá elegir correctamente el método de mantenimiento más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención Cusco 2021? El **tercer problema específico** ¿Cuál es el costo de equipo necesario

para construir el afirmado de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados? Y el **cuarto problema específico** ¿Cuál es costo directo necesario para construir el afirmado en la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados?

La investigación presenta una **justificación teórica**, ya que brindará un mayor conocimiento de los Métodos TRRL, MTC y USACE, así como las criterios, variables y parámetros geotécnicos que emplean cada uno de estos métodos para el diseño y mejoramiento de caminos no pavimentados. Asimismo, presenta una **justificación práctica** puesto que realizará una evaluación técnica y económica de cada uno de los métodos de mejoramiento de caminos no pavimentados, con el fin de compararlos y así poder determinar cuál es el método más apropiado tanto económica como técnicamente para su empleo en obras viales de la región de Cusco. Además, presenta una **justificación ambiental**, ya que el mejoramiento del camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc se reducirá considerablemente la polución generada debido a la carretera en mal estado, optimizando la calidad de vida de la población de Serranuyoc Bajo y reduciendo la tasa de morbilidad de enfermedades respiratorias. Por otra parte, presenta una **justificación social-económica** ya que con el mejoramiento del camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc se optimizará el comercio de los productos agrícolas, a los cuales se dedica la mayor parte de la población de Serranuyoc Bajo, mejorando la economía de la zona en estudio.

Por otro lado, la investigación presenta el siguiente **objetivo general**: realizar la evaluación técnica y económica de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco 2021. Asimismo, presenta cuatro objetivos específicos: El **primer objetivo específico**: Comparar el espesor de la capa de afirmado de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención obtenida por cada uno de los métodos de mantenimiento para caminos no pavimentados. El **segundo objetivo específico**: evaluar de qué manera el grado de compactación permitirá elegir correctamente el método de mantenimiento más adecuado para el camino no pavimentado

Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021. El **tercer objetivo específico**: comparar el costo de equipo necesario para la construcción de afirmado en la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados. Y el **cuarto objetivo específico**: comparar el costo directo necesario para la construcción de afirmado en la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados.

Por otro lado, la investigación presenta la siguiente **hipótesis general**, mediante la evaluación técnica y económica se podrá elegir correctamente el método de mantenimiento de camino no pavimentado más adecuado para la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco 2021. Asimismo, presenta cuatro hipótesis específicas. La **primera hipótesis específica**, el Método TRRL permitirá obtener un menor espesor de afirmado para la estructura del camino no pavimentado Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco 2021. La **segunda hipótesis específica**, el método de mantenimiento MTC en relación al grado de compactación es el más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021. La **tercera hipótesis específica**, el método de mantenimiento TRRL es el método más económico en relación al costo de equipo para la construcción de afirmado en el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021. Y la **cuarta hipótesis específica**, el método de mantenimiento USACE es el método más económico en relación al costo directo para la construcción de afirmado en el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Calles (2016) realizó la tesis titulada “Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del Cantón Pastaza”, investigación realizada para lograr la obtención del grado académico de Magíster en Ingeniería Vial por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Ecuador, presentó por **objetivo**, elaborar un modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural en mención. Es importante mencionar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue explicativa. El **diseño** de la investigación fue no experimental. La **población** estuvo conformada por los caminos rurales de la provincia de Pastaza, Ecuador, mientras que la **muestra** estuvo conformada por la red vial rural del cantón Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico. El **procedimiento** empleado consistió en una visita a la zona en estudio, realizando un inventario vial para determinar la viabilidad de la provincia, determinando luego el índice de condición del pavimento y realizando el cálculo para la estructura de la carretera. El **resultado** al que se llegó fue que se obtuvo en el cantón de Pastaza un total de vías rurales asfaltadas de 119.94 km de las cuales 2.58 km se encuentran en mal estado. Asimismo, se obtuvo un total de 363.39 km de vías rurales lastradas, de las cuales el 25.47 km se encuentran en mal estado. Así, el modelo de gestión de conservación vial planteado consistirá en los siguientes pasos: inicia con el inventario vial, seguidamente con la evaluación vial, se escoge un nivel de intervención, se realiza el análisis de costos y para terminar se adopta una modalidad de ejecución. Es importante mencionar que, de la evaluación económica realizada a los trabajos de conservación expuestos en esta tesis, se obtuvo un costo directo de 150679.34 dólares mientras que el costo de equipo llegó a 22355.48 dólares. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, con el modelo de gestión de conservación vial planteado, se podrá evitar la proliferación de métodos de formulación de planes, programas y proyectos de mantenimiento vial que no llegan a cumplir con su objetivo.

Herrera (2014) realizó la tesis denominada “Estudio del pavimento de las vías del Barrio Salacalle, perteneciente a la Parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes”, investigación

llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Es importante mencionar que esta investigación presentó por **objetivo** analizar y evaluar las características de tipo geométricas y de la estructura del pavimento en la zona en estudio. Asimismo, es imprescindible señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva-explicativa. Asimismo, el **diseño** que se empleó fue no experimental. La **población** estuvo conformada por las personas que habitan en la parroquia Saquisilí, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi la cual fue de 13971 habitantes, mientras que la **muestra** estuvo conformada por 389 habitantes. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico. El **procedimiento** empleado consistió en las siguientes actividades: se llevó a cabo un inventario vial con fines de obtener el ancho que debe tener la vía para luego, mediante el empleo de la observación poder determinar si hay obras de arte y en qué estado se encuentran éstas, tomándose también sus medidas. Luego, al final, se procedió a plantear las alternativas de solución más factibles para el diseño del pavimento. El **resultado** al que se llegó fue un tráfico proyectado de 64812 ejes simples, un CBR de diseño de 10.9 % y un espesor de material de afirmado de 25 cm. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, con el tema de tesis se podrá solucionar los problemas de inaccesibilidad a los hospitales, colegios y demás servicios, problemas que originan incomodidad y pérdida de tiempo en la población.

Pérez (2020) realizó el artículo titulado “Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial”, artículo publicado en la Revista de Facilitación, Comercio y Logística en América Latina y El Caribe (FAL) en el N°377, de las Naciones Unidas, presentó por **objetivo**, analizar el rol de los caminos rurales para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial de América Latina y el Caribe. Resulta necesario señalar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue explicativa. El **diseño** de la investigación fue no experimental. La **población** estuvo conformada por los caminos rurales de países de América Latina y El Caribe como Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, República Dominicana, Paraguay y Perú, mientras que la **muestra** estuvo conformada por más de 8 millones de kilómetros de las redes de caminos rurales de los países mencionados. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico. El **procedimiento** empleado consistió en una recopilación de diversos estudios

realizados en los caminos rurales de los países de América Latina y El Caribe, para luego analizar la importancia de la red vial secundaria y terciaria, llamada comúnmente caminos rurales, para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial. Asimismo, se analizó también el estado actual de la red y su mantenimiento, entregando recomendaciones para el financiamiento de estas obras. El **resultado** al que se llegó fue que, existe un déficit de pavimentación en esta región del mundo, resaltando que poco menos del 18% de la red vial total estaba pavimentada en 2015; esto equivale a 3 km de carreteras por cada 100 km². Finalmente se obtuvo como **conclusión** que dentro de los caminos rurales, tanto los caminos secundarios (volumen de tránsito estimado mayor o igual a 150 vehículos/día y menor a los 700 vehículos/día) o terciarios de la red vial (menor a los 150 vehículos/día), su existencia y su nivel de funcionamiento poseen una importancia fundamental para la conectividad con el territorio, así como para proveer servicios de movilidad tanto a la población que allí reside como a las cadenas logísticas agroindustriales y otros bienes que allí se producen.

Campagnoli (2017) realizó el artículo titulado “Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales”, artículo publicado por la Revista de Ingeniería, Colombia, en el número 45, presentó por **objetivo**, estudiar las innovaciones tecnológicas para pavimentos de afirmado, resaltando la importancia de poseer caminos rurales con rasantes adecuadas. Resulta necesario mencionar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva-explicativa. El **diseño** empleado fue no experimental. La **población** estuvo conformada por los caminos rurales de Chile y los caminos rurales de Colombia. Para la **muestra** se recopiló la información expuesta en dos estudios de caminos rurales realizados en Chile y Colombia, estudiándose 19 km de carreteras rurales de Chile y 23 km de la vía que une el municipio de San Pablo, con Cañabral, al sur del Departamento de Bolívar, en Colombia. Asimismo, se empleó un **tipo de muestreo** no probabilístico. El **procedimiento** empleado consistió en optimizar la estabilización de los kilómetros de afirmado mencionado, comparando aditivos comerciales, incluido el cemento. Adicional al cemento, en total, fueron evaluados 5 aditivos comerciales. El **resultado** al que se llegó fue que, de los aditivos evaluados, es posible afirmar que el número de aditivos que permiten acelerar y activar la cristalización del cemento son 3, precisando que para aplicarlos se debe tomar en cuenta porcentajes altos

como 4 o 6.5 % en relación al peso seco de agregados. Destaca también las propiedades del agente tenso-activo aniónico como aditivo. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, de la evaluación técnica realizada, se obtuvo que para el mejoramiento de caminos rurales es más apropiado utilizar el cemento como agente estabilizador del afirmado, logrando incrementarse el CBR del afirmado en un 5.6%.

Buitrago (2019) realizó la tesis titulada “Propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias en el municipio de Sáchica- Boyacá”, investigación llevada a cabo para lograr la obtención el grado académico de Especialista en Alta Gerencia por la Universidad Militar Nueva Granada – Colombia, presentó por **objetivo**, plantear una alternativa que permita mejorar la transitabilidad de las vías terciarias en el municipio mencionado. Es importante mencionar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva-explicativa. Asimismo, el **diseño** empleado fue no experimental. La **población** estuvo conformada por los caminos rurales de Chile y los caminos rurales de Colombia. Para la **muestra** se recopiló la información expuesta en dos estudios de caminos rurales realizados en Chile y Colombia, estudiándose 19 km de carreteras rurales de Chile y 23 km de la vía que une el municipio de San Pablo, con Cañabral, al sur del Departamento de Bolívar, en Colombia. Asimismo, se empleó un **tipo de muestreo** no probabilístico. El **procedimiento** empleado consistió en las siguientes actividades: llevar a cabo el diagnóstico del estado en el cual se encuentran las vías en estudio para lo cual se hizo uso de una exploración de campo, para luego proceder a revisar bibliografía relacionada al mejoramiento de vías de tercer orden y lograr proponer una alternativa de mejora eficiente para estas vías. El **resultado** al que se llegó fue el mejoramiento debe consistir en trabajos de mantenimiento de tipo rutinario con actividades como la reconfiguración manual de bermas; y mantenimiento periódico con trabajos de reposición de material de afirmado y limpieza de cauces. Es importante mencionar de evaluación técnica y económica realizada se determinó que para cumplir con los trabajos de mantenimiento periódico se requiere 17869.25 dólares en costos de equipos que incluyen 1 excavadora de oruga, 1 motoniveladora, 4 volquetas de 15m³ y un 1 carrotanque. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, para lograr el mejoramiento de las vías terciarias el

mantenimiento rutinario se realizará en periodos de cada 4 meses, mientras que el mantenimiento periódico se realizará cada año.

Del Castillo (2019) realizó la tesis titulada “Diseño del pavimento a nivel de afirmado del mejoramiento del camino vecinal San pablo – sector Peña Negra, km 0+000 – km 4+620, L= 4.62 km, distrito san Pablo, provincia de Bellavista-San Martín”, investigación realizada para obtener el título profesional de ingeniero civil por la Universidad Nacional de San Martín – Perú, presentó por **objetivo**, realizar el diseño de pavimento a nivel de afirmado con fines de mejorar el camino vecinal San Pablo – Sector Peña Negra. Es importante mencionar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue de tipo descriptiva. El **diseño** de la investigación fue no experimental. La **población** estuvo conformada por las carreteras y caminos de la provincia de Bellavista, mientras que la **muestra** estuvo conformada por el camino vecinal San Pablo – Sector Peña Negra, Km 0+000 – Km 4+62. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico - intencional. El **procedimiento** empleado consistió en obtener información de la zona en estudio (calicatas, estudio de tráfico), y someter las muestras de suelos a ensayos de laboratorio para luego procesar los datos obtenidos de acuerdo a las normas del MTC y haciendo uso de técnicas estadísticas para obtener resultados eficientes. Asimismo, se utilizó el CBR del estudio de suelos para lograr la obtención del espesor del pavimento y se evaluó también la calidad de agregado que debe tener necesariamente la subrasante empleando la metodología propuesta por NAASRA. El **resultado** al que se llegó fue que el CBR de la subrasante es 10.60% a un grado de compactación de 95% de MDS (máxima densidad seca), con lo cual se obtuvo un espesor de afirmado de 25 cm. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, con el diseño del pavimento de afirmado será posible optimizar el transporte de los productos que comercian los pobladores de la zona en estudio con lo cual se contribuirá a mejorar el nivel socioeconómico de estos pobladores.

Díaz y Cardozo (2018) señalan en la tesis titulada “Diseño de pavimento a nivel de afirmado del camino vecinal SM-533 EMP.PE5N (Puente Tonchima)-EMP-SM-504 (Sector Shica) L=9+530 km, en los Distritos de Habana y Calzada, Provincia de Moyobamba, Región San Martín”, investigación llevada a cabo con la finalidad de lograr la obtención del título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad

Nacional de San Martín – Perú, presentó por **objetivo** elaborar un diseño eficiente a emplearse en el pavimento de afirmado del camino vecinal mencionado anteriormente. Asimismo, la **metodología** de la cual se hizo uso fue explicativa. También, resulta importante mencionar que el **diseño** empleado fue no experimental. La **población** estuvo conformada por las carreteras y caminos de la provincia de Moyobamba, mientras que la **muestra** estuvo conformada por el camino vecinal puente Tonchima- Sector Shica. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico-intencional. El **procedimiento** empleado consistió en realizar una visita a la zona en estudio para recopilar información mediante calicatas, y llevando a cabo ensayos de laboratorio. Luego para poder procesar los datos se hizo uso de las normas de carreteras del MTC, y empleando un análisis estadístico para conseguir resultados eficientes. Asimismo, se utilizó el CBR del estudio de suelos en el diseño del espesor de afirmado empleándose para ello el método del MTC, el cual se basa en el método australiano NAASRA. El **resultado** al que se llegó fue que el espesor total del pavimento de afirmado estará conformado por 45 cm. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, el diseño propuesto permitirá que la población de la zona en estudio posea una mejor comunicación optimizando la realización de sus actividades de comercio de productos.

Andagua y Ramos (2018) realizaron la tesis titulada “Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la Región Lima-Provincias”, investigación realizada con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero por la Universidad Ricardo Palma – Perú, tuvo por **objetivo** hallar cuál es el método más adecuado para llevar a cabo el diseño del afirmado enfatizando en los métodos MTC (NAASRA), CBR, TRRL, AUSTROADS, PELTIER y USACE. Asimismo, es importante señalar que la **metodología** empleada fue descriptiva-explicativa. También resulta necesario mencionar que el **diseño** empleado fue no experimental. Por otro lado, la **población** estuvo conformada por los caminos vecinales de Lima provincias, con 4163.57 km. Como **muestra** se tomaron 21 estudios realizados anteriormente, 14 pertenecientes a caminos vecinales y 7 pertenecientes a caminos nacionales. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico. El **procedimiento** empleado comenzó con la recolección de información referente al tema tanto en internet como en la biblioteca, para luego proceder a clasificar esta información acerca de las características de los suelos y estudios de tráfico en Lima provincias.

Luego, se procesaron y analizaron los datos de acuerdo a los criterios de cada método. Al final se procesó una memoria de cálculo por cada método para hallar el espesor de afirmado. Así, el **resultado** al que se llegó fue que el principio de ahuellamiento en la superficie de rodadura es empleado por métodos como AASHTO y USACE, mientras que existen otros métodos como TRRL, NAASRA, PELTIER y CBR que lo toman en cuenta, pero a nivel de subrasante. Por otro lado, el principio de pérdida de agregados, si se toma en cuenta un mantenimiento de tipo periódico de 4 años, implica que se adicione a los métodos USACE y NAASRA un espesor adicional de 4 pulgadas para la superficie de rodadura para que sea posible reducir el ahuellamiento en 2 pulgadas. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, después de la evaluación técnica realizada se obtuvo que el método USACE puede ser utilizado como un estándar para la región Lima provincias resaltando que se debe emplear un espesor de afirmado mínimo de 12 cm.

Espíritu y Sandoval (2019) realizó la tesis titulada “Diseño de la trocha carrozable del centro poblado Culebreros – Pueblo Nuevo de Maray, distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropón, departamento de Piura, 2016”, investigación llevada a cabo para lograr la obtención del título de ingeniero civil por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - Perú, presentó por **objetivo**, elaborar el diseño de la trocha carrozable mencionada. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva. También es importante señalar que el **diseño** empleado fue no experimental. Por otro lado, la **población** estuvo conformada por las carreteras existentes en el departamento de Piura, mientras que la **muestra** estuvo conformada por la carretera en estudio Culebreros – Pueblo Nuevo de Maray. Asimismo, el **tipo de muestreo** fue no probabilístico. El **procedimiento** empleado consistió en cuatro fases, la primera que consistió en la visita a la zona en estudio y la recopilación de información bibliográfica; la segunda, que consistió en la realización de trabajos de campo y gabinete (como el estudio de tráfico y el diseño geométrico empleando el software Civil 3D; la tercera, que consistió en la realización del cálculo del pavimento; y la cuarta, que consistió en la realización de los metrados, en base por supuesto, de los planos, para luego, introducir éstos en el programa S10, así como aquellas partidas de las cuales se hará uso, para poder elaborar el presupuesto. El

resultado al que se llegó fue que se logró obtener un IMDA equivalente a 49 veh/día así como un ESAL de diseño conformado por 93,623.257 EE (ejes equivalentes), aclarando que según el MTC el mínimo espesor de afirmado del que se puede hacer uso es 15cm pero que se optó por tomar uno de 20 cm. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, el tema en estudio podrá beneficiar de manera directa a un número de 2,430 habitantes; así como a caseríos cercanos como Frejolitos, Charancito y Zapotal.

Briceño (2017) realizó la tesis titulada “Propuesta de mejoramiento de la carretera a nivel afirmado entre los tramos del caserío de Nueva Delicia Chinchupata, distrito de Chillia – provincia de Pataz - La Libertad 2017”, investigación llevada a cabo para obtener el título de ingeniero civil por la Universidad Privada de Trujillo – Perú, presentó por **objetivo** lograr mejorar la carretera de afirmado del caserío mencionado, con el fin de optimizar la transitabilidad. Es importante mencionar que la **metodología** de la cual se hizo uso fue descriptiva. También resulta imprescindible señalar que el **diseño** empleado fue no experimental. Por otra parte, cabe señalar que la **población** estuvo conformada por las carreteras de afirmado del distrito de Chillia, mientras que la **muestra** estuvo conformada por el tramo de la carretera Nueva Delicia – Chinchupata. Asimismo, el **tipo de muestreo** del cual se hizo uso fue no probabilístico y considerando un criterio por conveniencia. El **procedimiento** empleado consistió en la consecución de los siguientes trabajos: estudio topográfico, de suelos, de hidrología, y finalizando con el diseño geométrico y la evaluación de impacto social ambiental. Es así que, el **resultado** al que se llegó fue que, se obtuvo un número estándar de ejes equivalentes de 80 kN de 289857.23 EE. Asimismo, después de tomar el CBR de diseño promedio de un valor de 10%, se determinó que es necesario emplear 25 cm de espesor de afirmado que sirva como superficie de rodadura. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que, fue posible lograr una propuesta eficiente que permitió el mejoramiento de la vía de afirmado entre los caseríos estudiados, garantizándose una correcta serviciabilidad de la vía.

Bases teóricas

Evaluación técnica y económica de los métodos de mejoramiento de caminos no pavimentados

Consiste en evaluar las ventajas y desventajas de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados. Estos métodos poseen su propia metodología para el diseño del nuevo pavimento de afirmado, así como criterios propios de construcción e inversión económica. (Pérez, 2013).

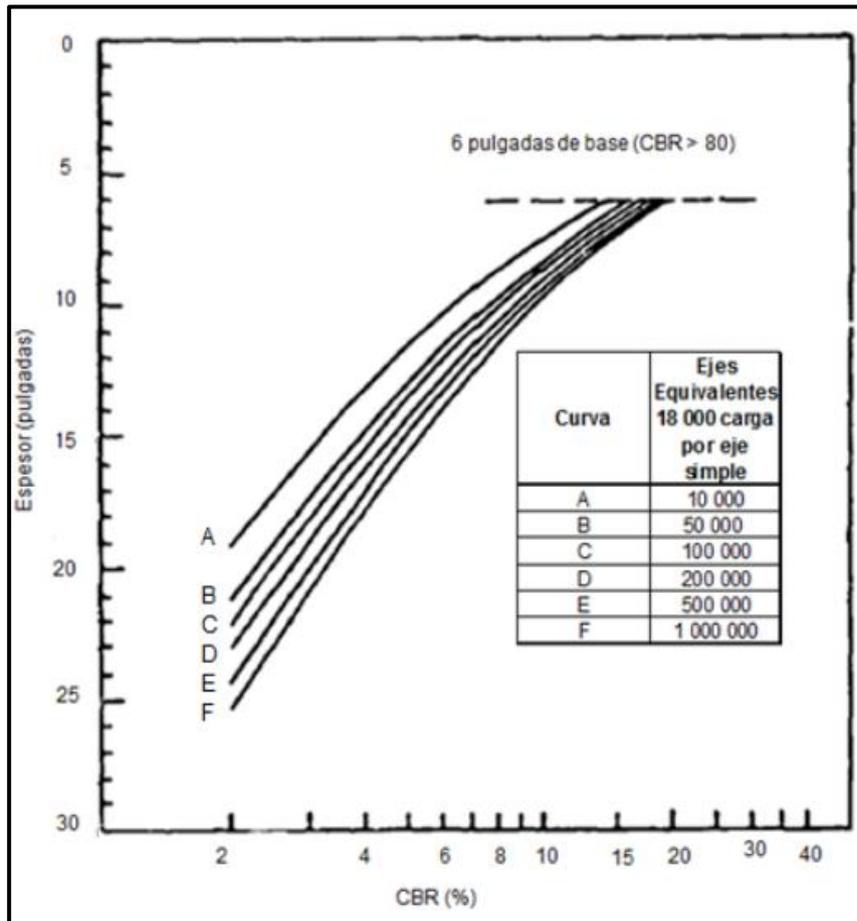
Los métodos de mejoramiento de caminos no pavimentados son aquellos que permiten mejorar el nivel de serviciabilidad de una carretera no pavimentada, es decir, carreteras que se encuentran a nivel de afirmado. Entre estos métodos destacan: el Método MTC, el Método TRRL y el Método USACE, y emplean memorias de cálculo y ensayos de mecánica de suelos como el ensayo CBR. (Andagua y Ramos, 2018).

Método TRRL

Andagua y Ramos (2018) señalan sobre el Método TRRL:

Este es un método desarrollado por el Departamento de Transporte del Reino Unido en el año 1990, el cual propone unas curvas de diseño en función del CBR que posee la subrasante y del número de ejes equivalentes obtenido. Pero es importante aclarar que, para una estructura granular se propone el empleo de un factor 0.78 que al espesor se debe multiplicar, ya que una estructura de este tipo consigue una resistencia a la deformación de un valor mayor, lo que se traduce en un menor ahuellamiento. (p. 91).

Figura 2: Curvas de diseño según el Método TRRL.



Fuente: Andagua y Ramos, 2018.

Es importante mencionar que la decisión de reducir el espesor se fundamenta en el hecho de que las superficies de tipo granular permiten ahuellamientos superiores que el tratamiento de superficie bituminosa.

Asimismo, es necesario señalar que el método TRRL establece que se deba hacer uso de un espesor de 6 pulgadas como mínimo para la base, así como un CBR de un valor de 80% como mínimo, pero precisando que, si es que se hace uso de una subbase, entonces se puede emplear un espesor de 4 pulgadas como mínimo, así como un CBR de un valor de 25% como mínimo.

Además, este método señala que se debe considerar como máximo un ahuellamiento de 40 mm, empleando para hallar el espesor de afirmado la fórmula que se muestra a continuación:

$$\log N_{40} = \frac{h (\text{CBR})^{0.63}}{190} - 0.24$$

Dónde:

h: Espesor del material granular (mm)

CBR: CBR de la subrasante (%)

N: Número estándar de ejes equivalente 80KN

Método del MTC

Es un método desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el cual a su vez se basa en el Método NAASRA. Es un método que se usa para caminos de bajo volumen de tránsito, mas no para IMD mayores a lo establecido por las normas del MTC-Perú. Es usado frecuentemente en el diseño de pavimentos de afirmado, para determinar el espesor del afirmado. (Macedo, 2014).

Este método se emplea para diseño de pavimento de afirmado en función a las condiciones geomecánicas del suelo, el análisis de tráfico vehicular y la carga actuante en el afirmado. Emplea el ensayo de CBR y memorias de cálculo para hallar el espesor de la capa de afirmado. En la expresión planteada por el método NAASRA, se puede apreciar que es relacionado el valor de CBR con la carga actuante que soporta el afirmado, expresada en número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE).

Dicha ecuación es: $e = (219-211*(\log_{10}\text{CBR})+58*(\log_{10}\text{CBR})^2)*\log_{10}*(N_{\text{rep}}/120)$

Donde:

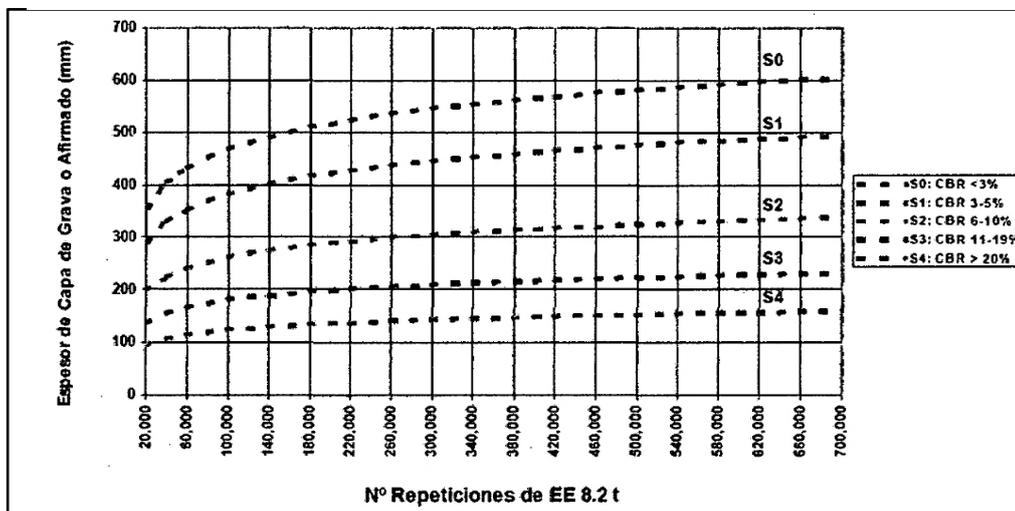
e = Espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = Valor del CBR de la subrasante.

Nrep =Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el carril de diseño.

Para llegar a determinar el espesor de la capa granular se procede a hacer uso del siguiente cuadro:

Figura 3: Determinación de espesor de capa de revestimiento granular.



Fuente: MTC.

Método USACE

Método desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) para autopistas con superficie de agregados. De acuerdo con el manual técnico TM-5-822-5, este método se basa en indicadores calculados que se toman en base a la clasificación de la carretera, el tipo de vehículo y la categoría de tráfico o su composición, en base a lo cual se determina el índice de diseño.

Clase de carreteras: Las clases de superficie de los áridos van de A a G. Dependiendo del volumen de tráfico, que se define en la siguiente tabla:

Tabla 1: Criterio para la selección de la superficie de rodadura.

Clase de carreteras	Número de vehículos por día
A	10,000
B	8,400-10,000
C	6,300-8,400
D	2,100-6,300
E	210-2,100
F	70-210
G	menores 70

Fuente: USACE.

Índice de diseño: Un índice del diseño de superficie agregado basado en una cifra calculada que simboliza el tráfico esperado para la vida útil estimada, entonces este valor es el promedio de los ejes equivalentes. Para este procedimiento se discurre a vehículos con neumáticos, donde el tráfico es clasificado en 3 grupos, como se muestra a continuación:

Grupo1: vehículos de pasajeros, panel y pick-up.

Grupo2: camiones de 2 ejes.

Grupo 3: camiones de 3, 4, 5 ejes.

Se consideran 04 categorías:

Tabla 2: Categorías de tráfico consideradas por el Método USACE.

CATEGORÍAS DE TRÁFICO	
Categoría I	Tráfico compuesto de vehículos de pasajeros, panel y pick-up (Grupo1), y que contiene no más de 1 por ciento de camiones de dos ejes (Grupo2).
Categoría II	Tráfico compuesto de vehículos de pasajeros, panel y pick-up (Grupo1), y que contiene hasta 10 por ciento de camiones de dos ejes (Grupo2). No se permite camiones con tres o más ejes en esta categoría (Grupo3).
Categoría III	Tráfico que contiene hasta 15 por ciento de camiones de dos ejes (Grupo2), pero no más del 1 por ciento del tráfico total compuesto por camiones que tienen tres o más ejes (Grupo 3).
Categoría IV	Tráfico que contiene hasta 25 por ciento de camiones de dos ejes (Grupo2), pero no más del 10 por ciento del tráfico total compuesto por camiones que tienen tres o más ejes (Grupo 3).

Fuente: USACE.

La tabla de diseño para zonas de rodadura debe ser escogido según la siguiente tabla:

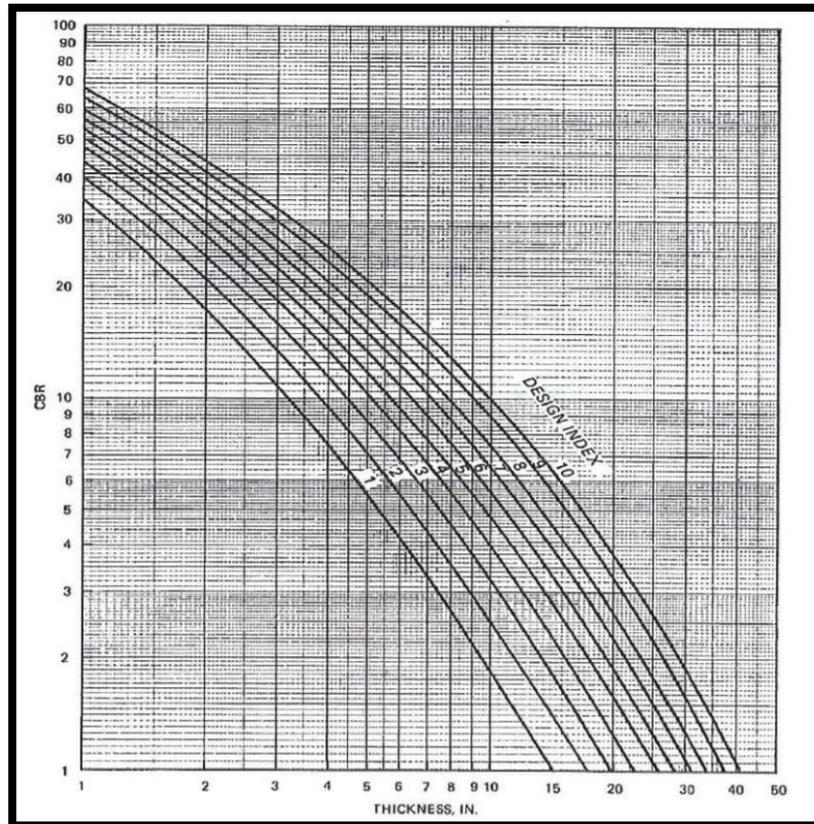
Tabla 3: Índice de diseño para vehículos con neumáticos.

Índice de diseño				
Clase	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV
A	3	4	5	6
B	3	4	5	6
C	3	4	4	6
D	2	3	4	5
E	1	2	3	4
F	1	1	2	3
G	1	1	1	2

Fuente: USACE.

Esta tabla de diseño se utiliza en la siguiente figura para optar el espesor de la superficie de diseño del agregado que tiene una capa estructural de diseño mínima de 4 pulgadas.

Figura 4: Curvas de diseño para caminos de superficie de agregados.



Fuente: USACE.

El método USACE a su vez propone la siguiente fórmula para el cálculo de espesor de afirmado:

$$\text{Log } t = 1.7054 * \frac{R^{0.1237}}{C_1^{0.4663} * C_2^{0.1423}}$$

Donde:

t= Espesor de afirmado (cm)

C1= CBR del afirmado (%)

C2= CBR de la subrasante (%)

R= Repeticiones de cargas (EE)

Gradación de material de afirmado

Para ello el Ministerio de Transporte y Comunicaciones recomienda hacer uso del siguiente cuadro:

Tabla 4: Gradación del material de afirmado.

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
50 mm (2")				
37.5 mm (1½")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (¾")				
12.5 mm (½")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm (N° 8)				
2.0 mm (N° 10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (N° 40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N° 200)	5 -15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 – 9	4 – 9	4 - 9	4 – 9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)]	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC (2013).

Análisis de costos

Costo Directo

Calles (2016) señala que para poder llevar a cabo todo proyecto es necesario realizar un presupuesto que muestre el costo total de la obra a ejecutar para después planificar la erogación de gastos necesarios, logrando optimizar los recursos materiales y humanos. Para todo ello resulta indispensable determinar los costos directos, a través de la realización de un análisis donde sean considerados el costo de materiales, el costo de mano de obra con su factor de sobre sueldo y el costo horario del equipo.

Los costos directos son la parte más importante de todo presupuesto, ya que generalmente equivalen generalmente al 70% del precio de venta, y es en ellos donde una empresa demuestra su competitividad. Mientras dure la obra es en los costos directos donde se debe ejercer mayor control, sobre todo en los volúmenes e importes de materiales, mano de obra, y equipo.

Costo de equipo

Calles (2016) lo define como aquel costo, por unidad de tiempo, que se requiere para el equipo. Es importante mencionar que para hallarlo se consideran gastos fijos, así como también los gastos de operación.

En lo concerniente a los gastos fijos, dentro de ellos se deben considerar a: la amortización del equipo, así como también el valor de recuperación y la tasa de inversión. Cabe señalar también que se debe considerar la reparación de los mismos y su almacenaje.

En lo concerniente a los gastos de operación, dentro de ellos se deben considerar a todos los gastos generados por la operación del equipo, así como también se debe considerar al salario del operador, combustibles, llantas, etc.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de la investigación

Por Enfoque

De acuerdo al señalado por Ñaupás (2018) se entiende por enfoque cuantitativo: “aquel que emplea la medición numérica, así como la observación y el tratamiento estadístico de los elementos o unidades que son sometidos a análisis”. (p. 140). Es así que, de acuerdo a lo anteriormente indicado, la presente investigación hace uso del **enfoque cuantitativo**, debido a que emplea la medición numérica y la observación para llevar a cabo la recopilación de datos y por consiguiente probar la hipótesis.

Por Propósito

De acuerdo a lo señalado por Ñaupás (2018) se entiende como investigación aplicada: “aquella que emplea el conocimiento de teorías existentes para poder resolver una determinada problemática” (p. 136). Es así que, es posible afirmar que la presente investigación es **aplicada**, puesto que tiene por fin solucionar un problema existente en un caso específico haciendo uso de fundamentos teóricos relacionados a dicha problemática.

Diseño de la investigación

De acuerdo a lo señalado por ÑAUPAS (2018, p. 354) se entiende por diseño experimental al diseño más refinado para verificar la hipótesis, realizando para ello la manipulación de la variable en estudio bajo el control de técnicas numéricas y estadísticas. Es así que, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, la presente tesis emplea un **diseño cuasi-experimental**, puesto que manipula la variable en estudio bajo un control numérico afín de poder probar la hipótesis planteada

Nivel de la investigación

De acuerdo a lo señalado por Ñaupas (2018) se entiende por nivel explicativo a: “aquel que tiene por finalidad determinar las relaciones causa – efecto entre las variables estudiadas, explicando las causas y factores que provocan el problema estudiado”. (p. 367). Es así que, de acuerdo a lo anteriormente mencionado, la presente investigación posee un **nivel explicativo**, puesto que determinará las relaciones causa-efecto entre las variables, es decir, determinará cómo influye la variable independiente sobre la dependiente, en forma comparativa.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente (VI): Métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados.

Definición conceptual: Constituye el conjunto de métodos que permiten mejorar el nivel de serviciabilidad de una carretera no pavimentada, es decir, que se encuentra a nivel de afirmado. (Andagua y Ramos ,2018).

Variable dependiente (VD): Evaluación técnica y económica.

Definición conceptual: Consiste en evaluar las ventajas y desventajas de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados. Estos métodos poseen su propia metodología para el diseño del nuevo pavimento de afirmado, así como criterios propios de construcción e inversión económica. (Pérez, 2013).

La matriz de operacionalización de variables se expone en los Anexo N°2.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

De acuerdo al criterio de Arias (2012) se puede afirmar que la población es: “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81). En este sentido la presente investigación toma como población el camino vecinal no pavimentado de la vía Ajoajuyoc – Serranuyoc Bajo existente en el del distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, región Cusco

Muestra

De acuerdo al criterio de Arias (2012) se puede afirmar que la muestra es: “El subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83). En este sentido la presente investigación toma como muestra el camino vecinal Ajoajuyoc–Serranuyoc Bajo, específicamente en la progresiva Km 00+200 a 1+200, en cuya área de influencia se encuentra la localidad de Serranuyoc Bajo, del distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, región Cusco. Se eligió este tramo por razones de mayor transitabilidad.

Muestreo

De acuerdo al criterio de Arias (2012) se sabe que: “El muestreo no probabilístico (no aleatorio) por conveniencia es aquel en el que los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (p. 85). Por ello, en la presente tesis se ha empleado el muestreo no aleatorio por conveniencia realizado exploraciones de campo en el tramo de la carretera en estudio mencionado, y también se han realizado calicatas para la extracción de muestras.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

De acuerdo al criterio de Ñaupas (2018), las técnicas de investigación pueden ser definidas como: “Aquel conjunto de normas y procedimientos que tienen por finalidad regular el proceso de investigación, en cada etapa, desde el principio hasta el fin; desde el descubrimiento del problema hasta la verificación e incorporación de las hipótesis, dentro de las teorías vigentes”. (p. 273).

De acuerdo a lo anteriormente indicado la técnica que se empleó en la presente investigación fue, la **observación** directa llevando a cabo visitas a las zonas de estudio, la experimentación con la aplicación de ensayos para lograr la determinación de las características del suelo en la zona estudiada, el análisis e interpretación de la Normativa Vigente y fuentes bibliográficas consultadas relacionadas a los métodos de mejoramiento de caminos no pavimentados y la evaluación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos realizados.

Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo al criterio de Ñaupas (2018), los instrumentos de investigación pueden ser definidas como: “son aquellas herramientas conceptuales o materiales, que son empleadas para recoger los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado. La elección de instrumentos depende de las técnicas que le sirven de base.

Es así que en la presente tesis se han empleado e instrumentos denominado guía de observación o ficha técnica; las fichas para presenten investigación son las siguientes:

- Ficha Técnica N°1: Espesor de la capa de afirmado (cm). (Anexo N°4)
- Ficha Técnica N°2: Grado de compactación (%) (Anexo N°5)
- Ficha Técnica N°3: Costo equipo (Anexo N°6)
- Ficha Técnica N°4: Costo directo (Anexo N°7)

Validación de instrumento

Es importante mencionar que se entiende por validez al nivel en que un instrumento mide lo que tiene que medir, para lo cual fue empleado. (Hernández, Fernández y baptista,2014).

Fue posible llevar a cabo un juicio de expertos, en el cual eruditos del tema elegido pudieron valorar si el instrumento permite evaluar las variables estudiadas. Los expertos seleccionados son los siguientes:

Experto N°1: Ing. Rosemaria Aleman Quispe CIP N° 68470 (Anexo N°3)

Experto N°2: Ing. Rossel Surco Delgado CIP N° 168973 (Anexo N°3)

Experto N°3: Ing. Gorki Federico Ascue Salas CIP N° 83450 (Anexo N°3)

Confiabilidad de resultados

Es aquella relacionada al grado en el que la aplicación repetida de un instrumento en el mismo individuo genera o produce resultados iguales. .(Hernández, Fernández y baptista,2014).Es importante mencionar que las mediciones de los

datos se caracterizaron por ser exactas debido a que el laboratorio de mecánica de suelos ha cumplido con los estándares de calidad requeridos. Los resultados del análisis de validez y confiabilidad se adjuntan en los anexos.

- Certificado de calibración del horno (Anexo N°10)
- Certificado de calibración de máquina de corte directo (Anexo N°11)
- Certificado de calibración de balanza electrónica (Anexo N°12)

3.5 Procedimientos

ETAPA 1: Reconocimiento de terreno y extracción de muestra

- Recorrido del tramo de estudio es 00+00- 06+000
- Ubicación de los puntos de extracción de muestras (calicatas).

Figura 5: Ubicación de puntos para realizar calicatas.



Fuente: Propia.

ETAPA 2: Excavación de calicatas y extracción de muestras

- Se extrae muestra de material de las calicatas. Para estudiar edafológicamente el terreno en estudio.

Figura 6: Foto de calicatas realizadas.



Fuente: Propia.

ETAPA 3: Ensayos de laboratorio de la subrasante y afirmado

Se realizaron ensayos de laboratorio de mecánica de suelos: análisis granulométrico, CBR y Próctor Modificado, para determinar las características geotécnicas del suelo y su capacidad de soporte.

Figura 7: Foto de ensayo de análisis granulométrico.



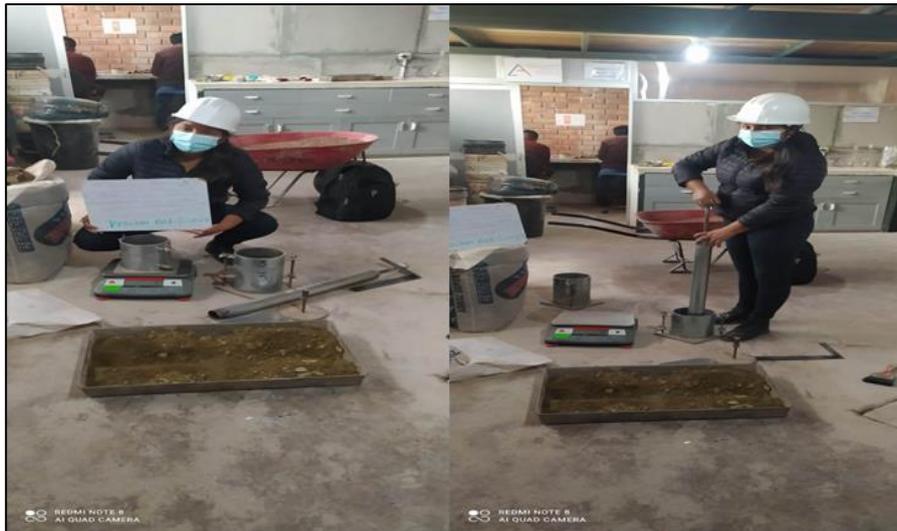
Fuente: Propia.

Figura 8: Foto de ensayo de límites de consistencia.



Fuente: Propia.

Figura 9: Foto de ensayo de proctor modificado.



Fuente: Propia.

ETAPA 4: Aforo y clasificación vehicular (IMD)

Análisis de tráfico existente, realizando un conteo vehicular diario durante los 7 días de la semana.

Figura 10: Foto de conteo vehicular.



Fuente: Propia.

ETAPA 5: Proyección del tráfico para el periodo de diseño, determinación de ESAL de diseño.

Tabla 5: Volúmenes de tránsito por día de la semana.

VOLUMENES DE TRANSITO POR DIA DE LA SEMANA													
DIA	VEHICULO LIGERO						VEHICULO PESADO					TOTAL	
	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				
			PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E		
S	-	-	114	-	-	-	-	-	73	-	-	187	
D	-	-	112	-	-	-	-	-	70	-	-	182	
L	-	-	102	-	-	-	-	-	59	-	-	162	
M	-	-	107	-	-	-	-	-	62	-	-	170	
MI	-	-	106	-	-	-	-	-	61	-	-	167	
J	-	-	105	-	-	-	-	-	63	-	-	168	
V	-	-	110	-	-	-	-	-	61	-	-	171	
PL	-	-	106	-	-	-	-	-	61	-	-	167	
IMD	-	-	108	-	-	-	-	-	64	-	-	172	
			63.00%							37.00%			

Fuente: Propia.

Tabla 6: Proyección de tráfico para el 2032.

AÑO	IMDA CLASIFICADO						OBSERVACIONES
	Auto/Cmta.	Micro/Cmta. Rural	Omnibus	Camión 2E	Camión 3E	TOTAL	
2021	108	-	-	64	-	172	Estudio realizado
2022	110	-	-	66	-	176	Ejecución de la obra
2027	145	-	-	89	-	234	Quinto año de operación

Fuente: Propia.

Tabla 7: ESAL de diseño.

ÍTEM	IMD NORMAL			ESAL
	Ómnibus	Camión 2E	Camión 3E	5 años
Factor destructivo	-	1.3851	-	↓
Tasa de crecimiento	-	0.05	-	
IMD del 2027	-	89	-	
Número de periodos				4
Factor proyección				14.253
ESAL del IMDA 2021				172.3622
ESAL de diseño				165458 EE

Fuente: Propia.

ETAPA 6: Memoria de cálculo de espesor de afirmado

Determinación de espesor de afirmado de acuerdo a cada método de mejoramiento de camino no pavimentados.

Caracterización del suelo

Tabla 8: Resultados de caracterización del suelo.

PUNTO DE ESTUDIO	CLASIFICACIÓN	PROGRESIVA KM	C.H.O (%)	DENSIDAD MÁX SECA DMS (gr/cm ³)	CBR (95% DE LA M.D.S)
C - 01	GC	0+250	9.00	2.20	28%
C - 02	GC-GM	0+700	8.10	8.10	23%
C - 03	GC	1+150	8.45	7.64	25%

Fuente: Propia.

Con fines de uniformizar el diseño del pavimento a nivel de afirmado se trabajará con el CBR más bajo obtenido de todo el tramo en estudio, es decir el CBR de la calicata C-02, que es de 23%.

Espesor de afirmado y grado de compactación

Se procedió a calcular el espesor de afirmado empleando los métodos de MTC, USACE y TRRL. Asimismo, se expondrá el grado de compactación recomendado por cada método para la construcción del pavimento a nivel de afirmado.

a) Método de MTC

Se procederá a calcular el espesor del pavimento de afirmado empleando la fórmula y gráfica propuestas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Datos obtenidos:

CBR: 23 % (obtenido del ensayo de CBR).

Nrep: 165458 EE (obtenido del análisis de tráfico)

Aplicando la fórmula del MTC:

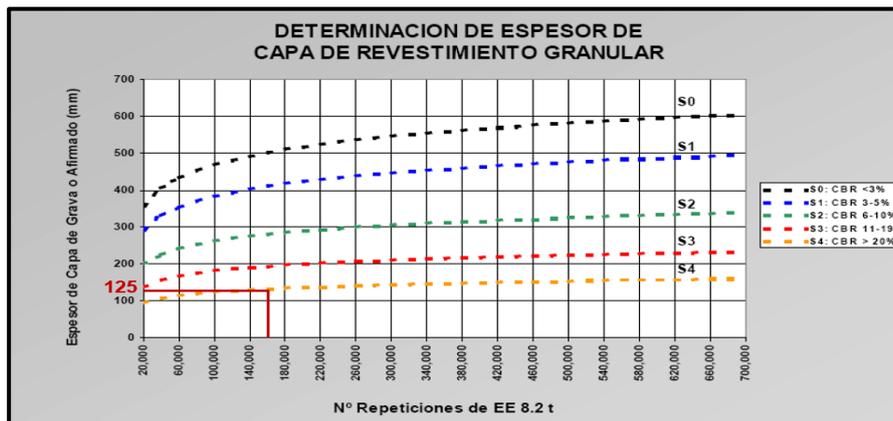
$$e = (219 - 211 * (\log_{10} \text{CBR}) + 58 * (\log_{10} \text{CBR})^2) * \log_{10} * \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Reemplazando valores se obtiene que el espesor de afirmado es:

$$e = 123 \text{ mm} = 12.3 \text{ cm.}$$

Y aplicando la gráfica del MTC tenemos:

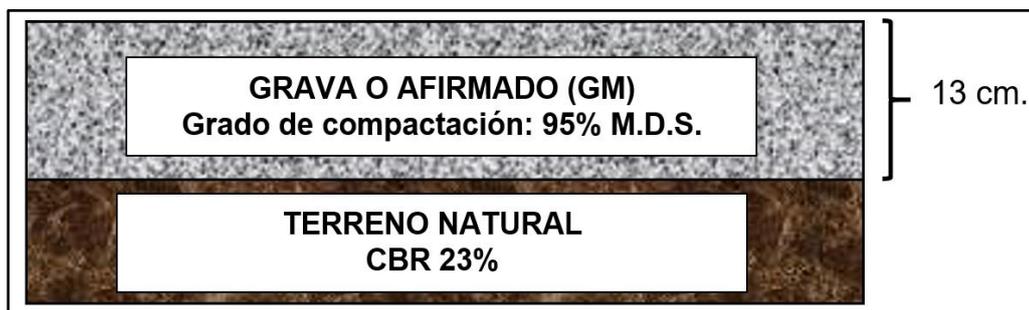
Figura 11: Determinación de espesor de capa de afirmado con gráfico.



Fuente: MTC.

Según la gráfica obtenemos un valor de aproximadamente $e=125 \text{ mm}=12.5 \text{ cm}$.

Figura 12: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método MTC.



Fuente: Propia.

b) Método USACE

Espesor de afirmado empleando la fórmula USACE:

$$\text{Log } t = 1.7054 * \frac{R^{0.1237}}{C_1^{0.4663} * C_2^{0.1423}}$$

Es importante mencionar que el Método USACE plantea usar un material de afirmado que posea el doble de CBR de la subrasante.

Datos:

C1= CBR del afirmado = 46%

C2= CBR de la subrasante = 23%

R= Repeticiones de cargas (EE) = 165458 EE

Entonces reemplazando en la fórmula de USACE se obtiene un espesor de afirmado (t) = 6.5 cm.

Espesor de afirmado empleando la gráfica USACE:

Datos del tráfico

Vehículos por día: 172 veh/día.

Clase de carretera: F

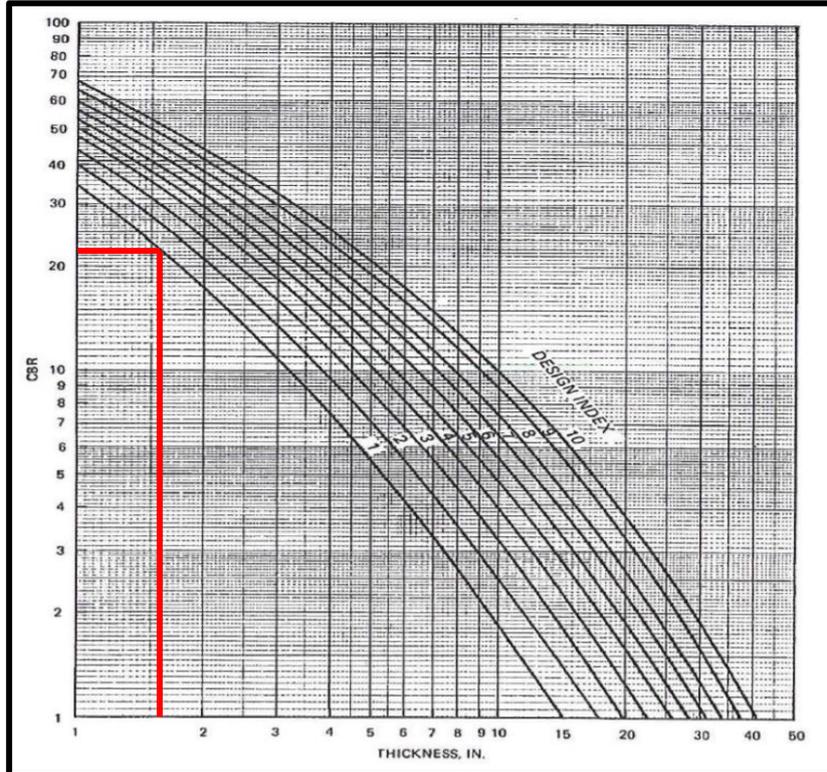
Categoría: II

Índice de diseño: 1

Los datos del tráfico mencionados se obtuvieron empleando las tablas y criterios del Método USACE expuestos en el capítulo de Marco Teórico.

Considerando CBR de subrasante (%): 23%

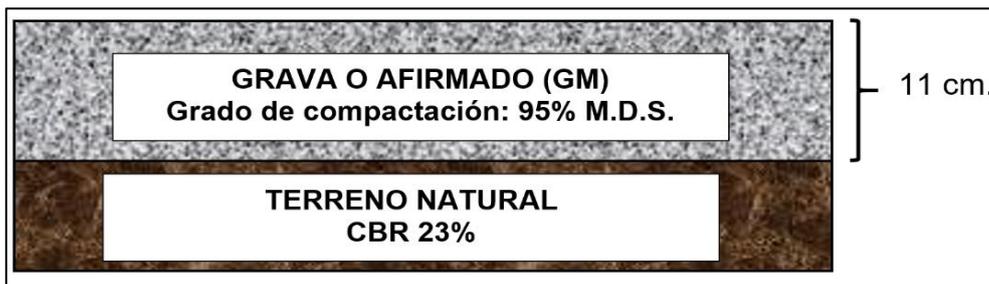
Figura 13: Gráfica del Método USACE.



Fuente: USACE.

Según la gráfica obtenemos un valor de aproximadamente $e=1.7$ pulg= 4.32 cm.

Figura 14: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método USACE



Fuente: Propia.

c) Método TRRL

Se procederá a calcular el espesor de afirmado empleando la fórmula y gráfica propuestas por el método desarrollado por el Departamento de Transporte del Reino Unido (TRRL).

Datos

CBR: 23 %

N: 165458 EE

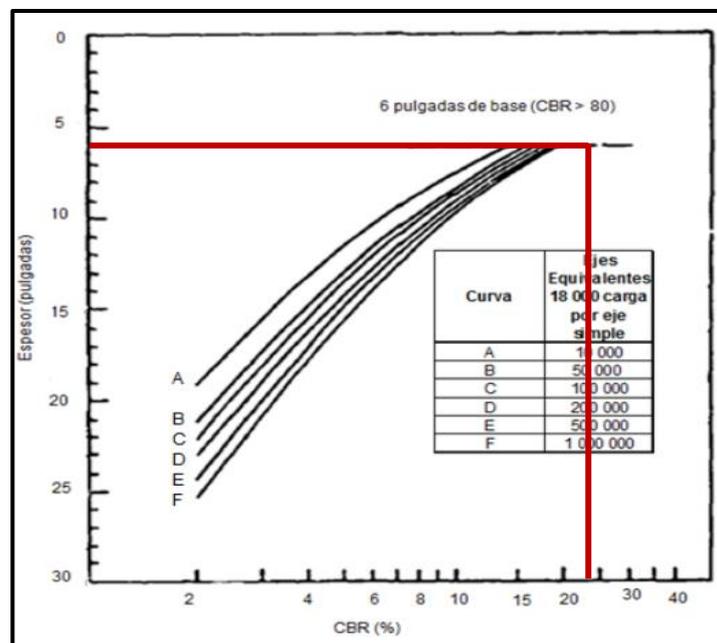
Aplicando la fórmula del Método de TRRL:

$$\log N_{40} = \frac{h (\text{CBR})^{0.63}}{190} - 0.24$$

Reemplazando valores se obtiene que el espesor de afirmado es: $h = 144 \text{ mm} = 14.4 \text{ cm}$.

Espesor de afirmado empleando la gráfica TRRL:

Figura 15: Gráfica del método TRRL.



Fuente: TRRL.

Según la gráfica obtenemos un valor de aproximadamente $e = 6 \text{ pulg} = 15.24 \text{ cm}$.

Figura 16: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método TRRL.



Fuente: Propia.

- Determinación de costo directo y de equipo necesario para cada método de mejoramiento de camino no pavimentado.

Los precios unitarios de mano de obra, materiales y equipos (para poder obtener el costo directo y el costo de equipo) fueron obtenidos de la Revista COSTOS en su Suplemento Técnico actualizado al mes de Julio-2021. El análisis de costos unitarios se presenta en el Anexo N°7.

ETAPA 7: Calculo de costos

A continuación, se muestra la evaluación del costo de equipo para 1 kilómetro de la carretera en estudio, así como la evaluación del costo directo para 1 kilómetro de la carretera en estudio.

Tabla 9: Evaluación del costo de equipo para 1 km de la carretera en estudio

Precio y cantidades de equipos requeridos							
Proyecto:	Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"						
Autora:	Bach. Huamán Abarca, Rocío				Fecha:	30/07/2021	
MÉTODO MTC							
Código	Descripción insumo	Unidad	Precio	Cant. Requerida	Parcial	Total	
EQUIPOS							
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160HP	HM	240.00	17.68	4,243.20		
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	160.00	8.45	1,352.00		
490891	ZARANDA METÁLICA	HM	3.50	2.32	8.12		
481104	VOLQUETE DE 10M3	HM	105.00	10.43	1,095.15		
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T.	HM	120.00	12.26	1,471.20		
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	170.00	12.26	2,084.20		
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	0.20	6.12	1.22	10,255.09	
TOTAL COSTO DE EQUIPO						10,255.09	
MÉTODO USACE							
Código	Descripción insumo	Unidad	Precio	Cant. Requerida	Parcial	Total	
EQUIPOS							
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160HP	HM	240.00	14.96	3,590.40		
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	160.00	7.15	1,144.00		
490891	ZARANDA METÁLICA	HM	3.50	1.96	6.87		
481104	VOLQUETE DE 10M3	HM	105.00	8.83	926.67		
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T.	HM	120.00	10.37	1,244.86		
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	170.00	10.37	1,763.55		
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	0.20	5.18	1.04	8,677.39	
TOTAL COSTO DE EQUIPO						8,677.39	
MÉTODO TRRL							
Código	Descripción insumo	Unidad	Precio	Cant. Requerida	Parcial	Total	
EQUIPOS							
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160HP	HM	240.00	21.76	5,222.40		
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	160.00	10.40	1,664.00		
490891	ZARANDA METÁLICA	HM	3.50	2.86	9.99		
481104	VOLQUETE DE 10M3	HM	105.00	12.84	1,347.88		
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T.	HM	120.00	15.09	1,810.71		
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	170.00	15.09	2,565.17		
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	0.20	7.53	1.51	12,621.65	
TOTAL COSTO DE EQUIPO						12,621.65	


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 68006

Fuente: Elaboración Propia en Software S10.

Tabla 10: Evaluación del costo directo para 1 km de la carretera en estudio.

Costo directo							
Proyecto:	Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"						
Autora:	Bach. Huamán Abarca, Rocío				Fecha:	30/07/2021	
MÉTODO MTC							
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Total	
01.00.00	AFIRMADO (e=0.13 m.)						
01.01.00	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	M3	796.00	5.23	4,163.08		
01.02.00	ZARANDEO Y APILAMIENTO DE MATERIAL	M3	796.00	2.11	1,679.56		
01.03.00	CARGUÍO RENDIMIENTO = 750 M3/DIA	M3	796.00	1.73	1,377.08		
01.04.00	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	796.00	3.67	2,921.32		
01.05.00	EXTENDIDO RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL DE AFIRMADO	M2	6,142.00	0.91	5,589.22	15,730.26	
	TOTAL COSTO DIRECTO					15,730.26	
MÉTODO USACE							
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Total	
01.00.00	AFIRMADO (e=0.11 m.)						
01.01.00	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	M3	674.00	5.23	3,525.02		
01.02.00	ZARANDEO Y APILAMIENTO DE MATERIAL	M3	674.00	2.11	1,422.14		
01.03.00	CARGUÍO RENDIMIENTO = 750 M3/DIA	M3	674.00	1.73	1,166.02		
01.04.00	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	674.00	3.67	2,473.58		
01.05.00	EXTENDIDO RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL DE AFIRMADO	M2	5,212.00	0.91	4,742.92	13,329.68	
	TOTAL COSTO DIRECTO					13,329.68	
MÉTODO TRRL							
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Total	
01.00.00	AFIRMADO (e=0.16 m.)						
01.01.00	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	M3	958.00	5.23	5,010.34		
01.02.00	ZARANDEO Y APILAMIENTO DE MATERIAL	M3	958.00	2.11	2,021.38		
01.03.00	CARGUÍO RENDIMIENTO = 750 M3/DIA	M3	958.00	1.73	1,657.34		
01.04.00	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	958.00	3.67	3,515.86		
01.05.00	EXTENDIDO RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL DE AFIRMADO	M2	7,437.00	0.91	6,767.67	18,972.59	
	TOTAL COSTO DIRECTO					18,972.59	


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 66006

Fuente: Elaboración Propia en Software S10.

3.6 Análisis de datos de los resultados

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) el análisis de datos se lleva a cabo por computadora u ordenador. En la actualidad, casi nadie lo hace de forma manual ni aplicando fórmulas, en especial si hay un volumen considerable de datos. Por ello que el análisis de los datos se efectúa sobre la matriz de datos utilizando un programa computacional basado en un análisis estadístico. Es así que para la presente investigación se ha empleado **estadística descriptiva** para poder analizar las características de la variable en estudio, así como el comportamiento que han tenido éstas, en relación a la manipulación de las mismas. Para el análisis estadístico el programa elegido fue el SPSS, en su versión V25.0

3.7 Aspectos éticos

Es posible afirmar que el tema de Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021, ha cumplido con toda la normatividad exigida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y sus manuales.

Asimismo, es imprescindible mencionar que, para elaborar la presente tesis, se cumplió con el reglamento del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo, así como con todas las normas que establece el estilo ISO 690. Se destaca el respeto por la propiedad intelectual, así como por el medio ambiente.

Valores éticos

Dentro de los valores éticos con los que cumple la presente investigación, se puede mencionar los siguientes: la **honestidad** de las afirmaciones y la exposición de las teorías, con condiciones de dignidad y calidad. La **humildad**, que es una fiel y callada compañera que está siempre presente en la opiniones o apreciaciones que se realizan en la presente tesis. El **respeto**, que no se precipita en emitir juicios y no condena a los colegas, sino que considera los distintos puntos de vista. La **cordialidad** con los compañeros inmersos en la investigación, como los asesores. La **generosidad**, que se manifiesta en compartir con los colegas y con los otros investigadores los frutos de las labores.

IV. RESULTADOS

Evaluación técnica

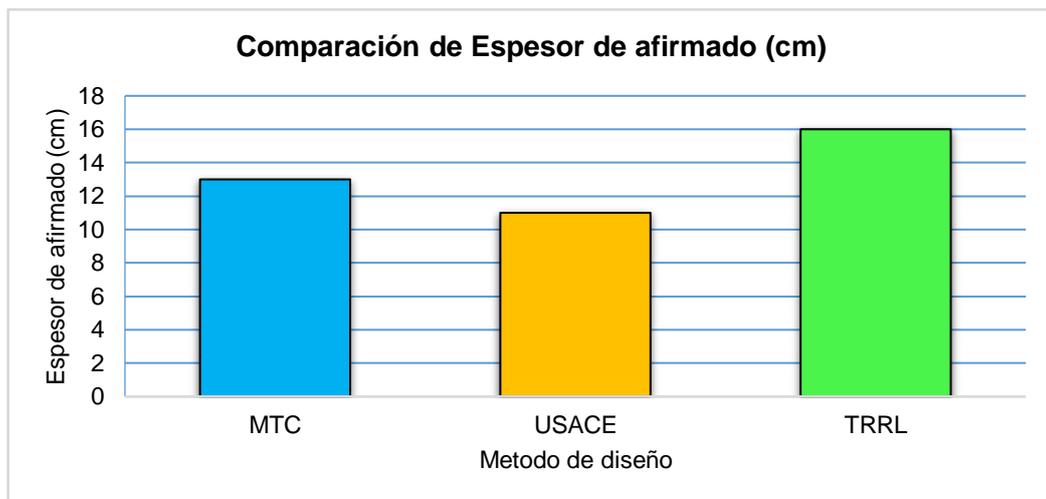
INDICADOR N° 01: Espesor de afirmado

Tabla 11: Resultados de espesor de afirmado.

CARACTERÍSTICA	MÉTODO MTC	MÉTODO USACE	MÉTODO TRRL
CBR subrasante (%)	23%	23%	23%
CBR material de afirmado (%)	40%	46%	80%
Espesor de afirmado (cm)	13 cm.	11 cm.	16 cm.

Fuente: Propia.

Figura 17: Comparación del espesor de afirmado obtenido.



Fuente: Propia.

Interpretación:

Según los resultados presentados en la Tabla N° 11 y Figura N° 16 se puede afirmar que, de los tres métodos, el Método TRRL el que dio un mayor espesor de afirmado (16 cm), mientras que el Método del USACE fue el que dio el menor espesor de afirmado (11cm). Para hallar dichos espesores de afirmado se cumplió con las siguientes restricciones normativas:

- Para el Método MTC: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013).
- Para el Método USACE: Manual Técnico TM-5-822-5 del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE, 2007).
- Para el Método TRRL: Manual de diseño para carreteras y aeródromos de superficie de agregados del Departamento de Transporte del Reino Unido (TRRL, 1990).

Contrastación de hipótesis

De los resultados obtenidos se rechaza la Hipótesis Específica N°1 porque el menor espesor de afirmado se obtuvo mediante el Método USACE (11 cm).

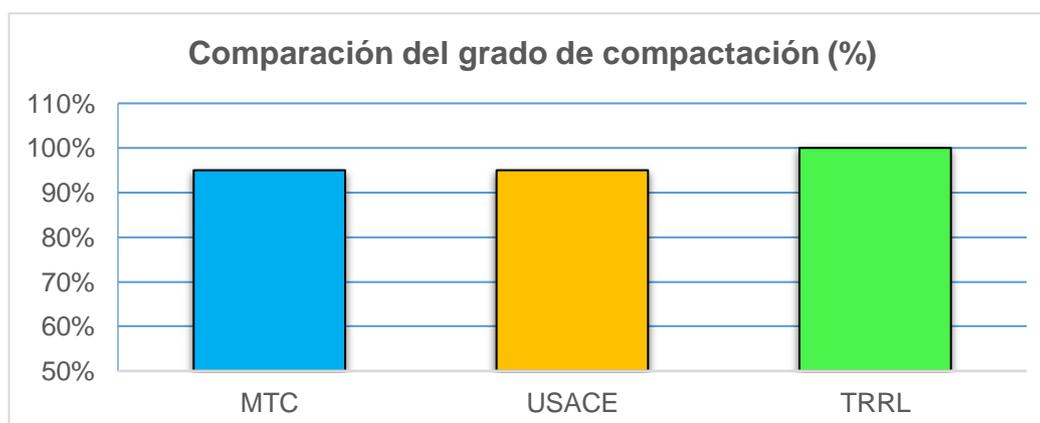
INDICADOR N° 02: Grado de compactación

Tabla 12: Resultados del grado de compactación.

CARACTERÍSTICA	MÉTODO MTC	MÉTODO USACE	MÉTODO TRRL
CBR subrasante (%)	23%	23%	23%
CBR material de afirmado (%)	40%	46%	80%
Grado de compactación (%)	95% M.D.S.	95% M.D.S.	100 M.D.S

Fuente: Propia.

Figura 18: Comparación de grado de compactación recomendado.



Fuente: Propia.

Interpretación:

Según los resultados presentados en la Tabla N°12 y Figura N°17 se puede afirmar, en relación al grado de compactación, que tanto el Método de MTC como el Método USACE recomiendan que el porcentaje de compactación sea 95% y solo el Método TRRL exige necesariamente un porcentaje de compactación del 100% para el material de afirmado.

Para hallar dichos espesores de afirmado se cumplió con las siguientes restricciones normativas:

- Para el Método MTC: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013), el cual recomienda emplear un grado de compactación de 95% M.D.S. para el material de afirmado.
- Para el Método USACE: Manual Técnico TM-5-822-5 del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE, 2007), el cual recomienda también emplear un grado de compactación de 95% M.D.S. para el material de afirmado.
- Para el Método TRRL: Manual de diseño para carreteras y aeródromos de superficie de agregados del Departamento de Transporte del Reino Unido (TRRL, 1990), el cual recomienda usar el máximo grado de compactación para el material de afirmado, es decir, 100% M.D.S.

Contrastación de hipótesis

Según los resultados obtenidos se acepta parcialmente la hipótesis porque tanto el Método MTC como el Método USACE brindan un grado de compactación adecuado (95% M.D.S.)

Evaluación económica

Los precios unitarios de mano de obra, materiales y equipos (para poder obtener el costo directo y el costo de equipo) fueron obtenidos de la Revista COSTOS en su Suplemento Técnico actualizado al mes de Julio-2021. El análisis de costos unitarios se presenta en el Anexo N°7.

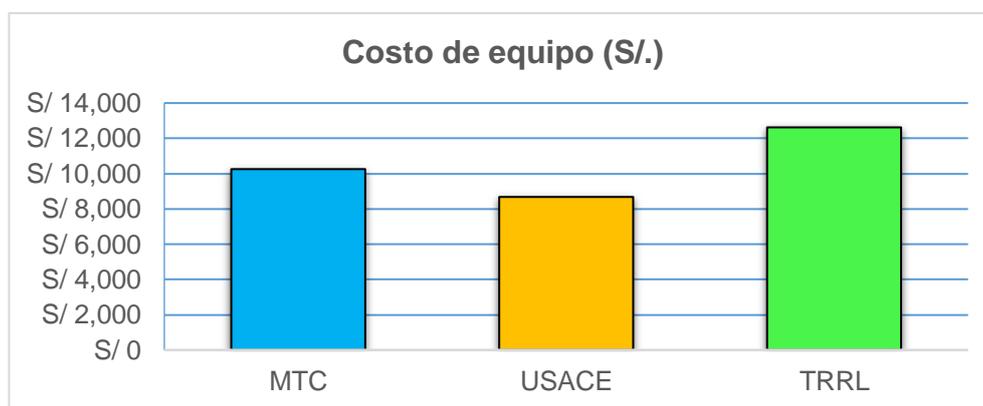
INDICADOR N° 03: Costo de equipo

Tabla 13: Resultados del costo de equipo.

CARACTERÍSTICA	MÉTODO MTC	MÉTODO USACE	MÉTODO TRRL
Costo de equipo	S/. 10,255.09	S/. 8,677.39	S/. 12,621.65

Fuente: Propia.

Figura 19: Comparación de costo de equipo obtenido por los tres métodos.



Fuente: Propia.

Interpretación:

Según los resultados presentados en la Tabla N°13 y Figura N°18 se puede afirmar que el costo de equipo empleando el Método MTC es S/. 10,255.09, mientras que con el Método USACE es S/. 8,677.39 y con el método TRRL es S/. 12,621.65. Básicamente la diferencia del costo de equipo entre los tres métodos es producto de los diferentes espesores de capa de afirmado que considera cada método, ya que se requerirán más o menos gastos en equipos dependiendo del espesor de afirmado y el grado de compactación requerido.

El método de mantenimiento USACE es el método más económico en relación al costo de equipo mientras que el Método TRRL es el más costoso para la construcción de afirmado en el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.

Contrastación de hipótesis

De los resultados obtenidos se rechaza la Hipótesis Específica N°3 porque el método TRRL es el más costoso en relación al costo de equipo para la construcción de afirmado.

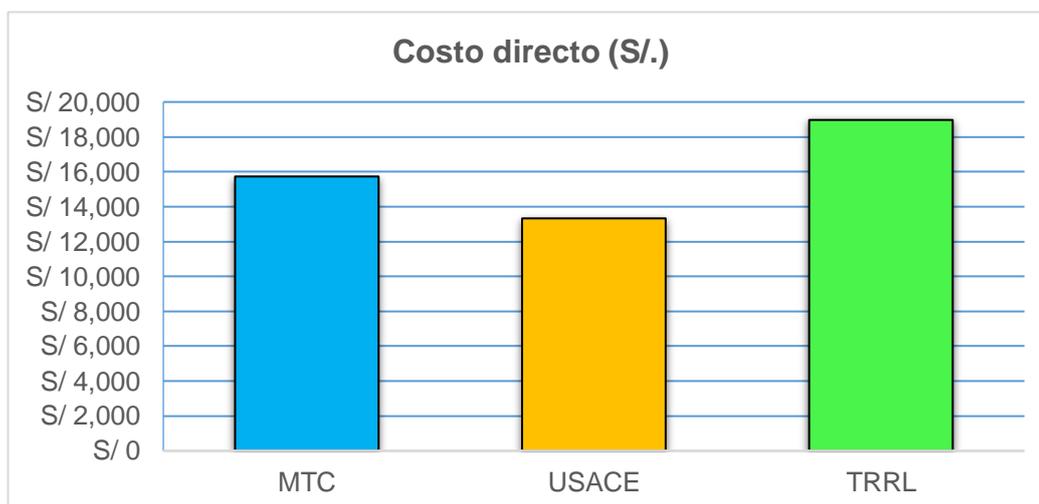
INDICADOR N° 04: Costo directo

Tabla 14: Resultados del costo directo.

CARACTERÍSTICA	MÉTODO MTC	MÉTODO USACE	MÉTODO TRRL
Costo directo	S/. 15,730.26	S/. 13,329.68	S/. 18,972.59

Fuente: Propia.

Figura 20: Comparación de costo directo obtenido por los tres métodos.



Fuente: Propia.

Interpretación:

Según los resultados presentados en la Tabla N°14 y Figura N°19 se puede afirmar que el costo directo empleando en el Método del MTC es S/. 15,730.26, mientras que con el Método USACE es S/. 13,329.68 y con el método TRRL es S/. 18,972.59. Básicamente la diferencia del costo directo entre los tres métodos es producto de los diferentes espesores de capa de afirmado que considera cada método, ya que se requerirán más o menos gastos en equipos y mano de obra dependiendo del espesor de afirmado.

El método de mantenimiento USACE es el más económico en relación al costo directo mientras que el método TRRL es el más costoso para la construcción de afirmado en el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.

Contrastación de hipótesis

Según los resultados obtenidos se acepta la Hipótesis Específica N°4 porque el método USACE es el más económico en relación al costo directo para la construcción de afirmado.

V. DISCUSIÓN

Indicador N°1: Espesor de la capa de afirmado

De los resultados obtenidos para un CBR de subrasante de 23% en la presente investigación se obtuvo un espesor de capa de afirmado de 13cm por el Método del MTC, de 11cm por el Método USACE y de 16cm por el Método TRRL.

Según Del Castillo (2019) para una subrasante de CBR 6.21% con el Método MTC obtuvo un espesor de capa de afirmado de 22 cm, mientras que Moyano (2020) para una subrasante de CBR de 24% con el Método de USACE obtuvo un espesor de capa de afirmado de 12 cm, y Andagua y Ramos (2018) con una subrasante de 25% con el Método TRRL obtuvo un espesor de capa de afirmado de 14 cm.

Los resultados por el Método MTC resultaron diferentes puesto que la diferencia de CBR fue muy grande, mientras que los resultados por los métodos de USACE y TRRL los resultados fueron similares puesto que los CBR de las subrasantes considerados fueron similares.

Indicador N°2: Grado de compactación

De los resultados obtenidos para un CBR de subrasante de 23% en la presente investigación se obtuvo por el Método MTC un grado de compactación de 95% M.D.S., por el Método USACE también se obtuvo un grado de compactación de 95% M.D.S. y por el Método TRRL se obtuvo un grado de compactación de 100% M.D.S.

Según Del Castillo (2019) para una subrasante de CBR 6.21% con el Método MTC obtuvo un grado de compactación de 100% M.D.S., mientras que Moyano (2020) para una subrasante de CBR de 24% obtuvo un grado de compactación de 95% M.D.S. y Andagua y Ramos (2018) con una subrasante de 25% con el Método TRRL obtuvo un grado de compactación de 100% M.D.S.

Los resultados por el Método MTC resultaron diferentes puesto que el bajo CBR de la subrasante del estudio de Del Castillo (2019) hizo que optara por una compactación del 100% M.D.S., mientras que los resultados por los métodos de

USACE y TRRL fueron similares puesto que los que los CBR de las subrasantes considerados fueron similares.

Indicador N°3: Costo de equipo

De los resultados obtenidos para un CBR de subrasante de 23% y considerando el tramo de carretera en estudio de 1km, en la presente investigación se obtuvo un costo de equipo de S/. 10,255.09 por el Método MTC, S/. 8,677.39 por el Método USACE y S/. 12,621.65 por el Método TRRL.

Según Del Castillo (2019) para una subrasante de CBR 6.21% con el Método MTC obtuvo un costo de equipo de S/. 9,847.23 por cada kilómetro de carretera, mientras que Moyano (2020) para una subrasante de CBR de 24% con el Método USACE obtuvo un costo de equipo de S/. 8,636.42 y Andagua y Ramos (2018) con una subrasante de 25% con el Método TRRL obtuvo un costo de equipo de S/. 10,541.38 por cada kilómetro de carretera.

Los resultados por el Método MTC y TRRL resultaron diferentes debido a que fueron realizados hace dos y tres años respectivamente, cuando los precios de los equipos eran menos costosos. Por otro lado, los resultados por el Método USACE fueron similares puesto que las fechas en que se elaboraron los presupuestos fueron cercanas, y debido a ello no hubo mucha diferencia entre los precios de equipos.

Indicador N°4: Costo directo

De los resultados obtenidos para un CBR de subrasante de 23% en la presente investigación se obtuvo un costo directo por kilómetro de carretera de S/. 15,730.26 por el Método MTC, de S/. 13,329.68 por el Método USACE y S/. 18,972.59 por el Método TRRL.

Según Del Castillo (2019) para una subrasante de CBR 6.21% con el Método MTC obtuvo un costo directo de S/. 14,128.19 por cada kilómetro de carretera, mientras que Moyano (2020) para una subrasante de CBR de 24% con el Método USACE

obtuvo un costo directo de S/. 13,308.35 y Andagua y Ramos (2018) con una subrasante de 25% con el Método TRRL obtuvo un costo directo de S/. 16,241.74 por cada kilómetro de carretera.

Los resultados por el Método MTC y TRRL resultaron diferentes debido a que fueron realizados hace dos y tres años respectivamente, cuando los precios de mano de obra, materiales y equipos eran menos costosos. Por otro lado, los resultados por el Método USACE fueron similares puesto que las fechas en que se elaboraron los presupuestos fueron cercanas, y debido a ello no hubo mucha diferencia entre los precios de mano de obra, materiales y equipos. Además, el costo directo también resultó distinto debido a que se emplearon distintos espesores de capa de afirmado.

VI. CONCLUSIONES

- De la evaluación técnica se ha determinado que el Método USACE es el más adecuado, porque fue de los tres métodos el que presentó el menor espesor de afirmado (11cm), el menor grado de compactación requerido (95% M.D.S.) y respecto a la evaluación económica es más adecuado es el método USACE que presentó el menor costo de equipo (S/. 8,677.39), y también presentó el menor costo directo (S/. 13,329.68). Finalmente debido a la evaluación técnica y económica el Método USACE será el más adecuado para el mantenimiento de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención.
- De la comparación de los resultados del espesor de la capa de afirmado podemos afirmar que por el Método MTC se obtuvo un espesor de 13cm, por el Método USACE 11 cm y por el Método TRRL 16cm según la Tabla N° 11 y Figura N° 16, encontrándose que el Método TRRL es el método que requiere mayor espesor de afirmado, seguido por el Método MTC y finalmente el Método USACE es el que requiere menor espesor de afirmado, determinándose que técnicamente el espesor adecuado sería 11 cm.
- De la evaluación de los resultados del grado de compactación podemos afirmar que por el Método MTC se obtuvo un grado de compactación de 95% M.D.S., por el Método USACE también se obtuvo un grado de compactación de 95% M.D.S. y por el Método TRRL se obtuvo un grado de compactación de 100% M.D.S., según la Tabla N°12 y Figura N°17, encontrándose que el Método TRRL es el que establece el mayor grado de compactación mientras que los Métodos USACE y MTC son los menores, determinándose que técnicamente el grado de compactación adecuado es 95% M.D.S.
- De la comparación de los resultados del costo de equipo podemos afirmar que el Método TRRL es el método que requiere mayor costo de equipo, con S/. 12,621.65, seguido por el Método MTC con S/. 10,255.09 y finalmente, el Método USACE es el que requiere el menor costo de equipo con S/. 8,677.39, según la Tabla N°13 y Figura N°18, determinándose que económicamente el costo de equipo más adecuado es S/. 8,677.39. obtenido por el Método de USACE.

- De la comparación de los resultados del costo directo podemos afirmar que el Método TRRL es el método que requiere mayor costo directo, con S/. 18,972.59, seguido por el Método MTC con S/. 15,730.26 y finalmente, el Método USACE es el que requiere el menor costo directo con S/. 13,329.68, según la Tabla N°14 y Figura N°19, determinándose que económicamente el costo directo más adecuado es S/. 13,329.68 obtenido por el Método USACE.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en futuros proyectos similares a realizarse en ésta y otras provincias del departamento de Cusco, emplear también otros métodos de caminos no pavimentados como los métodos PELTIER y AUSTROADS, afín de comparar resultados con los métodos estudiados en la presente investigación, de tal manera de que sea posible proponer un método estándar para la Región Cusco.
- En relación al espesor de afirmado considerando que el método más adecuado y elegido fue el Método USACE es necesario considerar que se realice un mantenimiento por periodos de cada 4 años, afín de conservar la serviciabilidad de la capa de afirmado de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención.
- Se recomienda para futuros proyectos similares, recurrir al máximo grado de compactación posible, es decir, el 100% M.D.S., en el caso de que la subrasante existente sea de baja capacidad de soporte ($CBR < 6\%$), ello con el fin de garantizar el buen desempeño del pavimento a nivel de afirmado.
- Se recomienda para futuros proyectos similares considerar equipos con mayor productividad como rodillos y motoniveladoras de mayor potencia afín de optimizar los trabajos de mantenimiento de caminos no pavimentados ahorrando recursos económicos agilizando el tiempo de los trabajos.
- Para determinar correctamente el costo directo se recomienda utilizar siempre precios actualizados de mano de obra, materiales y equipos que provengan de fuentes confiables afín de evitar errores en el presupuesto y llevando a cabo un eficiente análisis de costos unitarios.

REFERENCIAS

ACHEAMPONG, Emmanuel, SAYER, Jeffrey and MACGREGOR, Colin. Road improvement enhances smallholder productivity and reduces forest encroachment in Ghana. Environmental Science and Policy, 85: 64–71, 2018.

ANDAGUA Mendoza, María Mercedes y RAMOS Pariño Gean Marco. Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la Región Lima-Provincias. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2018. 533 p.

ARIAS, Fideas. El Proyecto de Investigación. Caracas, Epísteme, 2012. 143 p.

ASOMANI, Raymond, FRICANO, Rusell and ADARKWA, Frank. Assessing the socio-economic impacts of rural road improvements in Ghana: A case study of Transport Sector Program Support (II). Case Studies on Transport Policy, 3(4): 355-366, 2015.

A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads for Amir Shtayat “et al”. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 7 (5): 629-638, 2020.

A general iterative approach for the system-level joint optimization of pavement maintenance, rehabilitation, and reconstruction planning for Le Zhang “et al”. Transportation Research, 105: 378-400, 2017.

BRICEÑO Cueva, Luis Clever. Propuesta de mejoramiento de la carretera a nivel afirmado entre los tramos del caserío de Nueva Delicia Chinchupata, distrito de Chillia – provincia de Patate - La Libertad 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo, Perú, Universidad Privada de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2017. 110 p.

BUITRAGO Medina, Luis Felipe. Propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias en el municipio de SÁCHICA- Boyacá. Tesis (Magíster en Gerencia de Proyectos). Bogotá, Colombia, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Económicas, 2019. 44 p.

CALLES Quinaluiza, Angélica María. Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del Cantón Pastaza. Tesis (Magíster en Ingeniería Vial). Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2016. 232 p.

CAMPAGNOLI, Sandra. Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales. Revista de Ingeniería, 45: 22-31, 2017.

CHEN, Dar H., SCULLION, Tom and NAM, Boo H. Characterization of structural conditions for pavement rehabilitations. Construction and Building Materials, 121: 664-675, 2016.

CONSTRUCTION and demolition waste parameters for rational pavement design for Lucas Delongui “et al”. Construction and Building Materials, 168: 105-112, 2018.

COST-effectiveness of performing field investigation for pavement rehabilitation design of non-interstate routes for Fahim Ahmed “et al”. International Journal of Transportation Science and Technology, 9: 1-13, 2020.

DELBONO, Hector L. and GIUDICE, Carlos A. Adherence in a pavement rehabilitated with a polymeric grid used as interlayer. Construction and Building Materials, 54: 454-459, 2014.

DEL CASTILLO Franco, Ronald. Diseño del pavimento a nivel de afirmado del mejoramiento del camino vecinal San pablo – sector Peña Negra, km 0+000 – km 4+620, L= 4.62 km, distrito san Pablo, provincia de Bellavista-San Martín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto, Perú, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 71 p.

DESIGN and parametric study of a pavement foundation layer made of cement-treated fine-grained lateritic soil for Emmanuel Mengue “et al”. Soils and Foundations, 58(3): 666-677, 2018.

DOŁŻYCKI, Bohdan and JASKUŁA, Piotr. Review and evaluation of cold recycling with bitumen emulsion and cement for rehabilitation of old pavements. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 6(4): 311-323, 2019.

ESPÍRITU Bulnes, Gilbert Maxs y SANDOVAL Damián, Deyvis. Diseño de la trocha carrozable del centro poblado Culebreros – Pueblo Nuevo de Maray, distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropón, departamento de Piura, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo, Perú, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 46 p.

FAN, Wei and WANG, Feng. Managing Pavement Maintenance and Rehabilitation Projects under Budget Uncertainties. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 14(6): 92-100, 2014.

GARRAÍN, Daniel and LECHON, Yolanda. Environmental footprint of a road pavement rehabilitation service in Spain. Journal of Environmental Management, 252: 1-11, 2019.

GUNATHILAKA, Sarala. and AMARASINGHA, Niranga. Using social and economic factors for ranking pavement maintenance and rehabilitation projects. Asian Transport Studies, 6: 1-9, 2020.

HAJIBABAI, Leila, BAI, Yun and OUYANG, Yanfeng. Joint optimization of freight facility location and pavement infrastructure rehabilitation under network traffic equilibrium. Transportation Research, 63: 38-52, 2014.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. Ciudad de México, Editorial McGraw-Hill, 2014. 613 p.

HERRERA Uribe, Nader Pamela. Estudio del pavimento de las vías del Barrio Salacalle, perteneciente a la Parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2014. 142 p.

INTEGRATING three-dimensional road design and pavement structure analysis based on BIM for Fanlong Tang “et al”. Automation in Construction, 113: 1-17, 2020.

LEE, Jinwoo and MADANAT, Samer. A joint bottom-up solution methodology for system-level pavement rehabilitation and reconstruction. Transportation Research, 78: 106-122, 2015.

LINK between different bottom-up fatigue's law coefficients of mechanical-empirical pavement design software for Daniel Perraton "et al". Construction and Building Materials, 216: 552–563, 2019.

MAHANPOOR, Mohammad, MONAJJEM, Saeed and BALALI, Vahid. An optimization model for synchronous road geometric and pavement enhancements. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 7(5): 1-34, 2020.

METODOLOGÍA de la Investigación, Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis por Humberto Ñaupas "et al". Bogotá, Ediciones de la U, 2018. 559 p.

MOYANO Olaya, Kiara Alexandra. Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020. 85 p.

OPTIMAL pavement design and rehabilitation planning using a mechanistic-empirical approach for Yun Bai "et al". Euro Journal on Transportation and Logistics, 4(1): 57-73, 2015.

OPTIMISING local council's return on investment from annual pavement rehabilitation budgets through targeting of the average pavement condition index for Gregory Kelly "et al". Journal of Traffic and Transportation Engineering, 3(5): 465-474, 2016.

PÉREZ, Gabriel. Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial. Revista de Facilitación, Comercio y Logística en América Latina y El Caribe FAL, 1: 1-17, 2020.

PLATI, Christina. Sustainability factors in pavement materials, design, and preservation strategies: A literature review. Construction and Building Materials, 211: 539–555, 2019.

RELATIVE improvements in road mobility as compared to improvements in road accessibility and economic growth: A cross-country analysis for Choy Ng "et al". Transport Policy, 60: 24-33, 2017.

RELATIVE improvements in road mobility as compared to improvements in road accessibility and urban growth: A panel data analysis for Choy Ng “et al”. Transportation Research, 117: 292-301, 2018.

SELVI, P. Fatigue and rutting strain analysis on lime stabilized subgrades to develop a pavement design chart. Transportation Geotechnics, 2: 86-98, 2015.

SHRINKAGE cracking model for cementitiously stabilized layers for use in the mechanistic-empirical pavement design guide for Jingan Wang “et al”. Transportation Geotechnics, 24: 1-42, 2020.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

Tabla 15: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados, carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021

AUTORA: Bach. Huaman Abarca, Rocío.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
GENERAL	GENERAL	GENERAL			
¿De qué manera la evaluación técnica y económica permitirá elegir correctamente el método de mantenimiento más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021?	Realizar la la evaluación técnica y económica de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco 2021.	Mediante la evaluación técnica y económica se podrá elegir correctamente el método de mantenimiento de camino no pavimentado más adecuado para la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco 2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE MÉTODOS DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS	D1 Método MTC	I1 %CBR de la subrasante.
					I2 IMDA
				D2 Método TRRL	I1 %CBR de la subrasante
					I2 Número estándar de ejes equivalente de 80KN
				D3 Método USACE	I1 %CBR de la subrasante
					I2 %CBR del afirmado
I3 Repeticiones de cargas (EE)					
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS			
PE1:	OE1:	HE1:	VARIABLE DEPENDIENTE EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	D1 Evaluación técnica.	I1 Espesor de la capa de afirmado (cm).
¿Cuál será el espesor de la capa de afirmado de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento para caminos no pavimentados?	Comparar el espesor de la capa de afirmado de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención obtenida por cada uno de los métodos de mantenimiento para caminos no pavimentados.	El Método TRRL permitirá obtener un menor espesor de la capa de afirmado para la estructura del camino no pavimentado Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención, Cusco 2021.			
PE2:	OE2:	HE2:			

¿De qué manera el grado de compactación permitirá elegir correctamente el método de mantenimiento más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021?	Evaluar de qué manera el grado de compactación permitirá elegir correctamente el método de mantenimiento más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.	El método de mantenimiento MTC en relación al grado de compactación es el más adecuado para el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.		I2 Grado de compactación (%)
PE3:	OE3:	HE3:		
¿Cuál es el costo de equipo necesario para construir el afirmado de la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados?	Comparar el costo de equipo necesario para la construcción de afirmado en la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados.	El método de mantenimiento TRRL es el método más económico en relación al costo de equipo para la construcción de afirmado en el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.		I2 Costo equipo
PE4:	OE4:	HE4:		
¿Cuál es costo directo necesario para construir el afirmado en la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc - La Convención de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados?	Comparar el costo directo necesario para la construcción de afirmado en la carretera Ajoajuyoc – Serranuyoc de acuerdo a cada uno de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados.	El método de mantenimiento USACE es el método más económico en relación al costo directo para la construcción de afirmado en el camino no pavimentado Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021.	D1 Evaluación Económica	I2 Costo directo

Fuente: Propia.

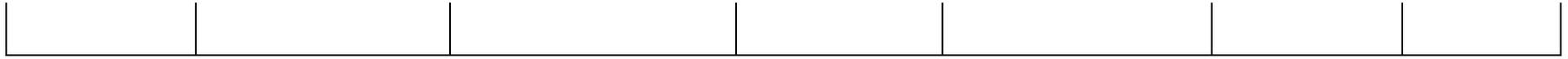
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 16: Matriz de variables.

TÍTULO: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"

AUTORA: Bach. Huamán Abarca, Rocío

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados.	Constituye el conjunto de métodos que permiten mejorar el nivel de serviciabilidad de una carretera no pavimentada, es decir, que se encuentra a nivel de afirmado. (Andagua y Ramos, 2018).	Es el conjunto de métodos que permiten mejorar el nivel de serviciabilidad de una carretera no pavimentada, es decir, carreteras que se encuentran a nivel de afirmado. Entre estos métodos destacan: el Método MTC, el Método TRRL y el Método USACE, y emplean memorias de cálculo y ensayos de mecánica de suelos como el ensayo CBR.	D1: Método MTC.	%CBR de la subrasante.	Ensayo de CBR.	RAZÓN
				IMDA	Memoria de cálculo.	RAZÓN
			D2: Método TRRL	%CBR de la subrasante.	Ensayo de CBR.	RAZÓN
				Número estándar de ejes equivalente de 80KN.	Memoria de cálculo.	RAZÓN
			D3: Método USACE	%CBR de la subrasante.	Ensayo de CBR.	RAZÓN
				%CBR del afirmado	Ensayo de CBR.	RAZÓN
				Repeticiones de cargas (EE)	Memoria de cálculo.	RAZÓN
DEPENDIENTE Evaluación técnica y económica.	Consiste en evaluar las ventajas y desventajas de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados. Estos métodos poseen su propia metodología para el diseño del nuevo pavimento de afirmado, así como criterios propios de construcción e inversión económica. (Pérez, 2013).	Consiste en la evaluación de los métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados, tomando en cuenta el espesor de afirmado obtenido, así como el análisis de las propiedades de dicho material y los trabajos de compactación requeridos, y resaltando el presupuesto necesario. Para todo ello se emplean ensayos de mecánica de suelos y memorias de cálculo.	D1: Evaluación técnica.	I1: Espesor de la capa de afirmado (cm).	Memoria de cálculo.	RAZÓN
				I2: Grado de compactación (%)	Ensayo de próctor modificado.	RAZÓN
			D2: Evaluación económica.	I1: Costo de equipo.	Memoria de cálculo.	RAZÓN
				I2: Costo directo.	Memoria de cálculo.	RAZÓN



Fuente: Propia.

Anexo 3: Ficha de validación (Juicio de Expertos).

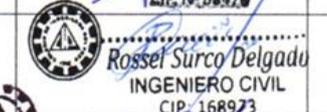
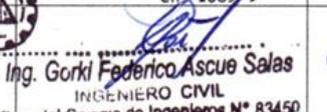
Figura 21: Ficha de validación – juicio de expertos.

FICHA DE VALIDACION								
TÍTULO:			AUTORA:					
Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021			Bach. Huamán Abarca, Rocio.					
VARIABLES EMPLEADAS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS				
				INGENIERO N°1	INGENIERO N°2	INGENIERO N°3		
INDEPENDIENTE Métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados.	D1: Método MTC.	I1: %CBR de la subrasante.	Ensayo de CBR.	0.84	0.88	0.91		
		I2: IMDA	Memoria de cálculo.	0.93	0.86	0.79		
	D2: Método TRRL	I1: %CBR de la subrasante.	Ensayo de CBR.	0.84	0.78	0.84		
		I2: Número estándar de ejes equivalente de 80KN.	Memoria de cálculo.	0.79	0.84	0.76		
	D3: Método USACE	I1: %CBR de la subrasante.	Ensayo de CBR.	0.76	0.77	0.82		
		I2: %CBR del afirmado.	Ensayo de CBR.	0.88	0.89	0.86		
I3: Repeticiones de cargas (EE)		Memoria de cálculo.	0.94	0.77	0.92			
DEPENDIENTE Evaluación técnica y económica.	D1: Evaluación técnica.	I1: Espesor de la capa de afirmado (cm).	Memoria de cálculo.	0.85	0.90	0.90		
		I2: Grado de compactacion (%)	Ensayo de Próctor Modificado.	0.80	0.80	0.90		
	D2: Evaluación económica.	I1: Costo de equipo.	Memoria de cálculo.	0.90	0.92	0.95		
		I2: Costo directo.	Memoria de cálculo.	0.90	0.95	0.93		
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)			Sumatoria	9.43	9.36	9.58		
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria / (n° de instrumentos)	0.86	0.85	0.87		
De 0 a 0.60		Inaceptable						
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente	Promedio de la validez obtenida	0.86				
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable						
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena						
Mayor a 0.90		Excelente						
 Rosemarie Aleman Quispe INGENIERO CIVIL CIP. N° 68978 Ingeniero N°1			 Rosel Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP. 168973 Ingeniero N°2			 Ing. Gorki Federico Ascua Salas INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 83450 Ingeniero N°3		

Fuente: Propia.

Anexo 4: Ficha de comparación de espesor de afirmado.

Figura 22: Ficha técnica N°1 - espesor de afirmado.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA N°1						
ESPESOR DE PAVIMENTO								
Título: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"								
Autora: Bach. Rocío Huamán Abarca.								
Fecha: 18/07/2021								
DATOS:	TRRL		USACE		MTC			
	CBR =	23%	C1 =	46%	CBR =	23%		
	N =	165458 EE	C2 =	23%	Nrep =	165458 EE		
	R =	165458 EE						
ESPESOR DE AFIRMADO:	16cm.		11cm		13cm.			
VALIDACIÓN:								
	EXPERTO	CIP	FIRMA		NOTA			
1.	Rosemarie Aleman Quispe	68470	 Rosemarie Aleman Quispe INGENIERO CIVIL CIP. N° 68470		0.85			
2.	Rosel Surco Delgado	168973	 Rosel Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP. 168973		0.90			
3.	Gorki Federico Ascue Salas	83450	 Ing. Gorki Federico Ascue Salas INGENIERO CIVIL Req. del Colegio de Ingenieros N° 83450		0.90			
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)					Promedio de la validez obtenida:	0.88		
Valor de la validez obtenida		Interpretación						
De 0 a 0.60		Inaceptable						
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente		Interpretación del promedio de validez obtenida:		Buena		
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable						
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena						
Mayor a 0.90		Excelente						

Fuente: Propia.

Anexo 5: Ficha de comparación de grado de compactación.

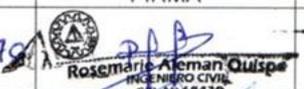
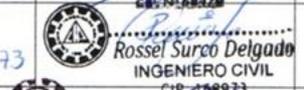
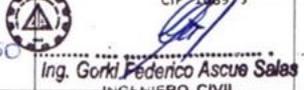
Figura 23: Ficha técnica N°2 – grado de compactación.

 FICHA TÉCNICA N°2																					
GRADO DE COMPACTACIÓN																					
Título: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"																					
Autora: Bach. Rocío Huamán Abarca.																					
Fecha: 18/07/2021																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>TRRL</th> <th>USACE</th> <th>MTC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CBR subrasante (%)</td> <td>23%</td> <td>23%</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>CBR material de afirmado (%)</td> <td>40%</td> <td>46%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>Grado de compactación recomendado (%)</td> <td>95% M.D.S.</td> <td>95% M.D.S.</td> <td>100% M.D.S.</td> </tr> </tbody> </table>		TRRL	USACE	MTC	CBR subrasante (%)	23%	23%	23%	CBR material de afirmado (%)	40%	46%	80%	Grado de compactación recomendado (%)	95% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.				
	TRRL	USACE	MTC																		
CBR subrasante (%)	23%	23%	23%																		
CBR material de afirmado (%)	40%	46%	80%																		
Grado de compactación recomendado (%)	95% M.D.S.	95% M.D.S.	100% M.D.S.																		
VALIDACIÓN:																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>EXPERTO</th> <th>CIP</th> <th>FIRMA</th> <th>NOTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Rosemarie Aleman Quispe</td> <td>68470</td> <td></td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Rossel Surco Delgado</td> <td>168973</td> <td>   Rossel Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP 168973 </td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Gorki Federico Ascue Salas</td> <td>83450</td> <td>   Ing. Gorki Federico Ascue Salas INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 83450 </td> <td>0.90</td> </tr> </tbody> </table>		EXPERTO	CIP	FIRMA	NOTA	1.	Rosemarie Aleman Quispe	68470		0.80	2.	Rossel Surco Delgado	168973	  Rossel Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP 168973	0.80	3.	Gorki Federico Ascue Salas	83450	  Ing. Gorki Federico Ascue Salas INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 83450	0.90
	EXPERTO	CIP	FIRMA	NOTA																	
1.	Rosemarie Aleman Quispe	68470		0.80																	
2.	Rossel Surco Delgado	168973	  Rossel Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP 168973	0.80																	
3.	Gorki Federico Ascue Salas	83450	  Ing. Gorki Federico Ascue Salas INGENIERO CIVIL Reg del Colegio de Ingenieros N° 83450	0.90																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)</th> <th>Promedio de la validez obtenida:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de la validez obtenida</td> <td>Interpretación</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>De 0 a 0.60</td> <td>Inaceptable</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70</td> <td>Deficiente</td> <td rowspan="3">Interpretación del promedio de validez obtenida: Buena</td> </tr> <tr> <td>Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80</td> <td>Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90</td> <td>Buena</td> </tr> <tr> <td>Mayor a 0.90</td> <td>Excelente</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)		Promedio de la validez obtenida:	Valor de la validez obtenida	Interpretación	0.85	De 0 a 0.60	Inaceptable		Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70	Deficiente	Interpretación del promedio de validez obtenida: Buena	Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80	Aceptable	Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90	Buena	Mayor a 0.90	Excelente		
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)		Promedio de la validez obtenida:																			
Valor de la validez obtenida	Interpretación	0.85																			
De 0 a 0.60	Inaceptable																				
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70	Deficiente	Interpretación del promedio de validez obtenida: Buena																			
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80	Aceptable																				
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90	Buena																				
Mayor a 0.90	Excelente																				

Fuente: Propia.

Anexo 6: Ficha de comparación de costo de equipo.

Figura 24: Ficha técnica N°3 – costo de equipo.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA N°3		
		COSTO DE EQUIPO		
Título: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"				
Autora: Bach. Rocío Huamán Abarca.				
Fecha: 18/07/2021				
COSTO DE EQUIPO PARA CONFORMACIÓN DE AFIRMADO				
EQUIPO	MTC	USACE	TRRL	
HERRAMIENTAS MANUALES	S/. 1.22	S/. 1.04	S/. 1.51	
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160HP	S/. 4243.20	S/. 3590.40	S/. 5222.40	
CARGADOR S/LLANTAS 125 -155 HP 3 YD3	S/. 1352.00	S/. 1144.00	S/. 1664.00	
ZARANDA METÁLICA	S/. 8.12	S/. 6.87	S/. 9.99	
VOLQUETE DE 10 M3	S/. 1095.15	S/. 926.67	S/. 1347.88	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	S/. 1471.20	S/. 1244.86	S/. 1810.71	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	S/. 2084.20	S/. 1763.55	S/. 2565.17	
TOTAL	S/. 10255.09	S/. 9799.00	S/. 12621.65	
VALIDACIÓN:				
	EXPERTO	CIP	FIRMA	NOTA
1.	Rosemarie Aleman Quispe	68479	 Rosemarie Aleman Quispe INGENIERO CIVIL CIP N° 68479	0.90
2.	Rosael Surco Delgado	168973	 Rosael Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP N° 168973	0.92
3.	Gorki Federico Ascue Salas	83450	 Ing. Gorki Federico Ascue Salas INGENIERO CIVIL Req del Colegio de Ingenieros N° 83450	0.95
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)			Promedio de la validez obtenida:	0.92
Valor de la validez obtenida	Interpretación		Interpretación del promedio de validez obtenida:	Excelente
De 0 a 0.60	Inaceptable			
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70	Deficiente			
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80	Aceptable			
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90	Buena			
Mayor a 0.90	Excelente			

Fuente: Propia.

Anexo 7: Ficha de comparación de costo directo.

Figura 25: Ficha técnica N°4 – costo directo.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA N°4 COSTO DIRECTO		
Título: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc–Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"				
Autora: Bach. Rocío Huamán Abarca.				
Fecha: 18/07/2021				
COSTO DIRECTO PARA CONFORMACIÓN DE CARPETA DE AFIRMADO				
PARTIDA	MTC	USACE	TRRL	
EXTRACCIÓN DE MATERIAL	S/. 4163.08	S/. 3525.02	S/. 5010.34	
ZARANDEO Y APILAMIENTO DE MATERIAL	S/. 1679.56	S/. 1422.14	S/. 2021.38	
CARGUÍO RENDIMIENTO = 750M3/DÍA	S/. 1377.08	S/. 1166.02	S/. 1657.34	
TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO	S/. 2921.32	S/. 2473.58	S/. 3515.86	
EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL DE AFIRMADO	S/. 5509.22	S/. 4742.92	S/. 6767.67	
COSTO DIRECTO	S/. 15730.26	S/. 14110.00	S/. 18972.59	
VALIDACIÓN:				
EXPERTO	CIP	FIRMA	NOTA	
1. Rosemarie Aleman Quispe	68470	 Rosemarie Aleman Quispe INGENIERO CIVIL CIP: 68470	0.90	
2. Rossel Surco Delgado	168973	 Rossel Surco Delgado INGENIERO CIVIL CIP: 168973	0.95	
3. Gorki Federico Ascue Salas	83450	 Ing. Gorki Federico Ascue Salas INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 83450	0.93	
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)			Promedio de la validez obtenida:	0.93
Valor de la validez obtenida	Interpretación	Interpretación del promedio de validez obtenida: Excelente		
De 0 a 0.60	Inaceptable			
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70	Deficiente			
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80	Aceptable			
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90	Buena			
Mayor a 0.90	Excelente			

Fuente: Propia.

Anexo 8: Panel fotográfico.

Figura 26: Foto de la carretera en estudio



Fuente: Propia.

Figura 27: Foto de la carretera en estudio



Fuente: Propia.

Figura 28: Foto horno eléctrico.



Fuente: Propia.

Figura 29. Foto de ensayo de CBR – Calicata C-02.



Fuente: Propia.

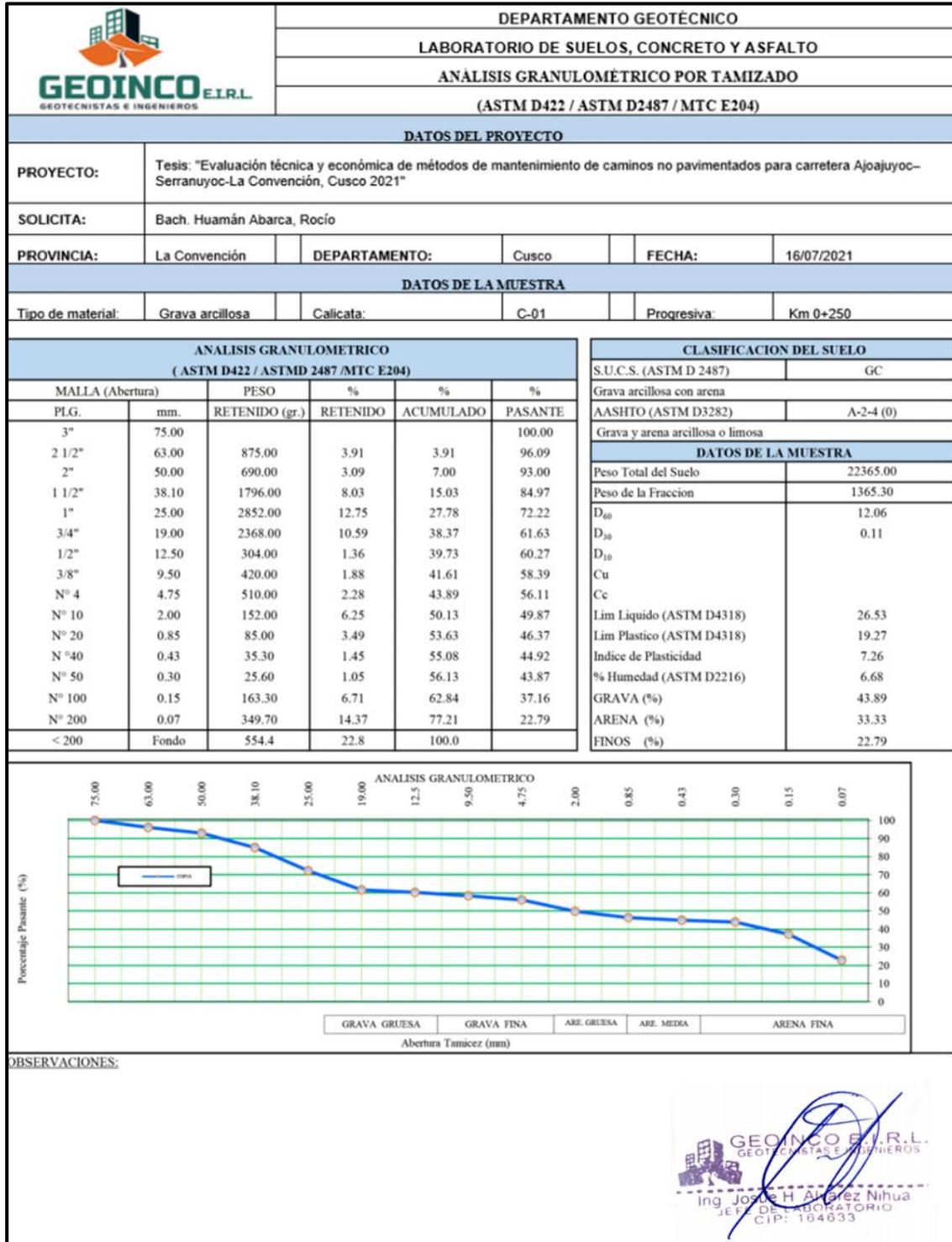
Figura 30: Foto de ensayo de desgaste de Los Ángeles.



Fuente: Propia.

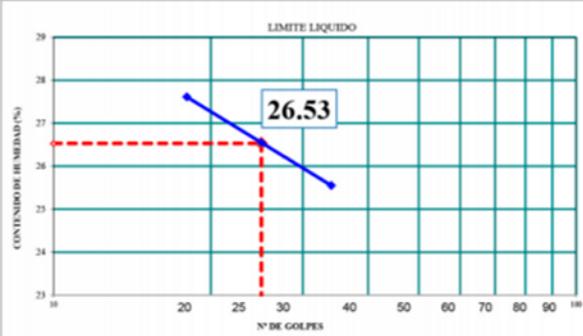
Anexo 9: Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

Figura 31 :Análisis Granulométrico.



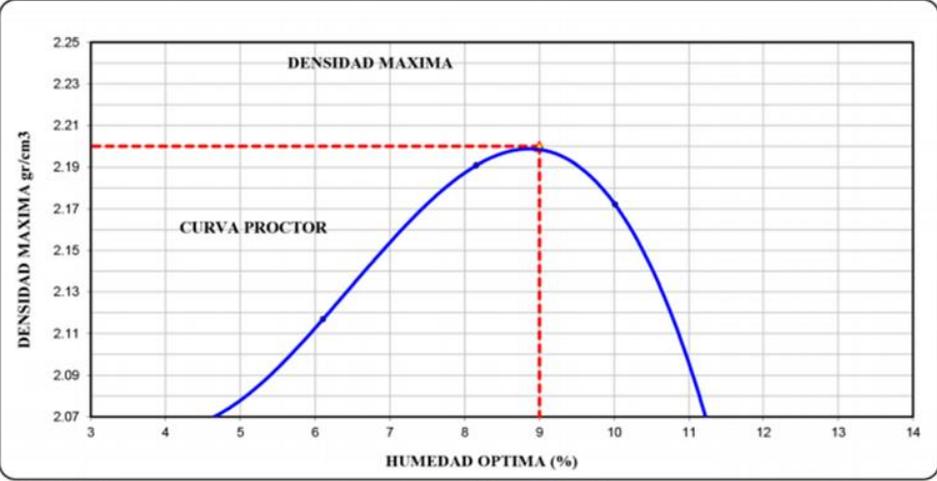
Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Figura 3233: Ensayo de límites de consistencia.

		DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO					
		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
		LÍMITES DE CONSISTENCIA					
		(ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)					
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO:	Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"						
SOLICITA:	Bach. Huamán Abarca, Rocío						
PROVINCIA:	La Convención	DEPARTAMENTO:	Cusco	FECHA:	16/07/2021		
DATOS DE LA MUESTRA							
Tipo de material:	Grava arcillosa	Calicata:	C-01	Progresiva:	Km 0+250		
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)							
RECIPIENTE N°	N°	8	6	4	Observaciones:		
N° DE GOLPES	N°	18	25	34			
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	30.21	29.65	30.21			
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	26.70	26.43	26.94			
PESO DEL RECIPIENTE	grs	13.98	14.32	14.13			
PESO DE AGUA	grs	3.51	3.22	3.27			
PESO DEL SUELO SECO	grs	12.72	12.11	12.81			
% DE HUMEDAD	%	27.59	26.59	25.53			
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)							
RECIPIENTE N°	N°	1	5	Observaciones:			
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	21.32	20.65				
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	19.00	18.49				
PESO DEL RECIPIENTE	grs	7.12	7.13				
PESO DE AGUA	grs	2.32	2.16				
PESO DEL SUELO SECO	grs	11.88	11.36				
% DE HUMEDAD (Límite Plásti	%	19.53	19.01				
							
LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO			INDICE PLASTICIDAD			
26.53	19.27			7.26			
Observaciones:							
							

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Figura 34: Ensayo de Próctor Modificado.

		DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO					
		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
		(ASTM D 1557 / AASHTO T 180 / MTC E 115)					
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO:	Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"						
SOLICITA:	Bach. Huamán Abarca, Rocío						
PROVINCIA:	La Convención	DEPARTAMENTO:	Cusco	FECHA:	16/07/2021		
DATOS DE LA MUESTRA							
Tipo de material:	Grava arcillosa	Calicata:	C-01	Progresiva:	Km 0+250		
TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)		UND	PUNTOS				
			1	2	3	4	Observaciones:
			C	C	C	C	
METODO DE COMPACTACION							
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11352	11559	11822	11865		
PESO MOLDE	gr.	6768	6768	6768	6768		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2133	2133	2133	2133		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4584	4791	5054	5097		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm ³	2.149	2.246	2.369	2.390		
HUMEDAD		UND	RECIPIENTES				
RECIPIENTE N°		cod.	0	0	0	0	Observaciones:
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE		gr.	725.90	620.30	521.30	625.30	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE		gr.	697.30	584.60	482.00	568.40	
PESO DEL RECIPIENTE		gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA		gr.	28.60	35.70	39.30	56.90	
PESO DE SUELO SECO		gr.	697.30	584.60	482.00	568.40	
CONTENIDO DE AGUA		%	4.10	6.11	8.15	10.01	
PESO VOLUMETRICO SECO		gr/cm ³	2.064	2.117	2.191	2.172	
							
Densidad Máxima		2.20 gr/cm ³	Humedad Óptima		9.00 %		
Densidad Máxima Corregida		gr/cm ³	Humedad Óptima Corregida		%		
Observacion:							
							

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Figura 35: Ensayo de CBR – Hoja 1.

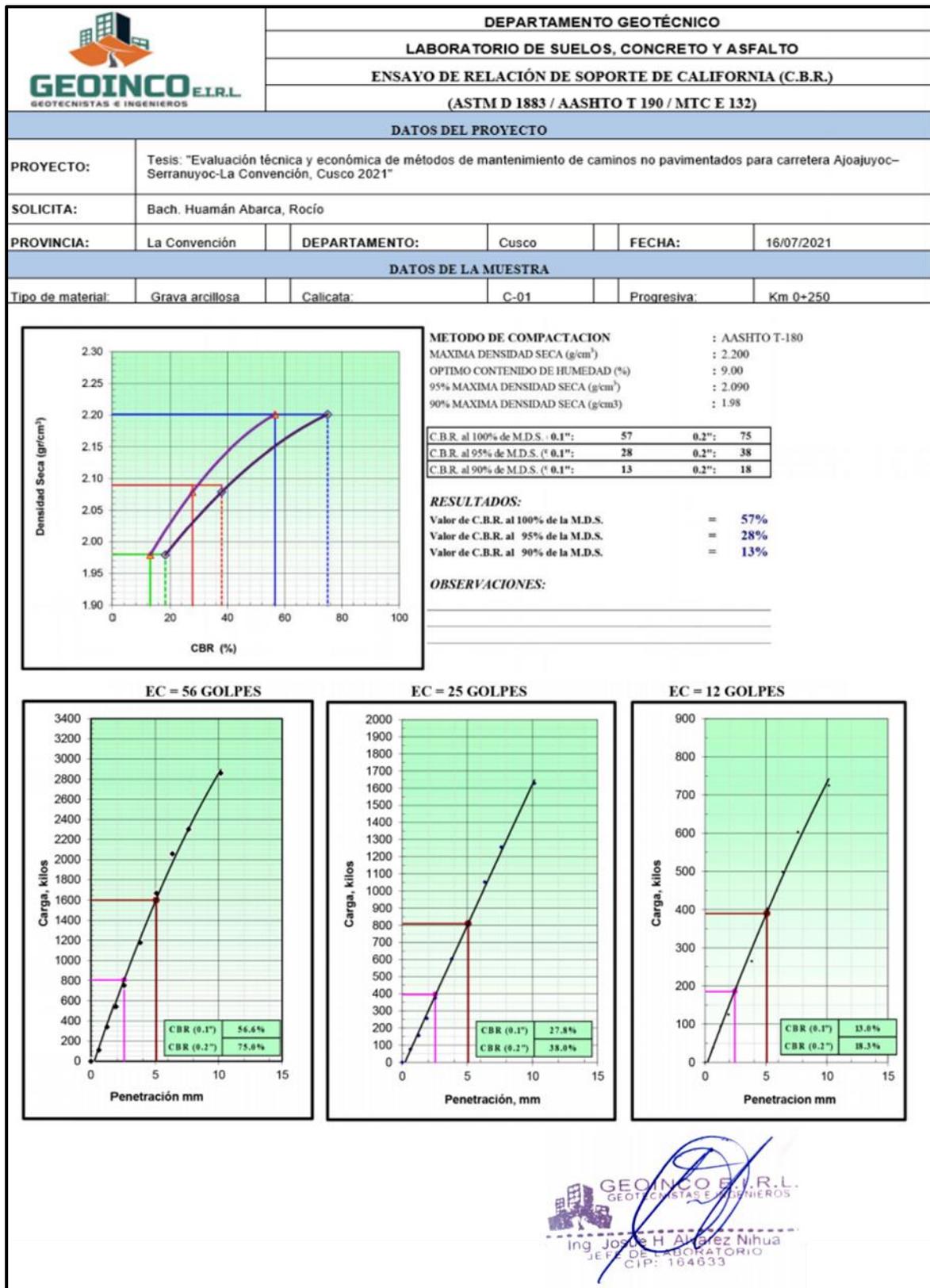
		DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO												
		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)												
		(ASTM D 1883 / AASHTO T 190 / MTC E 132)												
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"													
SOLICITA:	Bach. Huamán Abarca, Rocío													
PROVINCIA:	La Convención	DEPARTAMENTO:	Cusco	FECHA:	16/07/2021									
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de material:	Grava arcillosa	Calicata:	C-01	Progresiva:	Km 0+250									
COMPACTACION														
Molde N°	F6			H8			21							
Capas N°	5			5			5							
golpes por capa N°	56			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11532.00			11164.00			12580.00							
Peso de molde (g)	6408.00			6334.00			8022.00							
Peso del suelo húmedo (g)	5124.00			4830.00			4558.00							
Volumen del molde (cm ³)	2136.00			2132.00			2113.00							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.399			2.265			2.157							
Tara (N°)	0			0			0							
Peso suelo húmedo + tara (g)	563.30			598.60			612.30							
Peso suelo seco + tara (g)	516.80			549.20			561.70							
Peso de tara (g)	0.00			0.00			0.00							
Peso de agua (g)	46.50			49.40			50.60							
Peso de suelo seco (g)	516.80			549.20			561.70							
Contenido de humedad (%)	9.00			8.99			9.01							
Densidad seca (g/cm ³)	2.201			2.079			1.979							
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
03/09/2020	08:12	0:00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0			
04/09/2020	08:12	24:00	7	0.070	0.1	14	0.140	0.1	18	0.180	0.2			
05/09/2020	08:12	48:00	13	0.130	0.1	20	0.200	0.2	26	0.260	0.2			
06/09/2020	08:12	72:00	17	0.170	0.1	24	0.240	0.2	31	0.310	0.3			
07/09/2020	08:12	96:00	21	0.210	0.2	28	0.280	0.2	41	0.410	0.4			
PENETRACION														
PENETRACION mm	CARGA STAND. pulg.	CARGA kg/cm2	MOLDE N° F6				MOLDE N° H8				MOLDE N° 21			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0		
0.635	0.250		110	109.9		75	74.8		38	37.7				
1.270	0.500		340	340.3		155	155.0		94	93.8				
1.905	0.750		540	540.7		255	255.2		125	124.9				
2.540	1.000	70.455	750	751.1	805.0	56.6	374	374.4	395.0	27.8	194	194.0	185.0	13.0
3.810	1.500		1175	1177.0			602	602.9			265	265.2		
5.080	2.000	105.680	1665	1668.0	1600.0	75.0	802	803.3	810.0	38.0	402	402.5	390.0	18.3
6.350	2.500		2054	2057.8			1050	1051.7			498	498.6		
7.620	3.000		2298	2302.2			1254	1256.2			602	602.9		
10.160	4.000		2854	2859.4			1625	1627.9			724	725.1		



GEOINCO E.I.R.L.
 GEOTECNISTAS E INGENIEROS
 Ing. José H. Álvarez Nihua
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 164633

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Figura 36: Ensayo de CBR – Hoja 2.



Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Anexo 10: Certificado de calibración del horno.

Figura 37: Certificado de calibración del horno – hoja 1.

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 103 - 2020

Página 1 de 6

1. Expediente	200082	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).												
2. Solicitante	GEOINCO E.I.R.L.													
3. Dirección	Jr. Martín Pío Concha Mz.F Lt. 14, Santa Ana - La Convención - CUSCO													
4. Equipo	HORNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.												
Alcance Máximo	De -10 °C a 300 °C													
Marca	A&A INSTRUMENTS													
Modelo	STHX-2A													
Número de Serie	161158													
Procedencia	CHINA													
Identificación	NO INDICA													
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Descripción</th> <th style="width: 33%;">Controlador / Selector</th> <th style="width: 33%;">Instrumento de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alcance</td> <td>-10 °C a 300 °C</td> <td>-10 °C a 300 °C</td> </tr> <tr> <td>División de escala / Resolución</td> <td>0,1 °C</td> <td>0,1 °C</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>DIGITAL</td> <td>TERMÓMETRO DIGITAL</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición	Alcance	-10 °C a 300 °C	-10 °C a 300 °C	División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C	Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición												
Alcance	-10 °C a 300 °C	-10 °C a 300 °C												
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C												
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL												
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.												
5. Fecha de Calibración	2020-08-12													
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello												
2020-08-12	 ELEAZAR CESAR CHÁVEZ RARAZ													

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 38: Certificado de calibración del horno – hoja 2.

	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>	
	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 103 - 2020	
Área de Metrología <i>Laboratorio de Temperatura</i>		
<small>Página 2 de 6</small>		
6. Método de Calibración <p>La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.</p>		
7. Lugar de calibración <p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Jr. Martín Pío Concha Mz.F Lt. 14, Santa Ana - La Convención - CUSCO</p>		
8. Condiciones Ambientales		
	Inicial	Final
Temperatura	26,9 °C	27,2 °C
Humedad Relativa	53 %	52 %
<p>El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120min minutos. El controlador se seteo en 110 °C</p>		
9. Patrones de referencia		
Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 104 - 2018	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0669 - 2019
Dirección de Metrología INACAL LT - 272 - 2018		
10. Observaciones		
<ul style="list-style-type: none"> - Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALBRADO. - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición. 		
<hr/>		
<small>Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282 RPC: 940037490</small>		<small>email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com calidad@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com</small>

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 39: Certificado de calibración del horno – hoja 3.

METROTEC		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.										Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio		
<i>Área de Metrología</i>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN										Página 3 de 6		
<i>Laboratorio de Temperatura</i>		MT - LT - 103 - 2020												
11. Resultados de Medición														
PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C														
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} -T _{min}	
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00	108,8	104,9	107,9	109,8	107,6	108,9	107,0	113,3	108,8	105,5	108,1	108,2	8,4	
02	109,7	105,9	109,0	111,7	109,5	110,6	108,1	115,0	110,8	106,5	109,3	109,6	9,1	
04	111,0	106,5	109,8	112,2	109,8	111,3	108,6	115,4	111,2	106,9	109,8	110,2	8,9	
06	110,8	105,2	108,7	110,1	108,1	109,6	107,8	113,5	109,7	106,2	108,7	108,8	8,3	
08	109,2	104,3	107,6	109,0	107,1	108,4	107,0	112,5	108,5	105,2	107,8	107,7	8,2	
10	109,0	105,4	108,3	110,6	108,1	109,7	107,5	114,4	109,5	105,8	108,3	108,8	9,0	
12	110,6	106,8	109,6	112,1	109,8	111,2	108,5	115,3	111,5	106,7	109,4	110,1	8,6	
14	111,3	105,9	109,5	111,4	109,0	110,6	108,4	115,0	110,9	106,6	109,3	109,7	9,1	
16	109,9	104,5	108,1	109,1	107,3	108,8	107,3	112,4	109,2	105,4	108,3	108,0	7,9	
18	108,7	104,5	107,9	109,5	106,9	108,9	106,9	113,0	108,8	105,3	107,9	108,0	8,5	
20	109,8	106,0	109,3	112,0	109,8	110,8	108,1	115,2	110,9	106,4	108,9	109,7	9,2	
22	111,3	106,6	109,8	111,9	109,6	111,2	108,6	115,3	111,2	107,0	109,9	110,1	8,7	
24	110,9	105,3	108,9	110,1	108,2	109,4	108,0	113,7	109,9	106,2	109,0	108,9	8,4	
26	109,2	104,2	107,8	109,0	107,2	108,3	106,9	112,4	108,5	105,2	107,7	107,7	8,2	
28	108,9	104,9	108,1	110,4	108,3	109,4	107,2	114,2	109,2	105,7	108,2	108,6	9,3	
30	110,3	106,3	109,4	112,2	109,6	111,0	108,3	115,4	111,3	106,4	109,3	109,9	9,1	
32	111,3	106,5	109,9	111,8	109,5	111,1	108,7	114,9	111,2	106,8	109,7	110,0	8,4	
34	110,1	104,7	108,3	109,5	107,5	109,0	107,4	112,8	109,2	105,2	108,6	108,2	8,1	
36	109,0	104,2	107,8	109,4	107,6	108,7	107,1	112,7	108,6	105,3	107,8	107,9	8,5	
38	109,4	105,2	108,6	111,1	108,8	110,0	107,6	115,0	109,8	106,3	108,7	109,1	9,8	
40	110,7	106,7	109,8	112,3	109,6	111,4	108,8	115,5	111,7	106,6	109,7	110,2	8,9	
42	111,2	106,4	109,2	111,1	108,9	110,3	108,2	114,8	110,5	106,7	109,4	109,6	8,4	
44	109,9	104,5	108,0	109,2	107,3	108,6	107,4	112,5	108,9	105,6	108,2	108,0	8,0	
46	108,9	104,7	108,1	110,0	107,8	109,0	107,1	113,4	108,9	105,4	108,0	108,2	8,7	
48	109,9	105,9	109,1	111,9	109,3	110,8	108,1	115,0	110,7	106,4	109,0	109,6	9,1	
50	111,2	106,3	109,8	112,0	110,0	111,5	108,8	115,2	111,5	106,8	109,7	110,2	8,9	
52	110,7	105,3	108,6	110,0	108,0	109,5	107,8	113,6	109,8	106,2	109,0	108,8	8,3	
54	109,2	104,5	107,8	109,1	106,8	108,6	107,1	112,4	108,6	105,3	108,0	107,8	7,9	
56	109,1	105,3	108,4	111,0	108,3	109,8	107,6	114,5	109,8	105,7	108,5	108,9	9,2	
58	110,5	106,6	109,6	112,4	110,1	111,3	108,5	115,5	111,3	106,7	109,5	110,2	8,9	
60	111,3	106,2	109,4	111,3	109,1	110,5	108,4	115,1	110,7	106,6	109,5	109,7	8,9	
T.PROM	110,1	105,5	108,8	110,7	108,5	110,0	107,8	114,2	110,0	106,1	108,8	109,0		
T.MAX	111,3	106,8	109,9	112,4	110,1	111,5	108,8	115,5	111,7	107,0	109,9			
T.MIN	108,7	104,2	107,6	109,0	106,8	108,3	106,9	112,4	108,5	105,2	107,7			
DTT	2,6	2,6	2,3	3,4	3,3	3,3	1,9	3,1	3,2	1,8	2,2			



Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 calidad@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 40: Certificado de calibración del horno – hoja 4.



METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 103 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,5	0,2
Mínima Temperatura Medida	104,2	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,4	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,7	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,7	0,04
Uniformidad Medida	9,8	0,2

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 calidad@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

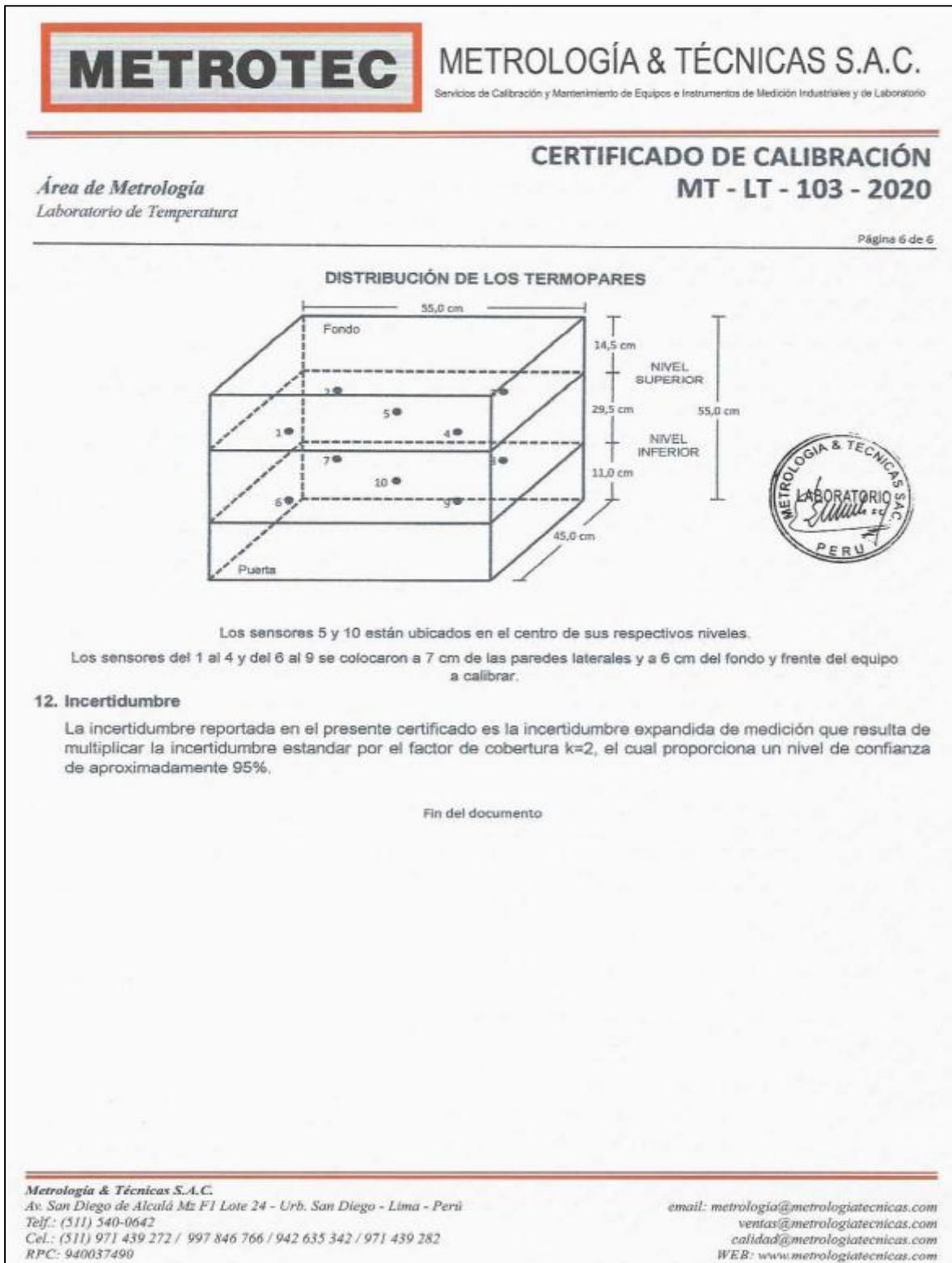
Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 41: Certificado de calibración del horno – hoja 5.



Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 42: Certificado de calibración del horno – hoja 6.



Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Anexo 11: Certificado de corte directo.

Figura 43: Certificado de corte directo – hoja 1.

 METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 114 - 2020
Área de Metrología <i>Laboratorio de Fuerza</i>		Página 1 de 4
1. Expediente	200082	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOINCO E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Martín Pío Concha Mz.F Lt. 14, Santa Ana - La Convención - CUSCO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	2500 N	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PS-107	
Número de Serie	258	
Procedencia	COLOMBIA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PS-107 D	
Número de Serie	258	
División de Escala / Resolución	0,2 N	
5. Fecha de Calibración	2020-08-11	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2020-08-12		
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ		
<small>Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282 RPC: 940037490</small>		<small>email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com calidad@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com</small>

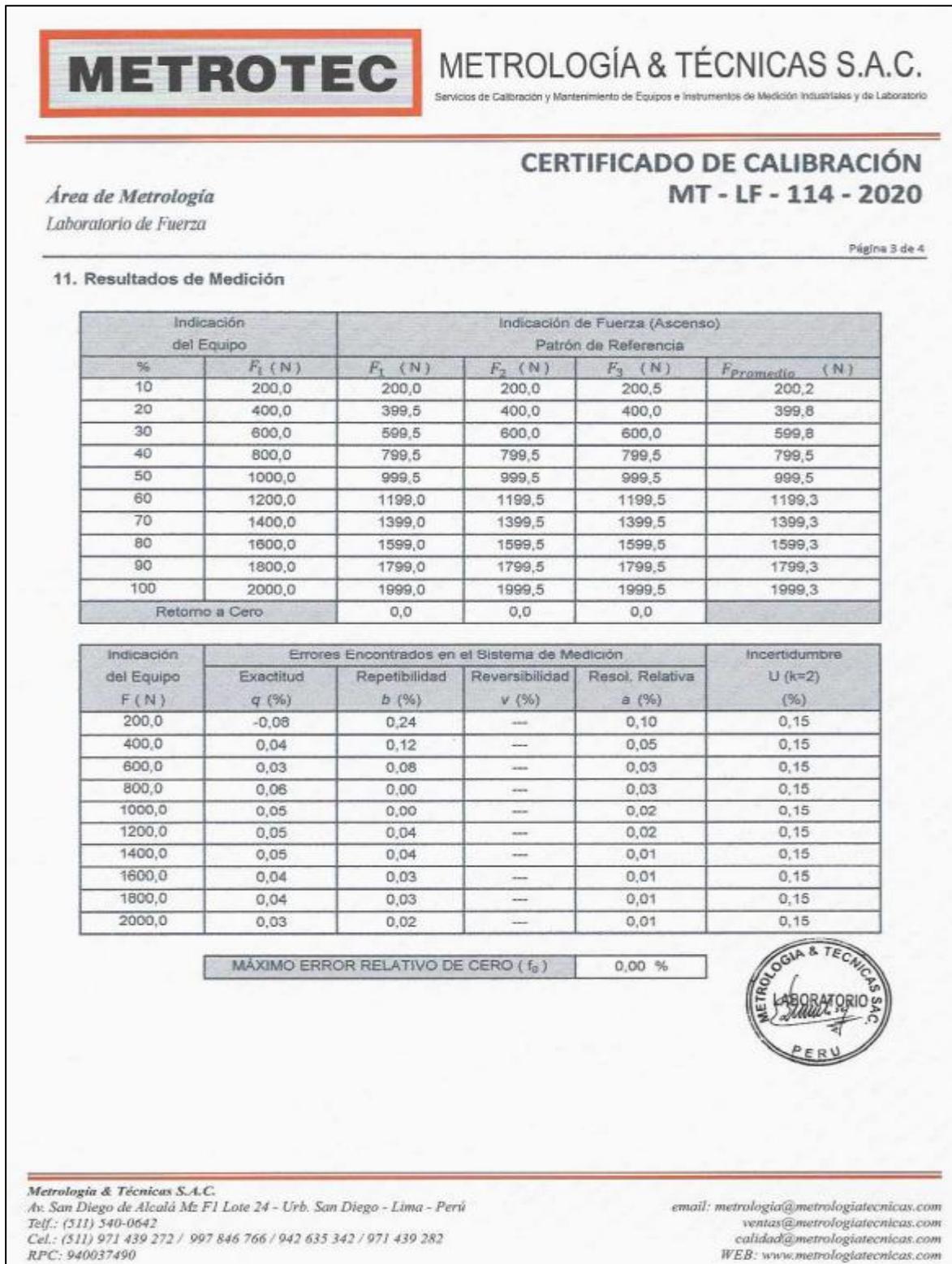
Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 46: Certificado de corte directo – hoja 2.

METROTEC	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>									
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Fuerza</i>	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 114 - 2020									
	<small>Página 2 de 4</small>									
6. Método de Calibración										
La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.										
7. Lugar de calibración										
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Jr. Martín Pío Concha Mz.F LL 14, Santa Ana - La Convención - CUSCO										
8. Condiciones Ambientales										
										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Inicial</th> <th>Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td>28,9 °C</td> <td>28,6 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa</td> <td>61 % HR</td> <td>60 % HR</td> </tr> </tbody> </table>		Inicial	Final	Temperatura	28,9 °C	28,6 °C	Humedad Relativa	61 % HR	60 % HR
	Inicial	Final								
Temperatura	28,9 °C	28,6 °C								
Humedad Relativa	61 % HR	60 % HR								
9. Patrones de referencia										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trazabilidad</th> <th>Patrón utilizado</th> <th>Informe/Certificado de calibración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania</td> <td>Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %</td> <td>LEDI-PUCP INF-LE 012-20B</td> </tr> </tbody> </table>	Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración	Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-20B			
Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración								
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-20B								
10. Observaciones										
<ul style="list-style-type: none"> - Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO. - Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C. - El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1. 										
<hr/> <small> Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282 RPC: 940037490 </small>										
<small> email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com calidad@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com </small>										

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 49: Certificado de corte directo – hoja 3.



Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 52: Certificado de corte directo – hoja 4.

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Laboratorio de Fuerza
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 114 - 2020

Página 4 de 4

Método: Cargas de prueba (sistema neumático del equipo de corte), la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrada.

Factor de Multiplicación 1 : 5

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	-
1	5,00	5,00	5,0	5,0
2	10,00	10,05	10,0	5,0
4	20,00	20,05	20,0	5,0
8	40,10	40,15	40,1	5,0
16	80,35	80,40	80,4	5,0
24	120,35	120,40	120,4	5,0
32	160,50	160,50	160,5	5,0
			Promedio	5,0

Factor de Multiplicación 1 : 10

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	-
1	10,05	10,10	10,1	10,1
2	20,10	20,15	20,1	10,1
4	40,50	40,55	40,5	10,1
8	81,10	81,15	81,1	10,1
16	162,70	162,65	162,7	10,2
24	243,40	243,45	243,4	10,1
32	325,50	325,55	325,5	10,2



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 calidad@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Anexo 12: Certificado de balanza electrónica.

Figura 55: Certificado de balanza electrónica – hoja 1.

 METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 208 - 2020	
Área de Metrología <i>Laboratorio de Masas</i>		Página 1 de 4	
1. Expediente	200082	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
2. Solicitante	GEOINCO E.I.R.L.		
3. Dirección	Jr. Martín Pío Concha Mz.F Lt. 14, Santa Ana - La Convención - CUSCO		
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA		
Capacidad Máxima	600 g		
División de escala (d)	0,01 g		
Div. de verificación (e)	0,01 g		
Clase de exactitud	II		
Marca	OHAUS		
Modelo	SP602		
Número de Serie	B531246726		
Capacidad mínima	0,2 g		
Procedencia	U.S.A.		
Identificación	NO INDICA		
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
5. Fecha de Calibración	2020-08-12		
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello	
2020-08-12			
 ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ			
<small>Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú Telf: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282 RPC: 940037490</small>		<small>email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com calidad@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com</small>	

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 58: Certificado de balanza electrónica – hoja 2.

METROTEC	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
-----------------	--

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 208 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Jr. Martín Pío Concha Mz.F Lt. 14, Santa Ana - La Convención - CUSCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	29,2 °C	29,4 °C
Humedad Relativa	66 %HR	66 %HR



9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: 180467001	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-198-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 61: Certificado de balanza electrónica – hoja 3.

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 208 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
29,2 °C 29,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300,00	5	0	600,00	5	0	
2	300,00	5	0	600,01	6	9	
3	300,00	5	0	600,00	4	1	
4	300,00	6	-1	600,00	5	0	
5	300,00	5	0	600,00	5	0	
6	300,00	5	0	600,01	7	8	
7	300,00	6	-1	600,00	6	-1	
8	300,00	5	0	600,01	7	8	
9	300,00	6	-1	600,00	5	6	
10	300,00	5	0	600,00	5	0	
Diferencia Máxima			1	Diferencia Máxima			10
Error Máximo Permisible			± 30	Error Máximo Permisible			± 30

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final
29,3 °C 29,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	200,00	199,99	3	-8	-8
2		0,10	5	0		199,99	4	-9	-9
3		0,10	4	1		199,99	4	-9	-10
4		0,10	6	-1		199,99	4	-9	-8
5		0,10	5	0		199,99	4	-9	-9
Error máximo permisible								± 20	

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Ms Fl Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Figura 64: Certificado de balanza electrónica – hoja 4.

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 208 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial 29,4 °C	Final 29,4 °C
-------------	--------------------	------------------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,20	0,20	5	0	0	0,20	5	0	0	10
1,00	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	10
10,00	10,00	6	-1	-1	10,00	5	0	0	10
50,00	50,00	5	0	0	50,00	4	1	1	10
100,00	100,00	5	0	0	100,00	4	1	1	20
200,00	199,99	3	-8	-8	200,00	6	-1	-1	20
300,00	300,00	5	0	0	300,00	5	0	0	30
400,00	400,00	6	-1	-1	400,01	7	8	8	30
500,00	500,00	6	-1	-1	500,01	7	8	8	30
600,00	600,00	5	0	0	600,01	6	9	9	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,0000129 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{ (0,0000402 \text{ g}^2 + 0,00000000005 R^2) }$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Ms FI Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 calidad@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Metrología y Técnicas S.A.C.

Anexo 13: Análisis de costos unitarios.

Figura 67: Análisis de costos unitarios – hoja 1.

S10						Página		1	
GRH									
Análisis de precios unitarios									
Proyecto:		Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"							
Autora:		Bach. Huamán Abarca, Rocío						Fecha:	30/07/2021
Partida	01.01.00								
Rendimiento	383.00	M3/DIA	EXTRACCION DE MATERIAL			Costo unitario directo por : M3		5.23	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio			Parcial	
Mano de Obra									
470102	OPERARIO	HH	0.20	0.0042	5.00			0.02	
470103	OFICIAL	HH	0.20	0.0042	4.38			0.02	
470104	PEON	HH	2.00	0.0418	3.75			0.16	
									0.20
Equipos									
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.20			0.01	
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1.00	0.0209	240.00			5.02	
									5.03
Partida	01.02.00								
Rendimiento	650.00	M3/DIA	ZARANDEO Y APILAMIENTO DE MATERIAL			Costo unitario directo por : M3		2.11	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio			Parcial	
Mano de Obra									
470103	OFICIAL	HH	0.20	0.0025	4.38			0.01	
470104	PEON	HH	2.00	0.0246	3.75			0.09	
									0.10
Equipos									
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.10			0.00	
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.00	0.0123	160.00			1.97	
490891	ZARANDA METÁLICA	HM	1.00	0.0123	3.50			0.04	
									2.01
Partida	01.03.00								
Rendimiento	750.00	M3/DIA	CARGUÍO RENDIMIENTO = 750M3/DÍA			Costo unitario directo por : M3		1.73	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio			Parcial	
Mano de Obra									
470103	OFICIAL	HH	0.50	0.0053	4.38			0.02	
									0.02
Equipos									
490410	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.00	0.0157	160.00			1.71	
									1.71



JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 68008

Fuente: Elaboración Propia en Software S10.

Figura 70: Análisis de costos unitarios – hoja 2.

S10							Página	2
GRH								
Análisis de precios unitarios								
Proyecto:	Tesis: "Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021"							
Autora:	Bach. Huamán Abarca, Rocío					Fecha:	30/07/2021	
Partida	01.04.00							
Rendimiento	239.00	M3/DIA	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECCIONADO					
						Costo unitario directo por : M3	3.67	
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra								
470103	OFICIAL		HH	1.00	0.0335	4.38	0.15	
							0.15	
Equipos								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.15	0.00	
481104	VOLQUETE DE 10M3		HM	1.00	0.0335	105.00	3.52	
							3.52	
Partida	01.05.00							
Rendimiento	2,860.00	M2/DIA	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE MATERIAL DE AFIRMADO e=0.10m.					
						Costo unitario directo por : M2	0.91	
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra								
470104	PEON		HH	6.00	0.0168	3.75	0.06	
							0.06	
Materiales								
390500	AGUA		M3		0.0300	1.00	0.03	
							0.03	
Equipos								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.06	0.00	
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T.		HM	1.00	0.0028	120.00	0.34	
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP		HM	1.00	0.0028	170.00	0.48	
							0.82	



JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 88006

Fuente: Elaboración Propia en Software S10.

Anexo 14: Sustento de precios.

Figura 7475: Sustento de Precios – hoja 1.

Precios de Partidas						Precios de Partidas							
CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
OE.5.2.1.59*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SEL 3/4 CAB.TW12 CAJA LVI	PTO	141,35	85,79	51,27	4,29	OE.5.5.1.63*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NAIRAA 2X28 T5 EE	PZA	696,82	69,08	625,67	2,07
OE.5.2.1.60*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SEL 3/4 CAB.TW12 CAJA PESA	PTO	143,13	85,79	53,05	4,29							
OE.5.2.1.61*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SEL 3/4 CAB. TW14 CAJA LVI	PTO	130,63	85,79	40,55	4,29							
OE.5.2.1.62*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SEL 3/4 CAB.TW14 CAJA PESA	PTO	132,41	85,79	42,33	4,29							
OE.5.2.1.63*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SAP3/4 ALA.TW12 CAJA LVI	PTO	139,17	85,79	50,81	2,57							
OE.5.2.1.64*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SAP3/4 ALA.TW12 CAJA PESA	PTO	140,95	85,79	52,59	2,57							
OE.5.2.1.65*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SAP3/4 ALA.TW14 CAJA LVI	PTO	148,45	85,79	60,09	2,57							
OE.5.2.1.66*	SALIDA P/TOMACORR. BPOL DOBLE TUB SAP3/4 ALA.TW14 CAJA PESA	PTO	150,23	85,79	61,87	2,57							
OE.5.2.1.71*	SALIDA PARA TERMAS PVC SEL	PTO	84,33	52,37	29,34	2,62							
OE.5.2.1.72*	SALIDA PARA TERMAS PVC SHF 3/4"	PTO	94,43	52,37	39,44	2,62							
OE.5.2.1.81*	SALIDA PARA FUERZA DE CODINA PVC SEL	PTO	80,11	34,91	43,45	1,75							
OE.5.2.1.82*	SALIDA PARA FUERZA DE CODINA PVC SAP 1"	PTO	133,68	34,91	97,02	1,75							
OE.5.2.1.83*	SALIDA DE FUERZA DESDE 1/2 HASTA 5 HP	PTO	308,79	184,21	115,37	9,21							
OE.5.2.1.84*	SALIDA DE FUERZA DESDE 6 HASTA 10 HP	PTO	372,70	184,21	179,28	9,21							
OE.5.2.1.91*	SALIDA PARA TELEFONOS DIRECTOS (DE SERVICIO PUBLICO) SAP	PTO	89,97	69,83	16,65	3,49							
OE.5.2.1.92*	SALIDA PARA TELEFONOS INTERNOS (DE INTERCOMUNICACIONES) SAP	PTO	87,36	69,83	14,04	3,49							
OE.5.2.1.93*	SALIDA PARA ANTENAS DE RADIO	PTO	57,59	52,37	2,80	2,62							
OE.5.2.1.94*	SALIDA PARA ANTENAS DE TELEVISION- SEL	PTO	61,79	52,37	6,80	2,62							
OE.5.2.1.95*	SALIDA PARA TIMBRES ZUMBAADOR SAP SIN CABLE	PTO	189,96	138,16	44,91	6,91							
OE.5.2.2	CONALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS												
OE.5.2.2.11*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1/2" 15 MM	M	14,02	11,45	2,23	0,34							
OE.5.2.2.12*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=3/4"	M	14,40	11,45	2,61	0,34							
OE.5.2.2.13*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1"	M	17,56	13,73	3,42	0,41							
OE.5.2.2.14*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1 1/4"	M	18,72	13,73	4,58	0,41							
OE.5.2.2.15*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=1 1/2"	M	20,41	13,73	6,27	0,41							
OE.5.2.2.16*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=2"	M	27,96	17,15	10,30	0,51							
OE.5.2.2.17*	TUBERIAS DE PVC-SAP (ELECTRICAS) D=2 1/2"	M	24,98	17,15	9,32	0,51							
OE.5.2.2.21*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=5/8"	M	14,92	11,45	3,13	0,34							
OE.5.2.2.22*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=3/4"	M	14,99	11,45	3,20	0,34							
OE.5.2.2.23*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=1"	M	18,21	13,73	4,07	0,41							
OE.5.2.2.24*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=1 1/4"	M	19,38	13,73	4,96	0,41							
OE.5.2.2.25*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=1 1/2"	M	20,42	13,73	6,28	0,41							
OE.5.2.2.26*	TUBERIAS DE PVC-SEL (ELECTRICAS) D=2"	M	24,98	17,15	7,32	0,51							
OE.5.2.6	TABLEROS PRINCIPALES												
OE.5.2.6.11*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 12 POLOS	PZA	967,95	138,16	82,565	4,14							
OE.5.2.6.12*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 18 POLOS	PZA	1.114,47	184,21	92,473	5,53							
OE.5.2.6.13*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 24 POLOS	PZA	1.625,17	478,36	112,289	29,92							
OE.5.2.6.14*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 36 POLOS	PZA	1.671,71	276,33	138,709	8,29							
OE.5.2.6.15*	TABLEROS DISTRIB.CAJA METALICA CON 48 POLOS	PZA	1.859,87	276,33	158,525	8,29							
OE.5.2.8	DISPOSITIVOS DE MANDOBRA Y PROTECCION												
OE.5.2.8.11*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 15A	PZA	44,82	17,27	27,83	0,52							
OE.5.2.8.12*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 30A	PZA	44,82	17,27	27,83	0,52							
OE.5.2.8.13*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 40A	PZA	51,60	17,27	33,81	0,52							
OE.5.2.8.14*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MONOFASICA 2 X 60A	PZA	59,23	17,27	41,44	0,52							
OE.5.2.8.21*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 30A	PZA	108,38	23,03	84,66	0,69							
OE.5.2.8.22*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 50A	PZA	122,79	23,03	99,97	0,69							
OE.5.2.8.23*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 60A	PZA	99,91	23,03	76,19	0,69							
OE.5.2.8.24*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 70A	PZA	99,74	23,03	16,02	0,69							
OE.5.2.8.25*	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICA 3 X 100A	PZA	39,74	23,03	16,02	0,69							
OE.5.5	ARTEFACTOS												
OE.5.5.1	LAMPARAS												
OE.5.5.1.11*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SIST. RE.JILLAS E 4X36W T8 G13 EE BL 2' X4' RAL	PZA	60,551	69,08	53,436	2,07							
OE.5.5.1.12*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SIST. RE.JILLAS E 4X18W T8 G13 EE BL 2' X2' RAL	PZA	40,259	69,08	33,144	2,07							
OE.5.5.1.13*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SIST. RE.JILLAS E 3X36W T8 G13 EE BL 2' X4' RAL	PZA	52,096	69,08	44,981	2,07							
OE.5.5.1.14*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SIST. RE.JILLAS E 3X18W T8 G13 EE BL 2' X2' RAL	PZA	41,611	69,08	34,496	2,07							
OE.5.5.1.15*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SIST. RE.JILLAS E 2X36W T8 G13 EE BL 1' X4' RAL	PZA	34,847	69,08	27,32	2,07							
OE.5.5.1.16*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SIST. RE.JILLAS E 2X18W T8 G13 EE BL 1' X2' RAL	PZA	33,156	69,08	26,041	2,07							
OE.5.5.1.21*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 4X14 T5 EE	PZA	578,75	85,79	490,39	2,57							
OE.5.5.1.22*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 3X14 T5 EE	PZA	588,60	85,79	51,745	2,57							
OE.5.5.1.23*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 2X54 T5 EE	PZA	578,45	85,79	50,730	2,57							
OE.5.5.1.24*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA REJILLA NAIRA E 2X18 T5 EE	PZA	575,07	85,79	50,932	2,57							
OE.5.5.1.31*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR MELOW LIGHT LRCE 2X40 TOL EE 2X2	PZA	473,61	85,79	402,46	2,57							
OE.5.5.1.32*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR MELOW LIGHT LRCE 2X36 TOL EE 2X2	PZA	507,43	85,79	436,28	2,57							
OE.5.5.1.33*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR MELOW LIGHT LRCE 2X28 T5 EE 2X4	PZA	575,07	85,79	503,92	2,57							
OE.5.5.1.41*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR RAS A 4X36W T8 G13 EE BL RAL	PZA	659,62	85,79	588,47	2,57							
OE.5.5.1.42*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR RAS A 4X18W T8 G13 EE BL RAL	PZA	399,20	85,79	328,05	2,57							
OE.5.5.1.43*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR RAS A 2X36W T8 G13 EE BL RAL	PZA	632,56	85,79	561,41	2,57							
OE.5.5.1.44*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR RAS A 3X18W T8 G13 EE BL RAL	PZA	456,70	85,79	385,55	2,57							
OE.5.5.1.45*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR RAS A 2X36W T8 G13 EE BL RAL	PZA	324,80	85,79	253,65	2,57							
OE.5.5.1.46*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR RAS A 2X18W T8 G13 EE BL RAL	PZA	368,77	85,79	297,62	2,57							
OE.5.5.1.51*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA O'REJILLA NIRA A 2X36W T8 G13 EE BL RAL	PZA	307,89	85,79	236,74	2,57							
OE.5.5.1.52*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA O'REJILLA NIRA A 2X36W T5 G5 EE BL RAL	PZA	372,15	85,79	301,00	2,57							
OE.5.5.1.53*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA O'REJILLA NIRA A 2X54W T5 G5 EE BL RAL	PZA	375,53	85,79	304,38	2,57							
OE.5.5.1.61*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA O'REJILLA NAIRA A 4X14 T5 EE	PZA	632,56	85,79	561,41	2,57							
OE.5.5.1.62*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA O'REJILLA NAIRA A 2X54 T5 EE	PZA	646,09	85,79	574,94	2,57							
OE.5.5.1.63*	ARTEFAC. ALUMB. INTERIOR SISTEMA C/REJILLA NAIRAA 2X28 T5 EE	PZA	696,82	69,08	625,67	2,07							

Fuente: Suplemento Técnico de Revista COSTOS - Julio 2021.

Figura 79: Sustento de Precios – hoja 2.

Tarifa de Alquiler de Maquinaria y Equipos							
EQUIPO	POT. (HP)	CAPAC.	PESO (KG)	COSTO POSES \$/	COSTO OPER. \$/	TARIFA HORA \$/	OBS
EQUIPOS PARA PERFORACION							
COMPRESORAS NEUMATICAS	76 HP	125-175 PCM	2000	8,71	67,55	76,26	
COMPRESORAS NEUMATICAS	87 HP	250-330 PCM	2300	14,27	77,78	92,06	
COMPRESORAS NEUMATICAS	93 HP	335-375 PCM	2500	17,36	104,88	122,25	
COMPRESORAS NEUMATICAS	150 HP	380-590 PCM	3500	19,58	151,09	170,67	
COMPRESORAS NEUMATICAS	196 HP	600-690 PCM	5000	23,27	168,21	191,48	
COMPRESORAS NEUMATICAS	240 HP	700-800 PCM	6500	31,53	199,01	230,54	
MARTILLOS NEUMATICOS		21-24 KG.	24	4,08	1,07	5,15	(**)
MARTILLOS NEUMATICOS		25-29 KG	29	4,81	1,26	6,07	(**)
MOTOPERFORADORA	1400 RPM	185 CC	26	7,71	5,67	13,38	
PERFORADORA SOBRE ORUGAS		660-690 PCM	6000	58,93	41,34	100,27	(**)
EQUIPO PARA MOV. DE TIERRA							
GARGADORES SOBRE ORUGA	110-135 HP	2.0-2.25 YD3	16275	72,63	151,73	224,36	
GARGADORES SOBRE ORUGA	150-180 HP	2.5-2.75 YD3	18387	81,09	193,32	274,41	
GARGADORES SOBRE ORUGA	190-225 HP	3.2-3.75 YD3	25173	140,73	224,58	365,31	
GARGADORES SOBRE ORUGA	245 HP	4.0-6.0 YD3	28000	170,71	263,20	433,91	
GARGADOR RETROEXCAVADOR	62 HP	1.0 YD3	8000	38,97	101,41	140,38	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	80-95 HP	1.5-1.75 YD3	9031	64,94	91,05	155,99	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	100-115 HP	2.0-2.35 YD3	10308	67,26	106,33	173,59	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	100-125 HP	2.5 YD3	11500	69,67	106,83	176,50	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	125-155 HP	3 YD3	16584	74,22	130,47	204,69	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	160-195 HP	3.5 YD3	18585	83,50	154,35	237,84	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	200-250 HP	4.0-4.1 YD3	20826	96,74	172,87	269,61	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	200-260 HP	4.60 YD3	22000	137,39	176,49	313,88	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	260-300 HP	5.0-5.5 YD3	31105	178,44	212,57	391,01	
GARGADORES SOBRE LLANTAS	375 HP	8.0 YD3	49738	220,50	259,20	479,70	
MOTOTRAILLAS AUTOCARGABLE	140-210 HP	11.0 YD3	14200	162,36	152,51	314,87	
MOTOTRAILLAS AUTOCARGABLE	210-300 HP	16.0 YD3	20600	169,31	212,88	382,19	
MOTOTRAILLAS AUTOCARGABLE	310-350 HP	23.0 YD3	32800	154,46	254,84	409,31	
MOTOTRAILLAS CARGABLES	310-400 HP	14-20 YD3	20000	166,65	274,75	441,40	
MOTOTRAILLAS CARGABLES	405-480 HP	21-31 YD3	15500	195,10	343,78	538,88	
EXCAVADORA SOBRE LLANTAS	58 HP	1.0 YD3	9000	38,97	103,02	141,99	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	80-110 HP	0.50-1.3 YD3	17300	67,30	112,55	179,85	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	115-165 HP	0.75-1.6 YD3	23400	108,55	150,01	258,56	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	170-250 HP	1.1-2.75 YD3	33800	156,79	202,04	358,83	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	325 HP	2.0-3.8 YD3	61600	220,35	281,27	501,62	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	330 HP	2.5 YD3		221,74	289,03	510,77	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	385 HP	3.5 YD3		268,21	298,11	566,32	
MINICARGADOR	70 HP	0.5 YD3		22,87	78,92	101,79	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	60-70 HP		6711	56,13	102,52	158,65	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	75-100 HP		9090	64,02	119,30	183,32	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	105-135 HP		12300	123,39	145,32	268,71	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	140-160 HP		14900	123,39	170,25	293,64	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	190-240 HP		20520	170,71	227,00	397,71	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	270-295 HP		21863	200,21	281,31	481,52	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	310 HP		31980	214,87	289,66	504,53	
TRACTORES SOBRE ORUGAS	335-410 HP		37170	251,43	396,53	647,96	
TRACTORES SOBRE LLANTAS	200-250 HP		20500	173,95	177,78	351,74	
TRACTORES SOBRE LLANTAS	300-350 HP		30380	271,84	249,30	521,14	
TRACTORES SOBRE LLANTAS	400-500 HP		46355	422,74	342,35	765,09	
EQUIPO DE COMPACTACION							
VIBRADOR DE CONCRETO	4 HP	18 PL(1.25')		1,98	4,03	6,01	(*)
VIBRADOR DE CONCRETO	4 HP	18 PL(1.50')		2,03	4,08	6,11	(*)
VIBRADOR DE CONCRETO	4 HP	18 PL(2.40')		2,15	4,16	6,31	(*)
COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA	4 HP		95	2,45	27,88	30,33	
COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA	5.8 HP		145	2,56	29,88	32,44	
COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA	7 HP		160	4,49	31,09	35,58	
ROD. LISO VIBRAT. MANUAL	10.8 HP	0.8-1.1 TON	800	6,73	33,89	40,62	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	70-100 HP	7-9 TON	7300	23,71	89,44	113,16	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	101-135 HP	10-12 TON	11100	52,42	127,78	180,19	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	136-170 HP	15-17 TON	13700	69,58	155,81	225,39	
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	210 HP	19-23 TON	19600	74,22	179,58	253,79	
RODILLO LISO VIBRATORIO DE TIRO	50-80 HP	4-5.5 TON	5500	8,76	61,98	70,74	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	60-80 HP	3-5 TON	3700	44,71	77,27	121,98	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	81-100 HP	5.5-20 TON	5500	60,96	89,22	150,19	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	127 HP	8.23 TON	8000	63,41	104,60	168,01	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO	135 HP	9.26 TON	9000	64,79	107,17	171,96	
RODILLO PATA DE CABRA VIB. AUTOPRO.	84 HP	8.10 TON	8200	14,96	77,59	92,55	
RODILLO PATA DE CABRA VIB. AUTOPRO.	100-135 HP	11-13 TON	11300	54,06	127,03	181,09	
RODILLO PATA DE CABRA VIB. AUTOPRO.	136-180 HP	15-17 TON	15300	75,19	161,95	237,14	
EQUIPOS PARA OBRA DE CONCRETO							
DOSIFICADORA DE CONCRETO	M.E. 40 HP	50 M3	17000	25,55	63,05	88,60	(***)

Fuente: Suplemento Técnico de Revista COSTOS - Julio 2021.

Figura 82: Sustento de Precios –Hoja 3

Tarifa de Alquiler de Maquinaria y Equipos							
EQUIPO	POT. (HP)	CAPAC.	PESO (KG)	COSTO POSES S/	COSTO OPER. S/	TARIFA HORA S/	OBS
DOSIFICADORA DE CONCRETO	M.E. 45 HP	50-90 M3	20000	39,41	71,18	110,59	(***)
DOSIFICADORA DE CONCRETO	M.E. 60 HP	120 M3	23000	48,28	76,39	124,67	(***)
MEZCLADORA CONCRETO T. TROMPO	8 HP	9 P3	500	2,32	1,87	4,19	(**)
MEZCLADORA DE CONCRETO	18 HP	11-12p3 P3	1500	6,55	5,09	11,64	(**)
MEZCLADORA DE CONCRETO	20-35 HP	16 p3 P3	2700	10,77	8,30	19,07	(**)
EQUIPOS PARA REFINE Y AFIRMADO							
MOTONIVELADORA	125 HP		11515	68,56	116,90	185,46	
MOTONIVELADORA	130-135 HP		12365	73,67	131,62	205,29	
MOTONIVELADORA	145-150 HP		13540	89,36	147,50	236,85	
MOTONIVELADORA	180-200 HP		18370	95,84	158,89	254,73	
VEHICULOS							
CAMIONE TA 4X4 PICK-UP CABINA SIMPLE	148 HP	3 Pasajeros	2740	10,95	103,91	114,86	
CAMIONE TA 4X2 PICK-UP CABINA SIMPLE	84 HP	5 Pasajeros		8,60	46,26	54,86	
CAMIONE TA 4X2 PICK-UP DOBLE CABINA	84 HP	5 Pasajeros		9,29	71,85	81,14	
CAMION IMPRIMADOR	210 HP	2000 GLN	13500	30,59	142,36	172,95	
CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA)	122 HP	1500 GLN	9900	35,66	102,32	137,98	
CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA)	145-165 HP	2000 GLN	13000	39,35	124,09	163,44	
CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA)	178-210 HP	3000 GLN	19000	44,85	147,51	192,35	
CAMION CISTERNA 4 x 2 (COMBUSTIBLE)	122 HP	2000 GLN	13000	49,74	108,59	158,33	
CAMION CISTERNA 4 x 2 (ASFALTO)	178-210 HP	2000 GLN	13000	44,82	147,50	192,31	
CAMION CONCRETERO	300 HP	8 M3	26000	95,43	212,39	307,82	
CAMION CONCRETERO	330 HP	10 M3	26000	98,96	223,43	322,39	
CAMION CONCRETERO	330 HP	12 M3	26000	103,91	225,60	329,51	
CAMION PLATAFORMA 4 x 2	122 HP	8 TON	13000	39,35	103,83	143,18	
CAMION PLATAFORMA 4 x 2	178-210 HP	12 TON	19000	46,80	148,36	195,15	
CAMION PLATAFORMA 6 x 4	300 HP	19 TON	26000	68,26	199,94	268,20	
SEMI-TRAYLER 6 x 4	330 HP	35 TON	42600	66,44	214,66	281,10	
SEMI-TRAYLER 6 x 4	330 HP	40 TON	54420	66,44	214,66	281,10	
VOLQUETE 4 x 2	210-280 HP	8 M3	19000	53,01	184,73	237,74	
VOLQUETE 6 x 4	330 HP	10 M3	26000	57,97	211,28	269,25	
VOLQUETE 6 X 4	330 HP	12 M3	26000	63,62	213,76	277,38	
VOLQUETE 6 X 4	330 HP	15 M3	26000	77,05	219,65	296,70	
EQUIPOS DIVERSOS							
GRUPO ELECTROGENO	89 HP	50 Kw	1150	4,65	119,16	123,81	(*)
GRUPO ELECTROGENO	116 HP	75 Kw	1500	5,28	140,42	145,70	(*)
GRUPO ELECTROGENO	140 HP	90 Kw	1700	5,98	156,17	162,15	(*)
GRUPO ELECTROGENO	230 HP	150 Kw	2000	7,88	172,65	180,53	(*)
GRUPO ELECTROGENO	380 HP	250 Kw	2700	16,67	194,85	211,52	(*)
GRUPO ELECTROGENO	480 HP	300 Kw	3500	17,47	243,10	260,57	(*)
MONTAGARGAS	68 HP	3000 Kg	5200	14,12	69,00	83,12	
MONTACARGAS	80 HP	5000 Kg	8150	23,20	80,27	103,47	
MONTACARGAS	94 HP	7500 Kg	9150	31,54	93,57	125,11	
FAJA TRANSPORTADORA 18" x 40"	M.E. 3 HP	150 T/H	4000	4,64	2,23	6,87	(*)
FAJA TRANSPORTADORA 18" x 50"	M.E. 3 HP	150 T/H	4000	4,64	2,23	6,87	(*)
FAJA TRANSPORTADORA 30" x 40"	M.E. 5 HP	550 T/H	7800	6,96	3,30	10,26	(*)
FAJA TRANSPORTADORA 30" x 50"	M.E. 5 HP	550 T/H	12000	6,96	3,30	10,26	(*)
FAJA TRANSPORTADORA 30" x 60"	M.E. 7.5 HP	800 T/H	15000	7,33	3,47	10,80	(*)
MOTOBOMBAS	7-10 HP	3" 4"	135	1,02	7,47	8,49	(*)
MOTOBOMBAS (PETROLEO)	12 HP	4"	295	15,50	11,51	27,01	(*)
MOTOBOMBAS (PETROLEO)	17 HP	6"	340	23,25	16,76	40,01	(*)
MOTOBOMBAS (PETROLEO)	34 HP	8"	500	46,50	33,23	79,73	(*)
TRACTOR DE TIRO MF 290/4			4320	14,39	74,71	89,09	
TRACTOR DE TIRO MF 296-B	115 HP		4565	16,83	93,91	110,74	
TRACTOR DE TIRO MF 2725/4	158 HP		7000	26,41	121,80	148,20	
EQUIPOS PRODUCTORES DE AGREGADOS							
CHANCADORA PRIMARIA 15 x 24	M.E. 30 HP	46-70 T/H	19000	34,85	40,04	74,89	(**)
CHANCADORA PRIMARIA 30x42"			21000	160,87	71,09	231,96	(**)
CHANCADORA SECUNDARIA 24"S	M.E. 30 HP	46-70 Tn/Hc.	22000	57,69	25,72	83,40	(**)
CHANCADORA SECUNDARIA 36"S	M.E. 75 HP	46-70 Tn/Hc.	23000	64,41	28,67	93,07	(**)
CHANCADORA SECUNDARIA C/CONO 4 1/4'	M.E. 200			84,45	37,48	121,92	(**)
CHANCADORA CONICA + ZARANDA	200 HP			183,53	81,06	264,59	(***)
ZARANDA VIBRATORIA 4" x 6" x 14	M.E. 15 HP		7000	18,76	33,56	52,32	
EQUIPOS PARA PAVIMENTACION							
COCINA DE ASFALTO		320 GLN	2100	1,72	69,11	70,84	
BARRREDORA MECANICA		7' LON	1000	8,66	49,19	57,85	
CALENTADOR DE ACEITE 48-S		468 P3	5700	14,90	9,60	24,50	(**)
SECADOR DE ARIDOS		30-64 T/H	8000	22,09	11,34	33,43	(**)
SECADOR DE ARIDOS		60-115 T/H	8500	32,73	16,80	49,53	(**)
PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE (CIFALLI)		150 Tn/Hc.	46800	227,42	112,60	340,02	(***)
PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE (CIFALLI)		205 Tn/Hc.	62000	385,05	190,65	575,70	(***)
PAVIMENTADORA SOBRE DRUGAS	105 HP	10	12000	67,88	110,94	178,82	
PAVIMENTADORA SOBRE DRUGAS	224 HP	10	12000	137,63	202,98	340,61	
RECICLADORA EN FRIO	396 HP	295 KW	22900	385,04	394,57	779,61	(*)
FRESADORA	565 HP	421 KW	30000	462,96	512,24	975,20	(*)
COSTOS HH OPERADORES DE EQUIPO							
Operador de equipo Electromecánico				S/ 24,89			
Operador de equipo Pesado				S/ 24,39			
Operador de equipo Mediano				S/ 24,18			

Fuente: Suplemento Técnico de Revista COSTOS - Julio 2021.

Anexo 15: Reporte final de Turnitin

Figura 85: Reporte final de antiplagio – Turnitin.

ROCIO HUAMAN ABARCA | TURNITIN - ROCIO HUAMAN (15-08-21).docx

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	6 %	>
2	repositorio.urp.edu.pe	4 %	>
3	Entregado a Universida...	2 %	>
4	repositorio.cepal.org	2 %	>
5	hdl.handle.net	1 %	>
6	repositorio.unsm.edu.pe	1 %	>
7	1library.co	1 %	>
8	www.dspace.uce.edu.ec	1 %	>
9	cybertesis.urp.edu.pe	<1 %	>

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación técnica y económica de métodos de mantenimiento de caminos no pavimentados para carretera Ajoajuyoc-Serranuyoc-La Convención, Cusco 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:
Bach. **Huamán Abarca, Rocio** (ORCID: 0000-0003-4871-2050)

ASESOR:
Mg. Ing. **Tello Malpartida, Omar** (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura vial.

LIMA-PERÚ
2021

Fuente: Propia.