



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño comparativo de pavimento rígido y flexible en el  
tramo Puente Parco – Utcuyacu, Catac, Ancash – 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Castillo Cordova, Juan Luis (ORCID: 0000-0002-0817-051X)

Chavez Tarazona, Jaime Marcelo (ORCID: 0000-0003-4098-0392)

**ASESOR:**

Mg. Poma Gonzales, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-5486-7302)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A mi Madre y a Dios quienes me dieron el regalo más hermoso que es la vida. Igualmente, a mi familia y amigos que me demuestran su apoyo incondicional para poder dar como culminado esta carrera de Ingeniería Civil.

***Juan Luis Castillo Cordova***

A Dios por darme la salud y la sabiduría necesaria para poder realizar las metas habiendo logrado dar este gran pasó en la vida, colmándome cada día de bendiciones en conocimiento para culminar con este trabajo de investigación que con mucho esfuerzo y dedicación ha sido elaborado.

A mis padres por su apoyo impulsándome a seguir adelante, no tendría forma de agradecerles, son unas grandes personas que formaron los cimientos en mi vida y espero que Dios me los bendiga con muchos años para así disfrutar por mucho tiempo de su compañía.

***Jaime Marcelo Chavez Tarazona***

## **AGRADECIMIENTO**

Mi especial agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo y a los profesores e ingenieros de la facultad de Ingeniería Civil, quienes con su apoyo permanente Científico y Tecnológico me brindaron todos sus conocimientos y enseñanzas.

***Juan Luis Castillo Cordova***

A Dios por haberme permitido vivir, le agradezco haber cumplido con mis metas, me refugia con su manto, me sostiene en sus manos e ilumina cada día de mi vida, cuida diariamente a las personas que más quiero.

A mis padres quienes permanecen a mi lado guiándome por el buen camino, me inspiran a seguir adelante cada día, son quienes se alegran de mis logros y están conmigo en mis momentos difíciles Gracias por su cariño y comprensión.

A mis docentes de todos los cursos que hasta el final de la carrera me brindaron las enseñanzas a mis compañeros y a mí brindándonos sus conocimientos para así realizar el proyecto de investigación, aconsejándonos en ciertas partes para actuar frente a la vida.

***Jaime Marcelo Chavez Tarazona***

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Carátula</b> .....	<b>i</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de gráficos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>14</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y Operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	20
3.7. Aspectos éticos .....	20
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	<b>40</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables .....	15
Tabla 2: Cuadro de la Red Poligonal Abierta .....	21
Tabla 3: Factor de vehículos pesados (Pavimento Flexible) .....	25
Tabla 4: Factor de vehículo pesado (Pavimento Rígido).....	26
Tabla 5: Comparación de características de pavimentos.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico N° 1: Clasificación por tipo de vehículo.....	26
Gráfico N° 2: Precipitación de lluvia mensual promedio.....	27
Gráfico N° 3: Temperatura máxima y mínima promedio.....	28
Gráfico N° 4: Precipitaciones de lluvia mensual promedio.....	44
Gráfico N° 5: Precipitación mensual.....	44
Gráfico N° 6: Temperatura máxima y mínima promedio.....	46
Gráfico N° 7: Temperaturas promedio mensual.....	47

## RESUMEN

El diseño del tramo Puente Parco – Utcuyacu, fue investigado debido a la necesidad de contribuir con el progreso de los pueblos colindantes de la localidad de Utcuyacu. Este proyecto titulado “**Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019**”, ha desarrollado cada uno de los objetivos especificados plenamente para su ejecución, los cuales son: Realizar el Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible, Realizar el estudio Topográfico de la Vía en estudio, Identificar las características de los suelos, para la construcción de los pavimentos Flexible y Rígido, Realizar Estudio de Canteras, Realizar el Conteo vehicular para establecer las capas de los Pavimentos Rígido y Flexible, Realizar el Estudio Hidrológico y Drenaje, Realizar el Estudio de Impacto Ambiental, Diseñar los pavimentos rígido y flexible mediante la metodología ASSHTO-93.

En los capítulos desarrollados se muestra cada uno de los procesos seguidos para el cumplimiento de los objetivos y estos se realizó teniendo en cuenta los manuales y normas vigentes obteniendo conclusiones que beneficiarán a la población de la zona estudiada.

**Palabras Claves:** Diseño, Pavimento Rígido, Pavimento Flexible.

## **ABSTRACT**

The design of the Parco - Utcuyacu bridge section was investigated due to the need to contribute to the progress of the neighboring towns of the Utcuyacu locality. This project entitled "Comparative Design of Rigid and Flexible Pavement in the Puente Parco - Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019 Section", has developed each of the objectives fully specified for its execution, which are: Carry out the Comparative Design of Rigid Pavement and Flexible, Carry out the Topographic study of the Road under study, Identify the characteristics of the soils, for the construction of the Flexible and Rigid pavements, Carry out a Study of Quarries, Carry out the Vehicle Count to establish the layers of the Rigid and Flexible Pavements, Carry out the Hydrological and Drainage Study, Carry out the Environmental Impact Study, Design the rigid and flexible pavements using the ASSHTO-93 methodology.

The developed chapters show each one of the processes followed to fulfill the objectives and these were carried out taking into account the manuals and regulations in force, obtaining conclusions that will benefit the population of the studied area.

**Keywords:** Design, Rigid Pavement, Flexible Pavement.

## I. INTRODUCCIÓN

Las vías terrestres son la base principal para el comercio, el turismo local y nacional, por lo que produce beneficios para el desarrollo de los lugares más remotos de la Región, ya que están interconectados con trochas carrozables. En ese sentido, se trata de mejorar el problema económico y turístico a través del transporte terrestre, por tales motivos los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles facilitan el traslado de vehículos con productos esenciales a los centros de venta, asimismo ayuda a reducir la polvadera y el barro en las localidades teniendo así un mayor confort al momento de viajar, ofreciendo mejoras a toda la población beneficiaria.

Internacionalmente dentro de la metrópoli de España y en uno de los países del mundo, los accesos de comunicación son un aspecto completamente indispensable para la mejora económica. Al mejorar el diseño de las carreteras, el viaje demanda un periodo menor de tiempo beneficiando así a toda la población para el comercio de mercancías brindando así un crecimiento social, así como en el ámbito nacional, nuestra infraestructura vial es la base de la mejora monetaria y al mismo tiempo aumenta la calidad del estilo de vida de nuestra población, asegurando el traslado de los productos por las vías de nuestra región, la RVD (Red Vial Departamental), el 66.90% de nuestras carreteras que unen las regiones de nuestro Perú se encuentran pavimentadas, conforme lo menciona el M.T.C. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

El Departamento de Ancash, 482.57 kilómetros ya están pavimentados, lo que representa el 40% de la RVD. El tramo Parco - Utcuyacu, construida en los años de 1950 en el mandato del presidente Manuel Apolinario Odría Amorett por los entonces hacendados establecidos en ese sector, con el propósito minero, agrícola y ganadero que hoy en día sigue manteniéndose. Es de tipo trocha carrózable encontrándose en condiciones poco transitables, lo que complica el tránsito rápido de los vehículos y peatones en las temporadas de lluvias debido a la apariencia de lama, hace del tramo imposible de transitar, en verano debido a la apariencia de polvareda afecta contaminando el aire en el área cercana a hogares y cultivos causan el aumento del valor adquisitivo de los productos, iniciando un eminente costo de vida de la población.

Conocedores del mal estado en el que se encuentra actualmente la vía Parco – Utcuyacu y conscientes de nuestro compromiso como parte integrante de la Universidad Cesar Vallejo Huaraz es muy necesario llevar a cabo una evaluación de pavimento rígido y flexible con el propósito de aplicar en el tramo Puente Parco - Utcuyacu. Siendo estas estrategias de creación de gran importancia, es necesario tener en cuenta la búsqueda de un adecuado proceso de construcción y adecuado mantenimiento de dichos pavimentos y la correcta evaluación de montos.

Después de analizar y repasar la investigación teórica y previa se propone elaborar la siguiente pregunta ¿Cuál será el diseño adecuado de la comparación de pavimento Rígido y Flexible para el tramo Puente Parco - Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019?

En el presente informe de investigación se justifica porque en el estudio de diseño comparativo será útil para el tramo en estudio, porque mejorará el estado de transitabilidad del tramo del Puente Parco - Utcuyacu; consiguiendo disminuir los tiempos de viaje, aminorar el tráfico vehicular y peatonal, minimizará las enfermedades a causa del polvo en suspensión. Este diseño beneficiará a toda la población involucrada que actualmente son 757 habitantes entre ancianos, jóvenes y niños de la localidad de Utcuyacu y los transeúntes temporales, del mismo modo traerá consigo un mejor desarrollo social con tecnología, educación, salud, economía, agronomía y con más posibilidades de empleo y comercio.

El proyecto es importante porque será un instrumento útil para la gestión del proyecto de mejoramiento de la zona ya que será usado para el requerimiento de su ejecución. En el aspecto metodológico servirá como guía y contribuirá en futuras investigaciones con similares características, donde se podrá contrastar con los resultados obtenidos en el proyecto. El presente proyecto de investigación es necesario presentar la hipótesis: De acuerdo al estudio se determinará cual diseño de pavimento es el más recomendable para el diseño vial en el tramo del Puente Parco - Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019.

El proyecto de investigación es imprescindible el objetivo general: Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019; así mismo los objetivos específicos estarán

representados: (a) Realizar el estudio Topográfico de la Vía en estudio, (b) Identificar las características de los suelos, para la construcción de los pavimentos Flexible y Rígido, (c) Realizar Estudio de Canteras, (d) Realizar el Conteo vehicular para establecer las capas de los Pavimentos Rígido y Flexible, (e) Realizar el Estudio Hidrológico y Drenaje (f) Realizar el Estudio de Impacto Ambiental, (g) Diseñar los pavimentos rígido y flexible mediante la metodología ASSHTO-93.

## II. MARCO TEÓRICO

En las indagaciones de estudios similares, se tiene a nivel Internacional a Burgos (2014), desarrolló un estudio enfocado a la evaluación y comparación del pavimento rígido y flexible para una vía proyectada en Santa Elvira, asumió como objetivo general efectuar una comparación de diseños y costo de pavimentos rígidos y flexibles para el tramo antes mencionado. Se basó en el comportamiento y las propiedades que poseen cada uno de los pavimentos mencionados, cada uno dentro del componente financiero y la colección de registros con los que se puede verificar el excelente diseño apropiado para el segmento. Dicha investigación fue descriptiva, mostrando las formas de los pavimentos rígidos y flexibles, sus mejorías, los aspectos negativos y los precios. El enfoque importante cambió a la recopilación de estadísticas, principalmente en función de las consecuencias llevadas a cabo, donde concluyó que, para la fase indicada, se convirtió en único para construir el pavimento flexible, debido al beneficio tanto económicamente rentable, pero el pavimento rígido posee un mantenimiento económico bajo, sin embargo, tiene un valor elevado.

Del mismo modo Hurtado (2016), en su proyecto de investigación denominado Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido, realizado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, tuvo como objetivo principal comparar el pavimento rígido y flexible, Propuso desde su perspectiva práctica, económica y de durabilidad; a través del diseño del pavimento y un modelo de costo y rendimiento, para obtener el pavimento adecuado para la carretera de la Red de Carreteras Cantonal de El Guarco. Concluyo que el diseño de un pavimento rígido tiene una mayor durabilidad y es más elevado en su costo, puede durar más de 20 años con tránsito pesado y fluido, mientras que el pavimento flexible es más barato, pero tendría menos durabilidad.

Para Huilcapi y Pucha (2015), en su tesis denominado Análisis comparativo de las técnicas de evaluación de los pavimentos flexibles en la Carretera García Moreno y Panamericana Sur del Cantón Colta, tuvo como objetivo elaborar un análisis comparativo de las mencionadas vías, las carreteras hoy en día se han convertido en un elemento fundamental para la comercialización y alternativa de mercancías, ahorrando tiempo y gastos para los usuarios de la carretera. Las técnicas

utilizadas en el estudio comparativo del análisis fueron con las metodologías de VIZIR y PCI, de acuerdo con los resultados recibidos, llegó a la conclusión que, dentro del área de observación, la falla más aplicable y tradicional son los poros y la piel de cocodrilo con 36.97%.

Así mismo a nivel nacional citamos a Pérez (2017), en tesis para conseguir el título de Ingeniero Civil, con el tema Diseño con pavimento de concreto flexible para perfeccionar la circulación peatonal y vehicular de los pueblos jóvenes Ricardo Palma - Chiclayo, elaborada en la Universidad Cesar Vallejo de Chiclayo, Dicha investigación fue Descriptiva Proyectiva en el mismo que propuso como objetivo primordial elaborar el diseño del pavimento flexible y rígido, basado con las normativas vigentes peruanas, una de las conclusiones sobre el diseño fue la siguiente: Carpeta asfáltica con 2" según el cálculo diseño del espesor de pavimentos flexibles. Conformando también los espesores de capas estructurales de una Sub-base Granular de 20cm (8") de afirmado que servirá como apoyo para la capa superior de la Base Granular de 20cm (8") de afirmado.

Para Vallejos Karla (2016), en su proyecto de Evaluación de Impacto Ambiental de la Carretera Satipo - Mazamari - desvió Pangoa - Puerto Ocopa, determinó el nivel de coincidencia ambiental de dicha vía mediante la aplicación de la (EIA), Realizando las descripciones ambientales de la localización del proyecto vial, detallo las características físico, biológico, socioeconómico del medio identificando valores y evaluando los impactos positivos y negativos, a fin de que los efectos causados por movimientos en torno al proyecto, diseñando medidas de mitigación de preservación de suelo procesando una técnica de manejo ambiental y hídrico para las localidades establecidas en la zona de afluencia de la mencionada vía, en base al progreso socio-ambiental (pag.13).

Según Sánchez Caro (2018), desarrolló su estudio sobre la Ingeniería de Procesos – Ingeniería Vial y de Transportes, se propuso el diseño de la carretera que unirá a los pueblos como son la primavera y Simón Bolívar elevando así la particularidad de vida de sus sociedades, el diseño de la superficie de rodadura indica que el material de la subrasante existente debe ser eliminada, reemplazándolo con un material que tenga un CBR mayor al 6% al 95% de la MDS y colocando una capa de afirmado (e=21cm), su costo directo del

presupuesto tiene un valor que asciende a S/. 1'737,089.46 lo que es parecido por km de calzada construida a S/. 414,233.80 (p.88).

Para Aucchahuaqui y Corahua (2016), en su tesis denominado evaluación de pavimentos flexibles en la prolongación de la avenida la cultura tiene como objetivo general es evaluar la situación actual del pavimento flexible en la prolongación de la Avenida la Cultura. La vía en estudio es sumamente transitada por ser el ingreso y salida de la ciudad presentando numerosas fallas a pesar de su reciente pavimentado hace cuatro años. Dicha investigación fue de tipo cuantitativa de nivel de investigación descriptivo donde realizó los ensayos de California Bearing Ratio, Marshall, contenido de asfalto y el recalcado del ESAL, para establecer la razón de sus imperfecciones. Su análisis llegó a una conclusión que el promedio del contenido de humedad de asfalto es de 7.14% y de acuerdo a la metodología de Marshall encontró que los resultados estuvieron de acorde a los rangos establecidos por la norma que es del 6%-8.5%.

Según Ramírez (2018), en su tesis de diseño cuantitativo Comparación técnico-económico de alternativas de pavimento rígido y flexible a través de un análisis del período de vida de la carretera en la región de Huánuco, efectuada en la Universidad Nacional de Hermilio Valdizan de Huánuco, asumió como objetivo comparar alternativas de pavimentación rígidas y flexibles para determinar cuál de ellas es favorable durante el ciclo de vida para varios niveles de tráfico y soportes de piso de cimentación, utilizando la metodología AASHTO 93. Donde concluye que para condiciones de suelos de fundación con CBR malos (3%) los pavimentos de concretos resultan más económicos, además para condiciones de suelos fundación con CBR buenos (25%) los pavimentos de asfalto resultan más económicos, finalmente para suelos de fundación con CBR del orden 10% presentan costos similares las dos alternativas de estructuras de pavimento.

Finalmente a nivel Local tenemos a Azaña (2018), en su tesis denominado Comparativo entre Pavimento Rígido y Flexible en la Vía Urb. el Pinar – CP. de Mariam, Independencia, ubicado en la ciudad de Huaraz y presentada a la Universidad Cesar Vallejo de Huaraz, dicha investigación fue cuantitativa donde tuvo como Objetivo estándar para ampliar una evaluación entre las alternativas de pavimentos flexible y rígido, en la mencionada calle, donde concluyó que el

método del VAN el pavimento rígido obtiene un valor medio, por lo tanto, al tener las mismas patrocinos supuestos, concluye que será más beneficioso en la parte económica evaluando en un periodo de 20 años.

Según Vega (2018), desarrolló un estudio que se enfoca en el análisis comparativo entre los pavimentos rígidos y pavimento flexible en el tramo Tarica - Pariahuanca, desarrollada en ambientes de la Universidad Cesar Vallejo de Huaraz, dicha investigación fue cuantitativa y su objetivo fue elaborar el estudio comparativo de pavimentos, para poder elegir la alternativa más eficiente de pavimento para el tramo en estudio, finalmente concluyó que debido a temas financieros, el diseño del pavimento flexible es muy económico para poder pavimentar el tramo en estudio, sin embargo el pavimento rígido es más alto en temas económicos, además la estructura del pavimento rígido diseñado con la metodología del AASHTO-93 establece que para la base debe ser de 0.15m y una losa de concreto de 0.18m y el presupuesto para el pavimento rígido es de S/. 2'495,158.73 y el monto por el flexible de S/. 1'437,033,97.

Por otro lado, Jiménez y Valverde (2018), argumentan en su tesis denominado diseño comparativo entre pavimento flexible y rígido, desarrollado en ambientes de la Universidad Cesar Vallejo de Huaraz, se propusieron efectuar el diseño comparativo entre pavimentos flexibles y rígidos en el tramo Pariahuanca - San Miguel de Aco, mejorando el tráfico vehicular y peatonal, beneficiando el progreso económico y social de los habitantes, concluyen que el pavimento rígido poseerá un espesor de concreto de 7" de losa, 6" de base, en cuanto al pavimento flexible tendrá una capa de rodadura de 2 pulgadas, base de 6" y una sub-base de 6".

En teorías relacionadas al tema tenemos a Menéndez (2012, p.24), las funciones principales que cumplen la estructura de un pavimento agrupado de acuerdo con perspectivas diferentes, tales como proporcionar a los usuarios una circulación segura, cómoda, con una regularidad adecuada y suficiente resistencia a la fricción, proporcionando a los vehículos acceso bajo cualquier condición climática Reducción de los costos operacionales de los vehículos, reducción del tiempo de viaje y reducción de accidente.

Según Torres (2016), se encargó de desarrollar un estudio que menciona, que los pavimentos son elementos estructurales esenciales en una creación de carretera,

entre los cuales podemos mencionar los pavimentos flexibles, que están conformados por las capas de sub-rasante, sub-base, base y la carpeta asfáltica, también sabemos que un pavimento está estructurado por capas que descansan en la subrasante de una carretera la cual resistirá adecuadamente las energías que transmiten las cargas vehiculares durante el período de vida útil para lo que se diseñó la estructura. Los cuales se clasifican en dos tipos de pavimentos más conocidos y usados, como son: Rígido y Flexible, lo cual describiremos a continuación (p.36).

El Pavimento Flexible según Rondón y Reyes (2015), el pavimento flexible es la estructura vial formada por una capa de asfalto que descansa sobre capas de menor dureza, construidas con materiales granulares, cuya función es soportar cargas vehiculares transfiriendo todos las energías creados por las cargas de vehículos de transporte a la subrasante (p.403), según Rodríguez (2004, p.23), los pavimentos flexibles son “sistemas de capas conformados por la subrasante cuya función es de resistir las cargas transmitidas por el pavimento y proporcionar soporte, también de considerarse como base del pavimento, el espesor del pavimento se reducirá y tendrá ahorros en los costos sin reducir la calidad. Otra función de la sub-rasante es impedir que el terraplén contagie al pavimento.

La Subbase según Coronado (2015, p.94), “sostiene que esencialmente la capa propuesta a transferir, repartir y resistir homogéneamente las cargas que son utilizadas en la carpeta asfáltica, de tal manera la subrasante absorbe todos los esfuerzos de carga vehicular traspasados”, para la Base según Montejó (2002, p.6), es “la que está directamente debajo de la capa superficial y es responsable de recibir los esfuerzos de la capa rodante y transmitirla adecuadamente a la subbase. En general, se compone de agregados”, La capa Asfáltica según Montejó (2002, p.6), señala que es la cubierta externa de la estructura cuya función principal es actuar como una área de rodamiento firme y parejo para permitir el tránsito de los vehículos, así como la impermeabilización, evitando así el posible paso de humedad al pavimento y pudiendo soportar las cargas empleadas.

El pavimento rígido según Menéndez (2012, p17), Consiste en losas de concreto que a veces presenta un conjunto de armado con acero, con un costo mayor al pavimento flexible, la duración varía entre veinte y cuarenta años, su mantenimiento es mínimo solo se realiza usualmente en las juntas del pavimento. Además es muy popular como pavimento de concreto, es una composición de cemento hidratado y material de agregado, en su parte exterior está formado por una capa de losa de concreto que varía aproximadamente 4" a 7" de losa de concreto que descansa sobre la subrasante, la base surge si únicamente la subrasante no tiene los medios necesarios para soportar cargas de tráfico, La Losa de concreto Según Montalvo (2015, p.31), está en relación con los neumáticos de los carros, la que asume en gran medida las cargas, causando que las capas que se localizan en la parte inferior transfieran apropiadamente por lo tanto resisten menos esfuerzos de los cargas recibidas, La Base y Sub base Según Giordani y Leona (2015, p.45), "su función es la de una capa de soporte para la losa, la tarea esencial que tienen las capas es el apoyo de los esfuerzos, de acuerdo con el material, además la capa funciona como un drenaje, para lograr evacuar el agua y así evitar el almacenamiento", la Subrasante Según Montalvo (2015, p.32), se denomina a la franja del terreno natural en que el pavimento se asienta. Su objetivo fundamental es garantizar el pavimento; cuando se empieza a diseñar se debe realizar desde la subrasante, ya que es la porción del terreno que sostendrá la estructura del pavimento y así podrá disipar las cargas.

El Tráfico Vial según el MTC (2014, p.62), consiste en vehículos de diferentes pesos y números de eje produciendo diferentes tensiones y distorsiones en el pavimento, lo que causa diferentes patologías, la demanda de tráfico tiene mucha importancia en el diseño del pavimento, ya que el pavimento tendrá que soportar las cargas continuas del vehículo durante toda la vida útil, manteniendo un servicio adecuado. Los estudios de tráfico deben suministrar la información IMDA para cada segmento de la carretera sujeto al estudio para cada una de las secciones, se debe conocer la categorización por tipo de vehículo, La codificación de la vía según el IMDA para definir el ancho de las calzadas.

Autopistas de primera clase según MTC (2018, p. 11), son vías con un IMDA (índice medio diario anual) de seis mil vehículos por día, de características con

calzadas divididas mediante un separador central de seis metros como mínimo; cada una de dichas calzadas puede contener dos o más carriles de tres metros sesenta centímetros de ancho, todas las superficies en este tipo de carretera deben estar pavimentadas. Las autopistas de 2da clase según MTC (2018, p. 11), son vías con un IMDA entre seis mil y cuatro mil uno de vehículos por día, dividido por un separador central que varía en ancho de seis metros a un metro, cada vía debe tener dos o más carriles con un ancho no menor de tres metros sesenta centímetros, todas las superficies de este tipo de carreteras deben estar pavimentadas.

Carreteras de Primera Clase según MTC (2018, p. 11), “con un IMDA entre cuatro mil y dos mil uno de vehículos por día, de características de calzada de dos carriles con un mínimo de sección de tres metros sesenta centímetros, en las áreas urbanas se recomienda dispositivos de seguridad vial como puentes peatonales”.

Las Carreteras de Segunda Clase según MTC (2018, p. 12), “son vías con un IMDA entre dos mil y cuatrocientos vehículos por día, de características de calzada de dos carriles con una sección no menor de tres metros treinta centímetros, recomienda que posea dispositivos de seguridad vial como puentes peatonales”.

Las Carreteras de Tercera Clase según MTC (2018, p. 12), “son vías con un IMDA menor a cuatrocientos vehículos por día, de características de calzada con dos carriles con una sección mínimo tres metros excepcionalmente, inclusive pueden llegar a medir hasta dos cincuenta metros, con el respectivo soporte técnico”.

Las Trochas Carrozables según MTC (2018, p. 12), son carreteras transitables, sin adquirir las características geométricamente de una vía, frecuentemente poseen un IMDA de menos de doscientos vehículos por día, las calzadas deben contar con una sección mínimo de cuatro metros, puede ser afirmada la superficie de rodadura.

La Geodesia y topografía según MTC (2018, p.17), siempre estarán presentes en todo trabajo de levantamiento topográfico, utilizando el Sistema Legal de Unidades de Medición del Perú SLUMP. Dispositivos internacionales de unidades

o sistema métrico modernizado, Se colocan marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) distribuidas entre las principales rutas de comunicación terrestre. La ayuda de un sistema geocéntrico no es solo para fines geodésicos, sino también para fines de mapeo.

El Estudio de Suelos Según MTC E101 Manual de carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014, p.25), el reconocimiento de la tierra permitirá detectar los cortes originarios del terreno, así como cortes artificiales, definiendo los tipos de estratos principales de la superficiales, aclarar las áreas en las que los suelos tienen tipologías similares, identificando las áreas de peligro o las poco recomendadas para iniciar el trazo de la ruta.

El método AASHTO-93 según Sánchez (2003, p.43), menciona el procedimiento establecido en ecuaciones de regresión numérica, desarrollado atreves del estudio de las deducciones obtenidas de dicho procedimiento de la estructura del pavimento con dimensiones conocidas, sujeto a cargas de repetición conocida, sometido al resultado del medio ambiente.

El CBR según Chang (2016, p.4), es un ensayo para el cálculo de la eficacia del material de un suelo en función de su firmeza, medida a través de una prueba de placa de escala, que indica el cálculo de la resistencia para cortar un suelo de baja humedad y contextos de densidad controlada. La prueba nos admite adquirir el número de relación de soporte que no es constante en un suelo determinado, solo se aplica al período en el que estuvo el suelo durante la prueba.

Macea, Morales y Márquez (2016), la implementación del dispositivo se refería al diseño de una herramienta electrónica para detectar automáticamente los daños en el pavimento, que captura registros georreferenciados que pueden utilizarse a través de cualquier plataforma de análisis de información geográfica. Esta particularidad avala la compatibilidad de los datos con la totalidad de las estructuras de PC disponibles dentro de las entidades responsables del control de la infraestructura y la protección de la calle. Como una extensión de la herramienta para el stock de daños, se propuso una máquina de control de estadísticas, que permite, a través de plataformas web, convertir la información de la esfera recibida con el dispositivo en mapas que contienen la ruta realizada con

la ayuda del automóvil, la ubicación geográfica. Ubicación del deterioro y elemento fotográfico del daño capturado en el pavimento.

La detección del deterioro se realiza mediante el uso de equipos de auscultación (utilizados para la detección de defectos dentro de los pavimentos, señalización e iluminación de dispositivos específicos) o mediante inspección visual. Debe realizarse una inspección visual cuidadosa paseando o en un vehículo completamente lento, deteniéndose mientras sea esencial. Las deficiencias detectadas deben ser cuidadosamente reconocidas, cuantificadas y registradas (Valdez y Alonso, 2014).

Sandoval y Hernando (2006), es factible delinear las variables sensibles máximas o las personas que tienen un efecto sobre la desviación de la estructura curva del pavimento hacia un diploma mayor o menor, de modo que tenga herramientas que permitan a los diseñadores del pavimento estar seguros de las variables que deben cambiarse para asegurarse de que el modelo de estructuración cumpla con el requisito de la excepción admisible.

Barreto, Banguera y Córdova (2018), la infraestructura de la avenida es una parte fundamental del desarrollo de la ciudad, debido al alto pasatiempo comercial de los últimos tiempos, por lo que la mercancía debe movilizarse de manera eficiente. Dentro de esta infraestructura de calles se encuentran los pavimentos, un detalle que debe tener los hechos importantes para su diseño, que incluyen: tipo de suelo subterráneo, investigación de visitantes, materiales tomados en consideración para la construcción de su forma y drenaje. Estos parámetros deben decidirse de manera eficiente, en cualquier otro caso, se pueden obtener espesores de capa insuficientes, lo que podría motivar al pavimento diseñado a no alcanzar su longitud de vida útil enganchada.

Intervienen Beltrán y Romo (2014), al tomar decisiones relacionadas con la conservación de pavimentos en proveedor, intuición humana y deleite, cuya subjetividad está expuesta a muchos factores de incertidumbre. Hoy en día es muy importante recurrir a técnicas y equipos que puedan ayudar y optimizar el proceso, dada la gran variedad de cosas a considerar (evaluación multicriterio), la gama de soluciones de oportunidad que existen, el valor de los errores que se pueden cometer y el califique esto se requiere dentro de las selecciones.

Los métodos de diseño del pavimento estiman el grosor de las capas del pavimento necesarias para soportar el peso de las cargas del vehículo y las condiciones climáticas durante su vida útil, el diseño estructural del pavimento se clasifican en mecanicistas (basados en la mecánica de los materiales) (Tighe et al., 2007); empírica (basada en pruebas de laboratorio o de campo) (Carvalho y Schwartz, 2006); y mecanicista-empírico (la estructura del pavimento está diseñada mediante un análisis mecanicista, y su desempeño se evalúa mediante modelos de deterioro para ajustar el diseño de la estructura) (Carvalho et al., 2006). Cualquiera sea la hipótesis del método de diseño utilizado, la confiabilidad siempre está involucrada como una forma de tener en cuenta la incertidumbre de variables como el crecimiento y cargas del tráfico, las condiciones ambientales, la progresión del daño, las propiedades mecánicas y el rendimiento estructural de los materiales, así como de la calidad de los procesos de construcción (AASHTO 1993; Sánchez-Silva et al., 2005).

Las siguientes investigaciones, entre otras, tomaron en consideración el análisis de confiabilidad para encontrar seguridad en el diseño: Luo y col. (2014) desarrollaron un enfoque basado en la confiabilidad para el diseño de pavimento asfáltico empírico mecanicista, que reduce el software de simulación, considerando fatiga y fallas en la rutina a través del método FORM. Dilip y col. (2012) desarrolló un retroanálisis probabilístico basado en el teorema de Bayes por medio de cadenas de Markov, para determinar fiabilidad de un pavimento diseñado por métodos empírico-mecánicos. Mun (2014) desarrolló una herramienta de análisis de inversión probabilística para estructuras diseño del pavimento para determinar los parámetros de diseño de la función de rendimiento del pavimento en el diseño AASHTO-93 ecuación utilizando la simulación de Monte Carlo y los métodos de impulso. Se encontró que el número estructural significativamente afecta la función de rendimiento del pavimento.

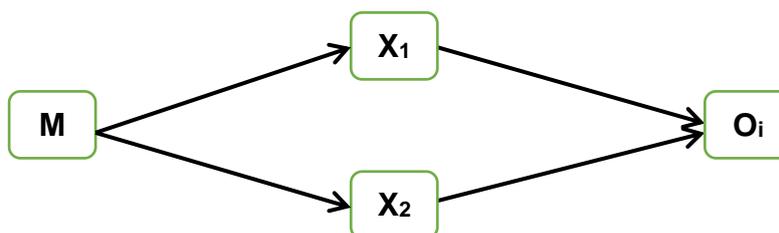
### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

En el Enfoque cuantitativo, se intentan explicar la realidad de una sociedad desde una perspectiva externa según los objetivos propuestos. El proyecto propuesto requiere comprobar el tipo de pavimento más conveniente para el trayecto del Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash 2019.

El tipo de estudio es aplicada porque se utilizarán los conocimientos adquiridos durante la etapa de capacitación profesional, al mismo tiempo se intentará aumentar el conocimiento resolviendo problemas reales y latentes de la sección en estudio, con la ayuda de Equipamiento tecnológico, teorías y fórmulas correspondientes al tipo de diseño (Sánchez y Reyes, 2015). Con respecto a esto la investigación indagó formar conocimiento con aplicaciones directas a los problemas que tiene la población de Utcuyacu por falta de pavimento, además está basada en los descubrimientos tecnológicos de la indagación básica, relacionado con el proceso de relación entre la teoría y el producto.

El alcance es de corte transversal, porque el análisis de los pavimentos se realizará en un solo momento establecido por los investigadores. El Diseño (No Experimental - Transaccional - Descriptivo), evitando la intervención de los investigadores y solo describiendo las características que presenten el pavimento rígido y flexible a través de la evaluación de laboratorio que se realice.



Dónde:

M: Muestra (km 0+000.00 – km 2+500.00)

X<sub>1</sub>: Diseño de pavimento rígido

X<sub>2</sub>: Diseño de pavimento flexible

O<sub>i</sub>: Resultados de la comparación de pavimentos

### 3.2. Variables y Operacionalización

Tabla 1: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño comparativo	<p>Pavimento:</p> <p>En el proyecto de investigación surgió un disyuntiva de elegir entre un pavimento rígido y un pavimento flexible, esto ha ocasionado una discusión y técnicas fundadas en testimonios que durante todo el proyecto han aumentado con el transcurso del tiempo debido a las existencias de nuevos materiales, apuntes diferentes a los diseños, esta asimilación muestra una apariencia abierta con el propósito de incitar una conferencia proactiva que lleve al diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos que tengan un desempeño mayoritario y que sean</p>	<p>Para el estudio topográfico se utilizará equipos de última generación y calibrados, para el estudio de suelos se realizará calicatas en ínsito, para el Estudio de Canteras se tomará muestras de agregados de la cantera Parco con la finalidad de obtener un buen diseño, para el caso de tráfico: las fichas de conteo vehicular, para el estudio Hidrológico y Drenaje se tendrá en cuenta los caudales máximos para los periodos de retorno no menor a 50 años, para el estudio de Impacto</p>	Pavimento Flexible	Estudio Topográfico	Nominal
				Estudio de Suelos	
				Estudio de Canteras	
				Estudio de Trafico	
				Estudio Hidrológico y Drenaje	
				Estudio de Impacto Ambiental	
			Pavimento Rígido	Diseño de Pavimento	Nominal
				Estudio Topográfico	
				Estudio de Suelos	
				Estudio de Canteras	
				Estudio de Trafico	
				Estudio Hidrológico y Drenaje	
Estudio de Impacto					

	<p>relacionados con todos los conocimientos técnicos que existen hoy en día, de la misma manera la implementación de técnicas constructivas más eficientes (Lazarte,2015, p. 50).</p>	<p>Ambiental se tendrá en cuenta las Normas vigentes del MTC, para ambos diseños de Pavimentos se utilizará la norma AASTHO-93, finalmente se efectuará la comparación de diseños a través de parámetros tales como: durabilidad (MTC 2018,p.12).</p>		<p>Ambiental</p> <hr/> <p>Diseño de Pavimento</p>	
--	---	---	--	---	--

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

La Población según Tamayo (1997), "se refiere a la totalidad de una ciudad o localidad a experimentar, donde las unidades del lugar tienen una peculiaridad habitual, la que se prueba y se comienza con los datos de la indagación" (p.114). La Población en la investigación del proyecto será como población a la vía del tramo de conexión del Puente Parco KM 00+000.00 a Utcuyacu KM 02+500.00 en una longitud de 2.5 km, tramo para el cual se realizó los diseños de pavimentos.

La Muestra según Tamayo (1997), es la que determina el problema porque otorgan la información con los que se identifican los tipos de fallas que existen en el proceso, también se refiere al conjunto de sujetos que son de la población, para estudiar luego solo una parte de la población y realizar cálculos estadísticos (p.38).

La Muestra para este estudio se realizó desde el km 00+000.00 al km 02+500.00 del tramo Puente Parco – Utcuyacu en una longitud de 2.5 km, como lo menciona en el Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del M.T.C. Se deduce entonces que la determinación de la cantidad de puntos y muestras se realizó en los estudios requeridos depende del Manual del MTC, para recurrir a este manual primero se debe realizar el conteo de tráfico y sus respectivos cálculos, dicho proceso también está dado en el MTC (MTC, 2009, p. 13).

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

Citamos a Rodríguez (2014, p.10), en la presente investigación uno de los elementos más importantes, ya que la calidad y la confiabilidad del proyecto en desarrollo dependen de ello, se señalan algunas técnicas y tipologías más destacadas de cada una, este estudio empleara la técnica de observación no experimental, para los procesos de: estudio Topográfico, estudio de Tráfico, estudio de Hidrología, estudio de Impacto Ambiental y la técnica de observación experimental para los estudios de mecánica de suelos, el instrumento será otorgado por un laboratorio debidamente certificados.

Los Instrumentos serán de tipo cuantitativo, para el estudio topográfico se realizará el levantamiento topográfico con todos los instrumentos necesarios para el proceso, para el estudio de suelos y estudio de canteras se usaran formatos establecidos en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013), aprobadas mediante RD N.º 22-2013-MTC/14 (07-08-2013), también se hará uso del Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000), aprobados mediante RD N.º 18-2016-MTC/14 (03-06-2016), para el estudio de tráfico se hará uso de los formatos empleados por el M.T.C., en la investigación se usarán manuales, instrumentos y formatos como guía para realizar el diseño del pavimento. Estas mismas se emitieron por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones luego de ser analizado y autorizado por expertos del estado peruano (MTC, 2018, p. 18).

### **3.5. Procedimientos**

El proyecto de investigación consiste en el diseño comparativo de pavimento rígido y flexible en el tramo Puente Parco – Utcuyacu, el diseño comparativo se realizará mediante la metodología del AASHTO-93, donde se obtendrán los resultados de ambos pavimentos para hacer la comparación de los mismos.

El procesamiento se dividió en varias etapas que se detallan a continuación:

**Primera Etapa:** El Estudio Topográfico se realizó en tres etapas la primera fue el reconocimiento de campo y monumentar los BMs en los lugares más estratégicos y tomar coordenadas con GPS navegador para poder ubicarse con la ayuda de Google Heart, en la segunda etapa se realizó el levantamiento topográfico a detalle escala 1:1000 de franja de terreno 40m (20m a cada lado del eje aproximadamente) a lo largo de los 2.5km de la carretera Puente Parco – Utcuyacu, en la tercera etapa se efectuó el procesamiento de datos empleando el AutoCad Civil 3D 2020.

**Segunda Etapa:** El estudio de Suelos y el Estudio de Canteras se realizó en paralelo y en diferentes etapas la primera etapa fue ubicar los puntos de las

calicatas, se ubicó a cada 1000 m entre calicatas se ubicaron en total 02 calicatas a lo largo del tramo cada calicata tuvo una profundidad de excavación de 1.50m de acuerdo a la norma vigente del MTC. La segunda etapa fue ejecutar los estudios en el laboratorio de Suelos con los criterios de la ingeniería y la documentación técnica que describe a continuación: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013), aprobadas mediante RD N° 22-2013-MTC/14 (07.08.2013), Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000), aprobados mediante RD N° 18-2016-MTC/14 (03.06.2016).

**Tercera Etapa:** El Estudio de Tráfico, tiene por objetivo facilitar la información primordial para establecer los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular), de la vía en estudio, los conteos de vehículos y codificación se realizaron 15h. del día, se clasificaron los tipos de vehículos por cada hora, por sentido de circulación, durante siete días, los formatos son los empleados por el M.T.C., con la codificación del Reglamento Nacional Vehicular actual, la siguiente fase fue el procesamiento de datos en gabinete con la ayuda del Software Excel donde se estimó la cantidad de vehículos y la clasificados según el tipo de vehículo.

Los estudios de Hidrología e Impacto ambiental se realizaron simultáneamente en campo con la ayuda de profesionales y pobladores presentes en la zona y en gabinete se realizó los informes con antecedentes que se recaudó en la zona y se obtuvo de la Municipalidad Distrital de Cáta.

El diseño de los pavimentos fue efectuado mediante la metodología AASHTO-93. Este procedimiento de diseño fue perfeccionado a finales de los años 50, ha tenido diversas versiones de sus guías de diseño siendo la versión del año 93 la que se utiliza actualmente para el diseño de pavimentos, el procedimiento fue con los resultados de los estudios de tráfico, suelos y canteras, se realizó el cálculo del Tráfico de Diseño, se determinó del módulo resiliente efectivo de diseño, el cálculo del número estructural finalmente el espesor de ambos pavimentos.

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

En los métodos de análisis de datos en la actual investigación, para efectuar el diseño de los pavimentos, se realizará el conteo de tráfico del tramo Puente Parco - Utcuyacu, y con los datos recaudados se hallará el Índice Medio Diario Anual (IMDA), luego haremos el estudio topográfico de todo el tramo, luego se realizarán los estudios de suelos necesarios mediante calicatas y con estas muestras representativas se efectuará lo siguiente: Análisis granulométrico de suelos por tamizado, determinación del límite líquido de los suelos, determinación del límite plástico e índice de plasticidad, Próctor modificado y CBR. Finalmente, con los datos conseguidos se plasmará el diseño de elaboración de ambos pavimentos.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación a realizar estará bajo responsabilidad de los autores, quienes se comprometen a presentar resultados de estudios realizados en completa autenticidad. El compromiso está dado según el código de ética de la UCV en el Artículo 15°. De la política anti plagio, nos muestra que la UCV promueve la originalidad de las investigaciones, además toda la investigación fue realizada con las Normas ISO-690, y a la vez fue elevado al TURNITIN, el cual brinda reportes de originalidad.

También se considera al respeto, evitando la intervención y manipulación de la información para beneficiar al estudio, siempre se respetará los datos que se obtengan de la extracción de información.

Al mismo tiempo se tiene en cuenta al consentimiento informado, que consiste en realizar un documento con los procedimientos que se le entregará a las autoridades y personas que residan en los alrededores donde se tomará muestra de la carretera, para evitar inconvenientes futuros.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados se efectuaron en concordancia con los objetivos específicos:

a) **Realizar el estudio Topográfico de la Vía en estudio**, los resultados encontrados en la presente investigación se tiene que es una carretera con un IMDA  $\leq 200$  vehículos por día de acuerdo al Manual de Carreteras del M.T.C., el tramo en investigación muestra una topografía semi-plana y ondulada (tipo 2) con una sección transversal promedio de cuatro metros con cuneta a lado del talud de corte, con pendientes que van desde 3% hasta 6%, con velocidad de 40 km/h, distancia de visibilidad de parada en bajada de 50 km/h y en subida de 44 km/h. lo cual están dentro de las medidas constituidos por el Manual de Carreteras del M.T.C. (2018, p.97)., el levantamiento topográfico se ha ejecutado con una poligonal abierta, siguiendo el eje del tramo en estudio en una franja de terreno de cuarenta metros (del eje a 20m ambos lados de la carretera), encontrándose tramos con tangentes cortas y muchas curvas horizontales, finalmente en el levantamiento topográfico se obtuvo un total de 1,132 puntos incluido BMs, puntos de relleno tales como (Casas, ríos, alcantarillas, canal, puente), en el largo del tramo se situó 4 puntos de control para la verificación de la poligonal abierta, en gabinete se obtuvo los planos de la Red Poligonal Abierta, Plano de Planta Topográfica, Plano de Perfil Longitudinal y Planos de Secciones Transversales, además se realizó el informe topográfico con todos los datos recogidos en campo. **(Ver Anexo 6: Informe Topográfico.)**

Tabla 2: Cuadro de la Red Poligonal Abierta

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84				
N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	8915158.000	233035.000	3562.000	BM-01
2	8913884.213	234186.953	3591.324	BM-02
3	8912958.614	234828.543	3624.196	BM-03
4	8913416.771	233879.731	3613.542	BM-04

Fuente: Elaboración propia

Puntos de control de toda la red poligonal abierta instaladas en la zona de del proyecto.

Se tomó en cuenta los instrumentos de validación por los ingenieros expertos, conocedores de la variable de estudio. (**Ver Anexo 4**).

**b) Identificar las características de los suelos, para la construcción de los pavimentos Flexible y Rígido**, Se identificó en in situ el tipo de suelo en todo el tramo en estudio donde se verificó que no existe suelos pantanosos ni nivel freático, todo el tramo en estudio presenta un suelo homogéneo, para el proyecto se adquirió dos muestras de suelos de diferentes calicatas ubicados equidistantemente cada 01 km, con el fin de adquirir las peculiaridades físicas-mecánicas de los suelos, así mismo para el ensayo del suelo, se tuvo en cuenta los criterios y las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013), y el Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000), también se usó la Metodología AASTHO Guide for Design of Pavement Structures 1993, las muestras se tomó a una profundidad de 1.50 metros de acuerdo a lo establecido en la Norma.

En el laboratorio se encontró los resultados de cada muestra. (**Ver Anexo 7: Estudio de Suelos**)

#### **CALICATA 1 (C-01):**

Para encontrar el Análisis Granulométrico por Tamizado (método MTC E-109 / E-204 ensayo ASTM D-422 / C-136 determina la distribución del tamaño de partículas del suelo y de agregados) se realizó el ensayo del Contenido de Humedad (método MTC E-108 ensayo ASTM D-2216) de la muestra, donde se obtuvo por resultado 16.62%, con el resultado del Contenido de Humedad se efectuó el ensayo granulométrico por tamizado de la muestra, donde resultó que el 40.10% pasa por la malla N° 200, para el Índice de Plasticidad se realizó los ensayos de Límite Líquido (método MTC E-110 ensayo ASTM D-4318) y Límite Plástico (método MTC E-111 ensayo ASTM D-4318), para establecer los índices de plasticidad (Método

E-111 ensayo ASTM D-4318), donde se adquirieron como resultados lo siguiente: L.L.=26.91, L.P.=14.68 y I.P.=12.23, con los resultados de los ensayos efectuados se procedió con el índice de grupos empleando la formula empírica del AASHTO.

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(LL - 40)) + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

$$IG = (40.10 - 35)(0.2 + 0.005(26.91 - 40)) + 0.01(40.10 - 15)(12.23 - 10)$$

$$IG = 1.25$$

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: MTC

Según el resultado nos muestra que es un suelo Bueno de acuerdo al cuadro 4.8 Clasificación de suelos según Índice de Grupo.

La Clasificación de los Suelos se evaluó según AASHTO, donde se determinó su clasificación como un suelo tipo GP (Grava mal graduadas, mezcla de arena – grava con poco o nada de material fino), para el Próctor Modificado los ensayos de laboratorio determinó el contenido de humedad más óptimo de la muestra donde se obtuvo como Densidad Máxima = 2.11 y la Humedad Óptima = 6.59, finalmente se realizó el ensayo del CBR donde se llegó que el CBR al 100% del PVSM fue de 38.29% y el CBR al 95% del PVSM fue de 21.84%.

### **CALICATA 2 (C-02):**

Para encontrar el Análisis Granulométrico por Tamizado (método MTC E-109 / E-204 ensayo ASTM D-422 / C-136 determina la distribución del tamaño de partículas del suelo y de agregados) se realizó el ensayo del Contenido de Humedad (método MTC E-108 ensayo ASTM D-2216) de la muestra, donde se obtuvo por resultado 15.61%, con el resultado del Contenido de Humedad se efectuó el ensayo granulométrico por tamizado

de la muestra, donde resultó que el 43.81% pasa por la malla N° 200, para el Índice de Plasticidad se realizó los ensayos de Límite Líquido (método MTC E-110 ensayo ASTM D-4318) y Límite Plástico (método MTC E-111 ensayo ASTM D-4318), para establecer los índices de plasticidad (Método E-111 ensayo ASTM D-4318), donde se adquirieron como resultados lo siguiente: L.L.=29.30, L.P.=14.13 y I.P.=15.17, con los resultados de los ensayos efectuados se procedió con el índice de grupos empleando la formula empírica del AASHTO.

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(LL - 40)) + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

$$IG = (43.81 - 35)(0.2 + 0.005(29.30 - 40)) + 0.01(43.81 - 15)(15.17 - 10)$$

$$IG = 2.78$$

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: MTC

Según el resultado nos muestra que es un suelo Regular de acuerdo al cuadro 4.8 Clasificación de suelos según Índice de Grupo.

La Clasificación de los Suelos se evaluó según AASHTO, donde se determinó su clasificación como un suelo tipo GP (Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino), para el Próctor Modificado los ensayos de laboratorio determinó el contenido de humedad más óptimo de la muestra donde se obtuvo como Densidad Máxima = 2.11 y la Humedad Óptima = 6.33, finalmente se realizó el ensayo del CBR donde se llegó que el CBR al 100% del PVSM fue de 34.74% y el CBR al 95% del PVSM fue de 20.05%.

**c) Realizar Estudio de Canteras,** Se utilizó el instrumento de recojo de datos para el estudio de canteras (**Ver Anexo 4**), con la información encontrada se realizó el Estudio de Canteras con el objetivo de Ubicar,

examinar y fijar los depósitos de materiales y nacimientos de agua en cantidades aptos y apropiadas para las diferentes exigencias del proyecto, la ubicación de calicatas, muestreo y la demostración física de los agregados y el análisis para su uso en la conformación de las capas, en el laboratorio permitió analizar las propiedades de los materiales mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras perturbadas de agregados, derivados de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayos de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000), (**Ver Anexo 8: Estudio de Canteras**)

**d) Realizar el Conteo vehicular para establecer las capas de los Pavimentos Rígido y Flexible**, se realizó el estudio de tráfico mediante el conteo de vehículos durante 7 días en un horario de 05:00am a 08:00pm, en la estación denominado E-01 (Puente Parco entrada a la localidad de Utcuyacu), obteniendo como resultado el IMDA 105 vehículos por día, considerando que el 92.28% de vehículos que circulan por el tramo Puente Parco – Utcuyacu son vehículos ligeros como Camioneta Pick Up, Station Wagon, Autos y combi rural, mientras que el 7.72% son vehículos pesados, así mismo resultó que el día más transitado durante la semana es el viernes con 53 vehículos por día y el día con menos tránsito de vehículos es el domingo con 20 vehículos por día, con la información del conteo vehicular obtenido en campo se realizó los cálculos de los ejes equivalentes de carga para vehículos pesados y ligeros que se aprecian a continuación:

Tabla 3: Factor de vehículos pesados (Pavimento Flexible)

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA 2019	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 Tn)	F.IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	92	1	0.000527017	<b>0.05</b>
	92	1	0.000527017	<b>0.05</b>
<b>C2</b>	11	7	1.265366749	<b>13.92</b>
	11	11	3.238286961	<b>35.62</b>
<b>C3</b>	2	7	1.265366749	<b>2.53</b>
	2	18	2.019213454	<b>4.04</b>
<b>TOTAL FVP:</b>				<b>56.21</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Factor de vehículo pesado (Pavimento Rígido)

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA 2019	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 Tn)	F.IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	92	1	0.000436385	<b>0.04</b>
	92	1	0.000436385	<b>0.04</b>
<b>C2</b>	11	7	1.272834178	<b>14.00</b>
	11	11	3.334826273	<b>36.68</b>
<b>C3</b>	2	7	1.272834178	<b>2.55</b>
	2	18	2.054999815	<b>4.11</b>

Fuente: Elaboración propia

**TOTAL FVP: 57.42**

- Con los resultados se empleó la siguiente formula:

$$ESAL = EF.IMDA * 365 * Fd * Fc * \left( \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \right)$$

<b>PAV. FLEXIBLE</b>	<b>PAV. RÍGIDO</b>
<b>ESAL= 275,645</b>	<b>ESAL= 281,580</b>

Datos que se utilizaron para el cálculo del pavimento rígido y flexible.

**(Ver Anexo 9: Estudio de Trafico)**

Gráfico N° 1: Clasificación por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia

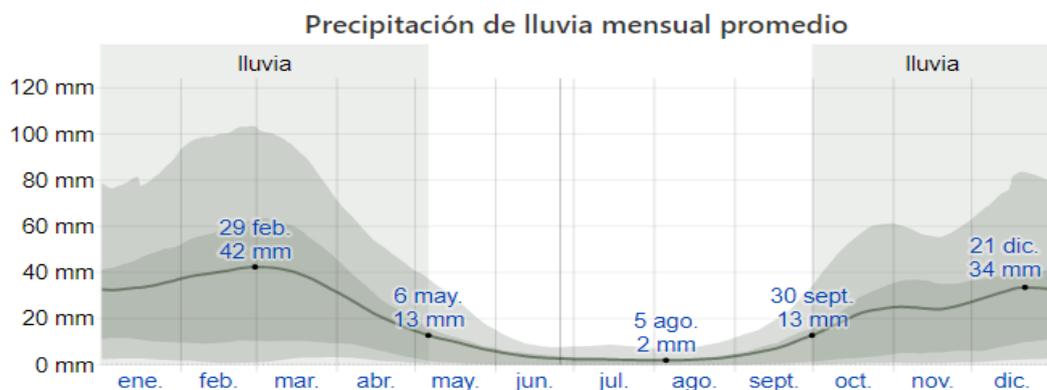
En el grafico se muestra que el mayor porcentaje de vehículos son ligeros que circulan diariamente por la vía.

- e) Realizar el Estudio Hidrológico y Drenaje,** Se realizó el uso del instrumento recojo de datos para el Estudio Hidrológico y Drenaje (**Ver Anexo 4**), con la información recogida se elaboró el estudio hidrológico con el propósito de evaluar las estructuras existentes de drenaje desde el punto de vista hidráulico, se evaluó también las características hidrológicas como también las geomorfológicas de las quebradas que

atraviesan el proyecto, además se realizó el análisis estadístico con la información de precipitaciones disponibles para determinar los caudales de diseño y secciones hidráulicas para las obras de drenaje, La temporada de lluvias dura aproximadamente 7,2 meses, iniciando el 30 de septiembre y culminando el 6 de mayo, con un intervalo de 31 días de lluvia con un aproximado de por lo menos 13mm. La mayor intensidad de lluvias es durante los 31 días iniciando del 29 de febrero, con un hacinamiento promedio de 42mm.

El periodo sin lluvia del año dura aproximadamente 4,8 meses, iniciando el 6 de mayo, culminando el 30 de setiembre, La fecha aproximada del año con la menor cantidad de precipitación es del 5 de agosto, con una acumulación promedio total de 2 milímetros a continuación mostramos un cuadro de precipitación mensual fuente de información la página de la comunidad campesina de Cátac **(Ver Anexo 11: Estudio Hidrológico y Drenaje)**.

Gráfico N° 2: Precipitación de lluvia mensual promedio



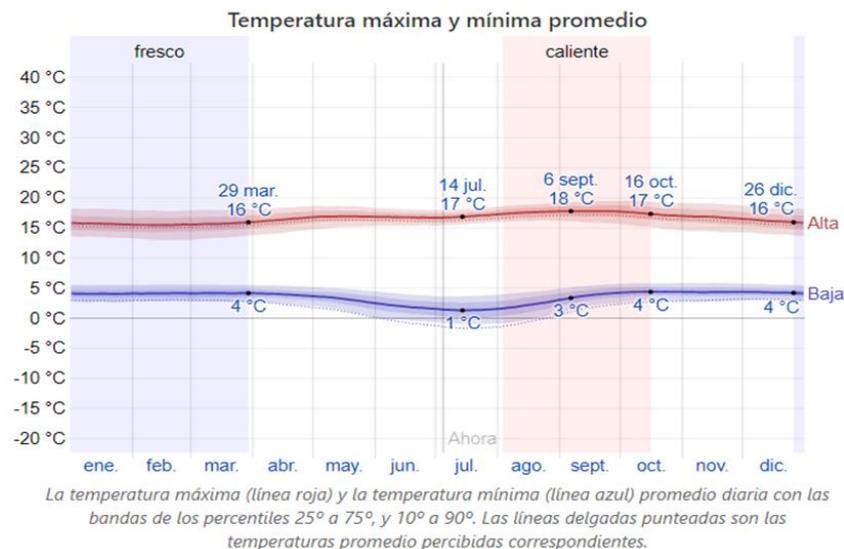
Fuente: Weather Spark

- f) **Realizar el Estudio de Impacto Ambiental**, Se realizó el uso del instrumento recojo de datos para el Estudio de Impacto Ambiental **(Ver Anexo 4)**, con la información obtenida en campo se elaboró el informe con el objetivo de minimizar el impacto ambiental a la población afectada por el paso del proyecto, también el estudio constituye los instrumentos básicos para las personas afectadas con el único propósito de minimizar los efectos negativos de orden socioeconómico, el desarrollo de este informe

redundara en mejorar el nivel de vida de la persona afectada en la carretera del tramo Puente Parco – Utcuyacu.

El Medio Ambiente de Utcuyacu Cátac donde las temporadas de verano son cortos, frescos, secos y parcialmente nublados, en la estación de invierno se percibe mucho frío con días nublados. En el transcurso del año, La temporada más templada dura aproximadamente 2,4 meses, iniciando el 3 de agosto y culminando el 16 de octubre, la temperatura promedio máxima diaria es más de 17 °C, el día más caluroso en todo el año es el 6 de septiembre, con una temperatura promedio máxima de 18 °C y con una temperatura promedio mínima de 3 °C. El nivel de humedad percibido es nula en Utcuyacu, medidas durante todo el año como se muestra en el siguiente cuadro. **(Ver Anexo 13: Estudio de Impacto Ambiental)**

Gráfico Nº 3: Temperatura máxima y mínima promedio



Fuente: Weather Spark

**g) Diseñar los pavimentos rígido y flexible mediante la metodología ASSHTO-93**, con todos los resultados de los estudios anteriores se realizó el diseño de ambos pavimentos con la metodología del AASHTO-93.

**- Diseño de pavimento Flexible**

Para determinar el espesor de la carpeta del pavimento flexible se empleará la metodología del AASHTO-93.

Fórmula General método AASHTO-93.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Periodo de diseño recomendable según MTC (20 años), aplicando la fórmula del ESAL resultó:

$$\text{ESAL} = 275,645$$

**Módulo de Resiliencia (M<sub>R</sub>):** Medida de la rigidez del suelo de Sub-Rasante, para el proyecto se utilizó el promedio del CBR=20.945% al 95%.

$$M_R(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64}$$

$$M_R(\text{psi}) = 17,901.21$$

**Confiabilidad (%R):** Con los resultados del tipo de tráfico pesado expresado en EE del Cuadro 6.15 se tomó los datos del Cuadro 12.6 (Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad) del Manual de Carreteras.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%

Fuente: MTC

$$\%R = 70\%$$

**Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z<sub>r</sub>):** Con los resultados del tipo de tráfico pesado expresado en EE del Cuadro 6.15 se tomó los datos del Cuadro 12.8 (Coeficientes Estadísticos de la Desviación Estándar Normal) del Manual de Carreteras.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	-0.842

Fuente: MTC

$$Z_R = -0.524$$

**Desviación Estándar Combinada (S<sub>0</sub>):** Según la Guía del AASHTO-93 menciona valores de S<sub>0</sub> comprendidos entre 0.40 y 0.50 para pavimentos flexibles, empleando la guía se tomó el valor de:

$$S_0 = 0.45$$

**Índice de Serviciabilidad Presente (PSI):** Se divide en tres tipos de Serviciabilidad que se da a continuación:

**Serviciabilidad Inicial (P<sub>i</sub>):** Con los resultados del tipo de tráfico pesado expresado en EE del Cuadro 6.15 se tomó los datos del Cuadro 12.10 (Índice de Serviciabilidad Inicial) del Manual de Carreteras.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80

Fuente: MTC

**P<sub>i</sub> = 3.80**

**Serviciabilidad Final o Terminal (Pt):** Con los resultados del tipo de tráfico pesado expresado en EE del Cuadro 6.15 se tomó los datos del Cuadro 12.11 (Serviciabilidad Final) del Manual de Carreteras.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00

Fuente: MTC

**P<sub>T</sub> = 2.00**

**Variación de Serviciosabilidad (ΔPSI):** Diferencia entre la Serviciosabilidad de Pi – Pt.

**ΔPSI = 1.80**

**Número Estructural Propuesto (SNR):** Con todos los resultados obtenidos se procedió realizar el cálculo con la ecuación de la metodología AASHTO-93:

Fuente: Ecuación AASHTO-93

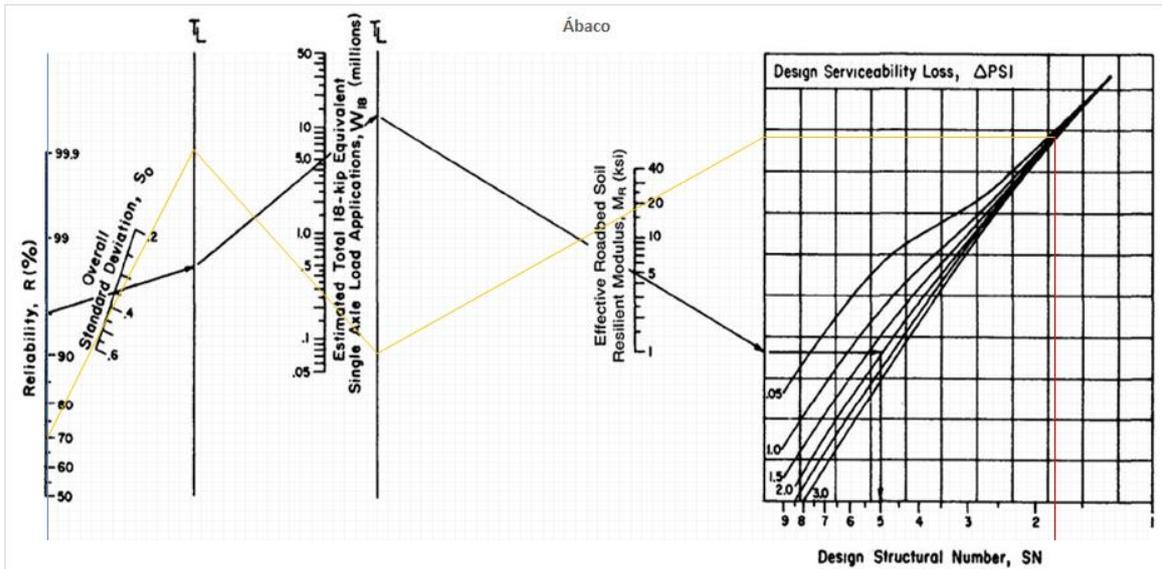
**Coefficiente de Drenaje (m):** Se asumió el valor de 1.2 promedio de los dos valores para una calidad de drenaje bueno entre 1% - 5%.

**Cálculo de Espesor de Diseño:** Obtenido todos los resultados se realizó el calco del espesor del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO-93:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Cálculo 1: Iterar hasta que N18 Nominal sea igual a N18 Calculado, donde finalmente resultó:

$$\mathbf{5.4404 = 5.4404}$$



Fuente: Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles

Cálculo 2: Como se aprecia en ambos cálculos se obtiene los mismos resultados.

RESULTADOS DE ESPESOR DE CAPAS			
SN <sub>R</sub> REQUERIDO		SN <sub>R</sub> PROPUESTO	
SN <sub>R</sub>	1.75	1.79	
a <sub>1</sub>	0.17	20°C (68 oF)	
a <sub>2</sub>	0.052	CBR= 80% - 100% de la MDS	
m1	1.20	Coef. Drenaje	
m2	1.20	Coef. Drenaje	
D <sub>1</sub>	5cm		
D <sub>2</sub>	15cm		



Fuente: MTC

**SN<sub>R</sub> 1.79 > SN<sub>R</sub> 1.75**

Finalmente, con todos los resultados se logró calcular el espesor de la capa de rodadura y el espesor de la base y así cumpliendo con las medidas que establece el MTC.

- **Diseño de pavimento Rígido**

La metodología del AASHTO-93 en la actualidad es uno de los más empleados a nivel nacional e internacional para el diseño de pavimentos rígido, actualmente la ecuación básica del AASHTO-93 ha sido modificado tal como indica la siguiente fórmula y en concordancia al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos aprobados por la RD N° 10-2014-MTC/14 (09-04-2014)

Fórmula general de AASHTO-93

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D+25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{14}}{(D+25.4)^{4.6}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dt} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Periodo de diseño recomendable según MTC (20 años), aplicando la fórmula del ESAL resultó:

**ESAL= 281,580**

Para el Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes: Se empleó el Cuadro 14.1 del Manual de Carreteras.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: MTC

**TP1**

**Serviciabilidad:** Con los resultados del tipo de tráfico pesado expresado en EE del Cuadro 14.1 se tomó los datos del Cuadro 14.4 del Manual de Carreteras.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10

Fuente: MTC

$$\Delta\text{PSI}=2.10$$

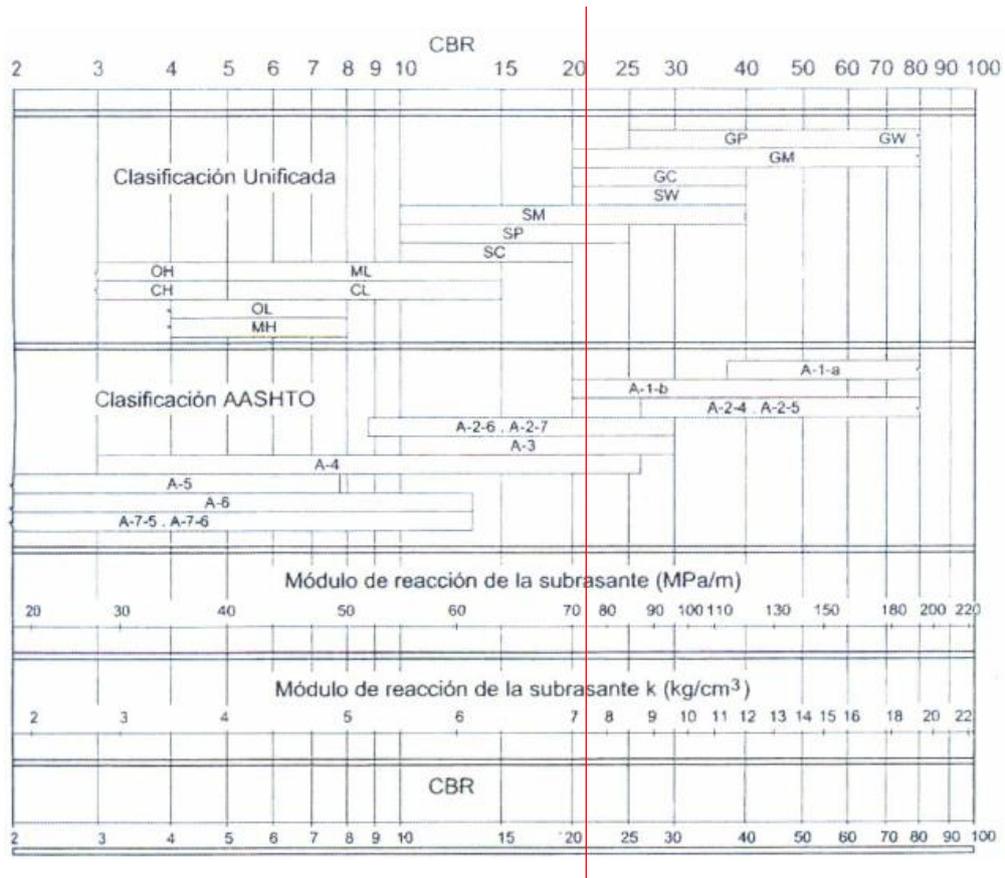
**Confiabilidad y Desviación Estándar Normal:** Con los resultados obtenidos del tipo de tráfico pesado expresado en EE del Cuadro 14.1 se tomó los datos del Cuadro 14.5

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	80%	-0.842

Fuente: MTC

$$R=70\% \quad Z_R= -0.524$$

**El suelo y el efecto de las capas de apoyo (K<sub>c</sub>):** Para el proyecto se usó la siguiente Figura 14.1 (Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Sub Rasante).



Fuente: MTC

Se trazó una línea perpendicular con los resultados del CBR tal como se muestra en la figura.

**Kc=72Mpa/m**

**Kc=203.40psi**

**Resistencia a flexotracción del concreto (MR):** De acuerdo a los resultados de Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE se tomó datos de acuerdo al cuadro 14.7 (Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico).

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

Fuente: MTC

$$Mr = a\sqrt{f'c} \quad (\text{Valores en kg/cm}^2), \text{ según el ACI 363}$$

Valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18, para este proyecto se asumió el valor promedio  $a=2.585$

$$Mr = 2.585x\sqrt{280kg/cm^2}$$

**Mr=43.26kg/cm<sup>2</sup>**

**Mr=615.23psi**

**Módulo elástico del Concreto (E):** Es el parámetro muy importante para calcular el dimensionamiento de las estructuras del concreto armado se usó la siguiente formula:

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

Resolviendo la formula se obtuvo un resultado de: 3'597112.797

**Drenaje (Cd):** El coeficiente de drenaje varía entre 0.70 y 1.25, para el proyecto se asumió el máximo valor por lo que en la zona del proyecto existen fuertes lluvias en temporadas de invierno.

**Cd=1.25**

**Transferencia de Cargas (J):** Es la capacidad de la estructura como trasmisora de cargas entre las juntas y fisuras, para ello se empleó el Cuadro 14.10 (Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J).

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: MTC

**J= 3.8**

**Número Estructural Propuesto (SN):** Con los resultados de las anteriores ecuaciones resueltas se calculó el Numero Estructural mediante la Ecuación del AASHTO-93.

Fuente: Ecuación AASTO-93

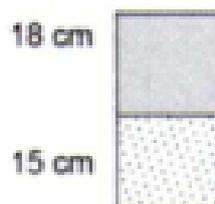
Para el Cálculo de espesor de diseño de pavimento rígido, se utilizó la fórmula del AASHTO-93.

$$\log_{10} W_{32} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{15}}{(D + 25.4)^{4.6}}} + (4.22 - 0.32 P_r) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Con la ayuda de una calculadora científica se ingresó todo los datos y se encontró un equilibrio con 105.70 mm donde se obtuvo como resultado:

$$5.44 > 5.43$$

Una vez encontrado el equilibrio se realizó la siguiente comparación (SN propuesto > SN requerido), por lo tanto, si cumple.



Fuente: MTC

Finalmente, con todos los cálculos efectuados la Losa de Concreto resultó de 16.5cm, pero por procesos constructivos se redondeó a 18cm, y la base resultó de 15 cm, así cumpliendo con los requisitos mínimos que establece el Manual de Carreteras.

**Con respecto al objetivo General Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash – 2019,** se comparó las características de las estructuras de ambos pavimentos que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5: Comparación de características de pavimentos

CARACTERÍSTICAS	PAVIMENTOS	
	RÍGIDO	FLEXIBLE
Diseño Obtenido		
Carpeta de Rodadura; Losa de Concreto	Losa de concreto 18cm con una resistencia mínima de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Carpeta Asfáltica en Caliente a $20 \text{ °C}$ ( $68 \text{ oF}$ ) el resultado fue de 5cm
Base	El espesor de la base es de 15cm, Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	El espesor de la base es de 15cm, Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS
Sub Rasante	CBR: 20.945% Compactada al 95% de la MDS	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecia la comparación de características de pavimentos

## V. DISCUSIÓN

El proyecto de investigación estuvo destinado a realizar la comparación de los pavimentos rígidos y flexibles teniendo en cuenta los objetivos específicos que se detallan a continuación.

### a) Realizar el estudio Topográfico de la Vía en Estudio

El tramo de la vía se identifica con una velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo conforman. Se estableció según la orografía del terreno ondulado (tipo 2), con pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 % con una velocidad de 40 km/h con una distancia de visibilidad de parada en bajada de 50 km/h y en subida de 44 km/h Cabe mencionar que las condiciones topográficas, de entorno actual y futuro, en las zonas onduladas propiciarán el uso de velocidades de operación superiores (MTC, 2018).

En la investigación de Sánchez caro (2018), En cuanto a los elementos geométricos se adecuan en lo mayor posible a la topografía del terreno; la velocidad de diseño del presente proyecto es de 20 km/h, con una sección de superficie de rodadura de diseño de 3.50 metros.

Es una vía es de un solo carril contará con un material de afirmado granular afianzado a la vía. En la presente investigación se tiene una velocidad de diseño de 20km/h, por ende, la distancia de visibilidad de parada de 20.00 m en bajada y en subida de 18.00 m. (pg. 91).

Según el objetivo del estudio Topográfico del Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash – 2019 los resultados obtenidos son las siguientes es una vía de 4 metros afirmado de terreno ondulado las pendiente longitudinales se encuentran entre 3% y 6 % con una velocidad de 40 km/h con una distancia de visibilidad de parada en bajada de 50 km/h y en subida de 40 km/h los cuales fueron comparados con los resultados con los de Sánchez Caro (2018) con su tesis titulado Diseño definitivo de la Carretera la Primavera - Simón Bolívar, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín en la cual concluye

obteniendo resultados de 20 km/h, la sección de la superficie de rodadura de diseño de 3.5m.

Es una vía es de un solo carril Contará con un material de afirmado granular estabilizado la vía. En el presente proyecto se tiene una velocidad de diseño de 20 km/h, por lo tanto, la distancia de visibilidad de parada de 20m en bajada y en subida de 18m en subida las cuales no coinciden por el tipo de terreno accidentado y el ancho de la vía por parte de Sánchez con estos resultados se afirma el uso del manual de Carreteras del MTC (2018, p.97).

**b) Identificar las características de los suelos, para la construcción de los pavimentos Flexible y Rígido**, a partir de los estudios de suelos efectuados en la presente investigación, se analizó dos ensayos en el laboratorio de suelos y pavimentos, ubicados en el km 0+000 y en el Km 1+000 del tramo puente Parco Utcuyacu, llegando a los siguientes resultados:

Calicata N° 1: Contenido de Humedad 16.62%, ensayo de granulometría por tamizado 40.10% pasa por la malla 200, LL=26.91%, LP=14.68%, IP=12.23%, tipo de suelo según SUCS “GP”, densidad máxima 2.11, Humedad optima 6.00%, CBR al 100% del PMS 38.29% y CBR al 95% del PMS 21.84%.

Calicata N° 2: Contenido de Humedad 15.61%, ensayo de granulometría por tamizado 43.81% pasa por la malla 200, LL=29.30%, LP=14.13%, IP=15.17%, tipo de suelo según SUCS “GP”, densidad máxima 2.11, Humedad optima 6.33%, CBR al 100% del PMS 34.74% y CBR al 95% del PMS 20.05%.

Resultados que al ser contrastados con Jiménez y Valverde (2018) en su tesis para optar el título de Ingeniera Civil en la U.C.V denominado “Diseño comparativo entre pavimento flexible y rígido en el tramo de Pariahuanca – San Miguel de Aco, Áncash 2018”, numera que analizó 03 calicatas ubicadas en los kilómetros km 00+000, km 01+000, km 1+503, ensayos que fueron realizados en el laboratorio de la U.C.V., lo cual muestra los siguientes resultados:

Calicata 1: Contenido de Humedad 7.20%, ensayo de granulometría por tamizado 32.40% pasa por la malla 200, LL=27.00%, LP=14.00%, IP=13.00%, tipo de suelo según SUCS "SC", densidad máxima 1.97, Humedad optima 8.50%, CBR de diseño 14.40%.

Calicata 2: Contenido de Humedad 5.70%, ensayo de granulometría por tamizado 25.30% pasa por la malla 200, LL=35.00%, LP=14.00%, IP=21.00%, tipo de suelo según SUCS "SC", densidad máxima 1.91, Humedad optima 9.40%, CBR de diseño 14.40%.

Calicata 3: Contenido de Humedad 5.70%, ensayo de granulometría por tamizado 41.80% pasa por la malla 200, LL=40.00%, LP=14.00%, IP=26.00%, tipo de suelo según SUCS "CH".

Estos resultados tienen una similitud del 75% con los de la presente investigación por lo que ambos muestran suelos buenos según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del M.T.C., el 25% restante se debe a la ubicación que se encuentran los tramos de investigación, ya que están ubicados en zonas con distintas alturas y por ende los resultados tienden a variar.

**c) Realizar Estudio de Canteras**, en la actual investigación se ha encontrado una cantera ubicado al margen izquierdo aguas abajo del rio santa, donde se obtuvo muy buenos resultados al ser analizado y verificado por el laboratorio de suelos y pavimentos, resultados que al ser comparados con Pérez (2017) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil denominado "Diseño con pavimento flexible y veredas de concreto para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el pueblo joven Ricardo Palma, provincia de Chiclayo 2017", señala que trabajó con la cantera TRES TOMAS – FERREÑAFE, cantera para Sub-base – Base granular, obteniendo resultados según la codificación SUCS GW-GM, L.L. 26.14%, L.P. 22.08%, I.P. 4.06%, máxima densidad de 2.16% gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima de 8.15%, CBR al 100% fue 71% y el porcentaje de desgaste a la abrasión de 23.08%, estos resultados tienen una similitud del 100% ya que ambas canteras encontrados tienen un material de muy

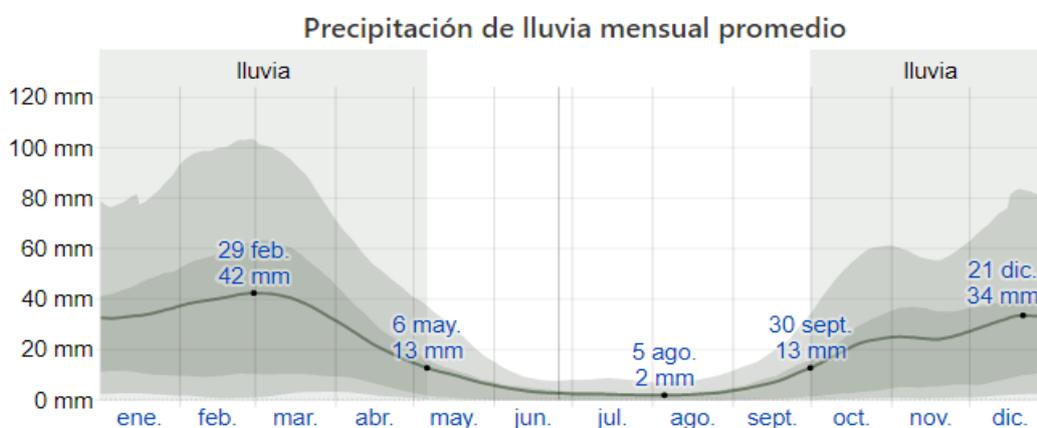
buena calidad, las muestras de los ensayos de ambas canteras encontrados fueron verificados y analizados con las Especificaciones Técnicas Generales para uso de rellenos, sub base granular, base granular, mezcla asfáltica, concreto hidráulico, establecidas en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras (EG-2013), aprobadas mediante RD N° 22-2013-MTC/14 (07-08-2013), Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000), aprobados mediante RD N° 18-2016-MTC/14 (03.06.2016), AASTHO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

- d) Realizar el Conteo vehicular para establecer las capas de los Pavimentos Rígido y Flexible**, a partir de los datos obtenidos en el estudio de tráfico se encontró que el IMDA para un periodo de diseño de 20 años es de 105 vehículos por día, en los EE para un pavimento flexible resultó el ESAL de 275,645TN, mientras para un pavimento rígido resultó un ESAL de 281,580TN, en ambos pavimentos de tipos de tráfico expresados en ejes equivalentes resultó un tipo  $T_{P1}$  con rangos de tráfico mayores a 150,000EE y menor o igual a 300,000EE, resultados que al ser comparados con Vega (2018), en su tesis para optar el título de ingeniero civil denominado “Análisis Comparativo entre un Pavimento Rígido y Flexible en la Vía Taricá – Pariahuanca, Carhuaz – Áncash 2018”, quien señala que el IMDA para un periodo de diseño de 20 años es de 374 vehículos por día y sus EE para pavimento flexible el ESAL fue de 584,360TN y para el pavimento rígido el ESAL fue de 659,913TN, en ambos pavimentos el tipo de tráfico expresados en ejes equivalentes fue el  $T_{P3}$  con rangos de tráfico mayores a 500,000EE y menor o igual a 750,000EE, estos resultados no guardan relación con los de la presente investigación ya que su clasificación de ambos tramos de carreteras son distintas según el Manual de Carreteras del MTC (2018, p.12).
- e) Realizar el Estudio Hidrológico y Drenaje**, La temporada de lluvias dura aproximadamente 7,2 meses, iniciando el 30 de septiembre y culminando el 6 de mayo, con un espacio de 31 días de lluvia con un aproximado de

13mm. La mayor intensidad de la lluvia es durante los 31 días iniciando del 29 de febrero, con una acumulación promedio de 42mm.

El periodo sin lluvia del año dura aproximadamente 4,8 meses, iniciando el 6 de mayo, culminando el 30 de setiembre, La fecha aproximada del año con la menor cantidad de precipitación es del 5 de agosto, con un almacenamiento promedio total de 2 milímetros a continuación se muestra un cuadro de precipitación mensual.

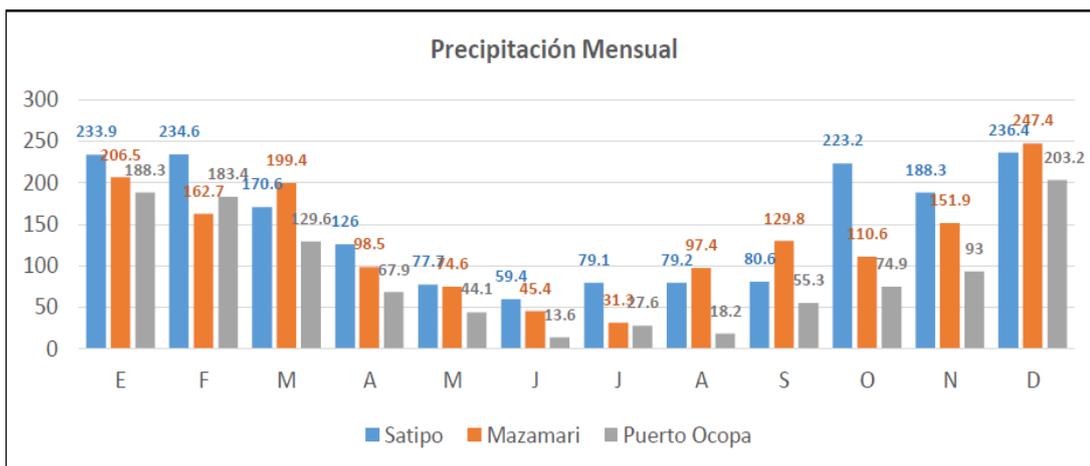
Gráfico N° 4: Precipitaciones de lluvia mensual promedio



Fuente: Weather Spark

Vallejos Karla (2016), en su antecedente, en la unión de los rios Satipo y Pangoa, donde comprueban las tipologías en esta zona. La conducta hidrológica de estas quebradas muestra los cauces torrentosos cuya descarga en estiaje es de  $250.0\text{m}^3/\text{s}$  y en corriente es de  $3500.00\text{m}^3/\text{s}$ , debido a la realzada pendiente que poseen las quebradas que atraviesan el eje de la vía en estudio, y acarreo de material producido por la degradación y arrase de taludes. El flujo preponderante en la zona es de fango y huaycos, el régimen hidrológico de estas quebradas en temporadas lluviosas, es decir, solo se presenta flujo en periodos de lluvias intensas donde los niveles de caudal son mayores tal como muestra el cuadro de precipitación pluvial (pg. 57).

Gráfico N° 5: Precipitación mensual



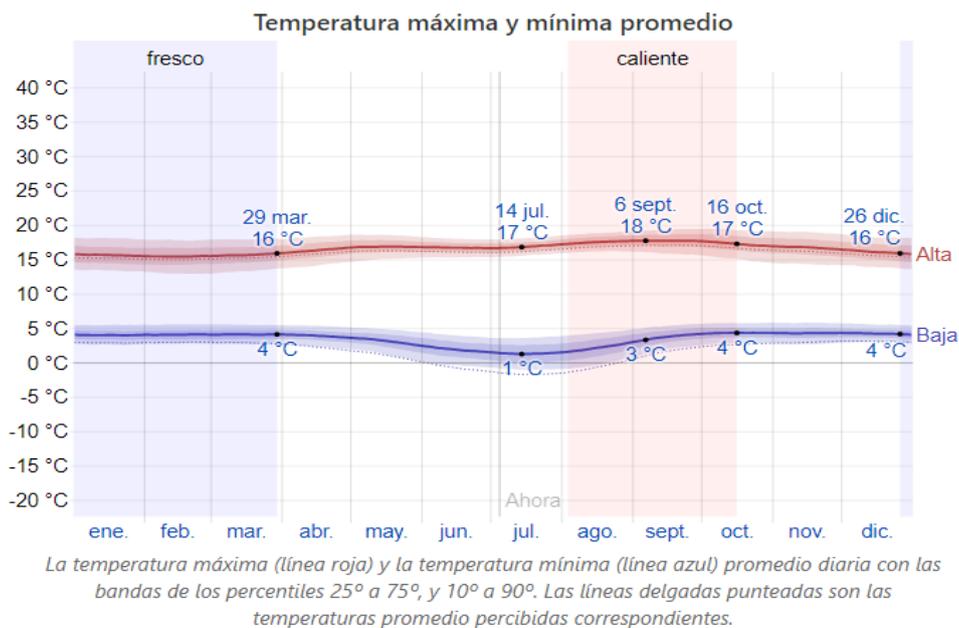
Fuente: Weather Spark

En el estudio hidrológico del tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash – 2019 los resultados que se obtuvieron son de 13 milímetros a 42 milímetros de precipitación fluvial la cual evacua al río Santa con un caudal de 199 m<sup>3</sup>/s en tiempo de lluvias, los resultados comparados con los de Vallejos Karla (2016), en su tesis titulada Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto Vial Carretera Satipo - Mazamari - desvío Pangoa - Puerto Ocopa en el cual obtiene los siguientes resultados 250.0 m<sup>3</sup>/s y en corriente es de 3500.0 m<sup>3</sup>/s, En la zona de la selva peruana, llueve con mayor intensidad, mayor contenido de humedad que en la sierra por lo cual no coinciden con los resultados referido a la precipitación mensual que se observa en ambos cuadros.

En los 2 proyectos de investigación son las quebradas las cuales cruzan en forma perpendicular el eje de la vía las cuales son las encargadas de transportar las aguas de las lluvias de las zonas más altas finalmente desembocando dichas quebradas en los ríos correspondientes, también vemos las situaciones de las comunidades ganaderas como comunidad nativa evidencia la importancia de este elemento la cual comparten los mismos resultados en dicho punto la comunidad campesina de Utcuyacu evidencia que como institución se asienta en determinadas reglas y normas planteando con una prioridad el uso hídrico para un uso de consumo humano, Así lo establece la Ley N° 30588, publicado en el diario oficial El Peruano el jueves 22-06-2017, enfocado también a una agricultura sostenible y rentable dirigida al mejoramiento del sustento de los pobladores.

f) **Realizar el Estudio de Impacto Ambiental**, el Medio Ambiente de Utcuyacu Cátaac donde las temporadas de verano son cortos, frescos, secos y parcialmente nublados, en la estación de invierno se percibe mucho frío con días nublados. En el transcurso del año, La temporada más templada dura aproximadamente 2,4 meses, iniciando el 3 de agosto y culminando el 16 de octubre, la temperatura promedio máxima diaria es más de 17 °C, el día más caluroso en todo el año es el 6 de septiembre, con una temperatura promedio máxima de 18 °C y con una temperatura promedio mínima de 3 °C. El nivel de humedad percibido es nulo en Utcuyacu, medidas durante todo el año como se muestra en el siguiente cuadro.

Gráfico N° 6: Temperatura máxima y mínima promedio

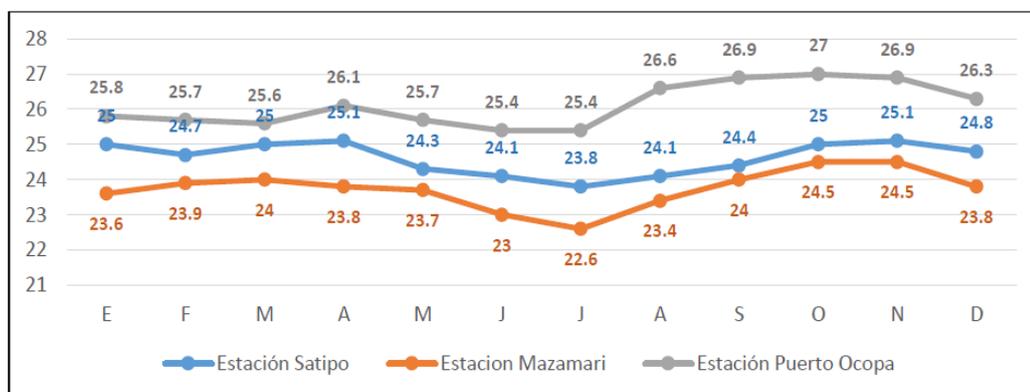


Fuente: Weather Spark

Vallejos Karla (2016), menciona que, durante todo el año, la diferenciación es simplemente de 2°C a 3°C en los meses más calurosos y los meses más fríos. Así mismo, se registran que los meses con mínimas temperaturas son de mayo a agosto en las 3 estaciones meteorológica, La humedad media anual varía entre 72% a 83%, mientras que los demás meses del año registran sus mínimos valores en los meses de agosto a octubre, esto se debe al inicio de la temporada seca y el incremento de la temperatura

registrando los máximos valores en los meses de noviembre a abril como se muestra (pg. 51).

Gráfico N° 7: Temperaturas promedio mensual



Fuente: Weather Spark

En el estudio Medio Ambiental del tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash – 2019 se obtuvieron resultados de temperaturas máximas promedio diaria supera los 17 °C, el 6 de septiembre es el día más caluroso del año, con una temperatura máxima promedio de 18°C y nivel de humedad nula los resultados comparados con los de Vallejos Karla (2016) en su tesis titulada Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto Vial Carretera Satipo - Mazamari - desvió Pangoa - Puerto Ocopa el cual obtuvo que solamente la variación es de 2°C a 3°C entre los meses más caluroso y los meses más fríos con una humedad media anual que varía entre 72% a 83%, Tras evaluar los resultados de los objetivo específico de en la carretera Parco Utcuyacu y Carretera Satipo – Mazamari se analiza que el clima y las condiciones extremas están presentes frecuentemente debido al cambio climático, el clima ha sido siempre un factor que afecta el desempeño de las carreteras, sin embargo los desafíos de un clima variable está condicionando a mover los umbrales actuales de diseño generando nuevos métodos para la construcción de infraestructuras vías resilientes (impermeable).

**g) Diseñar los pavimentos rígido y flexible mediante la metodología ASSHTO-93, con los ensayos anteriores de la presente investigación de**

diseño de pavimento mediante la metodología ASSHTO-93 se logró los siguientes resultados que se aprecia a continuación:

Pavimento Rígido: Losa de concreto para una resistencia mínima equivalente a la compresión de concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para rangos de tráfico pesados expresados en ejes equivalentes menor igual a cinco millones, resultó un espesor de 18cm y una base de 15cm Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS, Pavimento Flexible: espesor de 5cm de Carpeta Asfáltica en Caliente a 20 °C (68 oF) y una base de 15cm Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS, estos resultados al ser cotejados con Jiménez y Valverde (2018), en su tesis “diseño comparativo entre pavimento flexible y rígido en el tramo de Pariahuanca – san miguel de Aco, Áncash 2018”, donde concluyeron que el pavimento rígido tendrá un espesor de concreto de 7” de losa y 6” de base, en cuanto al pavimento flexible tendrá una capa de rodadura de 2”, base de 6” y una sub base de 6”, según nuestros resultados obtenidos en la presente investigación, en términos de diseño tiene una similitud del 100% en el diseño de pavimento rígido, mientras en el diseño de pavimento flexible la similitud es de un 90% por lo que en nuestro diseño no se tiene la capa de la sub base, porque según el estudio de suelos nos menciona que es un suelo bueno y por ende no es necesario la colocación de una sub base, finalmente se determina que nuestros resultados con los resultados del autor mencionado son muy similares.

Los resultados obtenidos comparados con Vega (2018), guarda una similitud del 100% en el diseño de pavimento rígido, ambas investigaciones resulta un espesor de losa de 18cm de concreto con una resistencia mínima de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para un tráfico menor a cinco millones señalado en el Manual de Carreteras del MTC y la capa de la base es de 15cm, sin embargo en el diseño del pavimento flexible difieren los resultados, esto debido a que la carga vehicular de nuestra investigación es menor que la del autor.

Con respecto al objetivo general **Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash**

– **2019**, con los resultados obtenidos en el diseño de ambos pavimentos se llegó a la comparación de los mismos lo cual resultó que el pavimento rígido tiene dos capas losa de concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  de 18cm, base de 15cm, Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS, Sub Rasante CBR: 20.945% Compactada al 95% de la MDS, Carpeta Asfáltica en Caliente a 20 °C (68 oF) de 5cm, Base de 15cm, Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS, Sub Rasante CBR: 20.945% Compactada al 95% de la MDS, resultados que al ser comparados con Vega (2018), Jiménez y Valverde (2018), mencionan que ambos autores llegan a la misma comparación de pavimentos, por ende nuestra investigación guarda similitud en un 100% con los autores citados.

## VI. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general se logró realizar el Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash – 2019, en la presente investigación se determina, que ambos pavimentos son factibles y no existe ninguna diferencia entre ellos; por tanto, se desecha la hipótesis planteada.

Se logró Realizar el **Estudio Topográfico de la Vía en estudio**, el cual definió las características de la vía en estudio, se implantó 4 puntos de control (BM's) vertical y horizontal mediante la monumentación de hitos de concreto para control de planimetría y altimetría en los procesos de replanteo, se obtuvo 1132 puntos con cotas y coordenadas UTM en el Datum WGS-84, se realizó el levantamiento en una franja de terreno de cuarenta metros (veinte metros a cada lado del eje de la carretera existente), se determinó las características topográficas del área en estudio, también se logró verificar la precisión de los aparatos manejados en el levantamiento topográfico, con toda la información de campo se logró realizar los planos de:

- Plano de Planta Topográfica
- Plano de Perfil Longitudinal
- Plano de Secciones Transversales

Se logró **Identificar las características de los suelos**, para la construcción de los pavimentos Flexible y Rígido mediante dos calicatas de profundidad 1.50m en concordancia con en el Manual de Carreteras, obteniendo resultados de:

ENSAYOS	CA-01	CA-02
CONTENIDO DE HUMEDAD	16.62%	15.61%
ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	40.10 PASA MALLA 200	43.81 PASA MALLA 200
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	26.91	29.3
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	14.68	14.13
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	12.23	15.17
TIPO DE SUELO	GP	GP
DENSIDAD MÁXIMA	2.11	2.11
HUMEDAD ÓPTIMA	6.00%	6.33%
CBR AL 100% DEL PVSM	38.29%	34.74%
CBR AL 95% DEL PVSM	21.84%	20.05%

Se logró **Realizar el Estudio de Canteras**, con el objetivo de establecer la ubicación de las fuentes de materiales que sean idóneas, tanto en cantidad como en calidad, para las obras programadas en la vía en estudio, en la primera etapa se ubicó la cantera de agregados en el Rio Santa específicamente en las coordenadas Este 234617.23; Norte 8913050.44., los materiales encontrados fueron verificados y analizados con las especificaciones para uso de los pavimentos, establecidas en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000) del M.T.C.

Se logró **Realizar el Cuento vehicular para establecer las capas de los Pavimentos Rígido y Flexible**, para el tramo Puente Parco – Utcuyacu obteniendo un IMDA de 105 vehículos por día para un diseño de pavimento de 20 años y un ESAL para pavimento rígido de 281,580TN; ESAL para un pavimento flexible de 275,645TN datos que sirvió para realizar los cálculos de los pavimentos, además se encontró que los días con más tráfico son los días viernes con 53 vehículos por día.

Se lo logró **Realizar el Estudio Hidrológico y Drenaje para el tramo Puente Parco – Utcuyacu**, el eje del tramo en estudio se desarrolla en terrenos de configuración topográfica semi-plana y ondulada durante todo el tramo, a lo largo de su recorrido se han identificado zonas de quebradas, también se resalta en el tramo en estudio tres cruces de quebrada donde existen puentes de madera, el tramo de investigación se encuentra perturbada por diferentes tipos de procesos geodinámicas estando los de mayor incidencia los de origen hídrico estos están afectados directamente con las circunstancias climatológicas de la región, donde las fuertes precipitaciones pluviales que se aumentan durante los meses de verano saturan los cauces principales que por las filtraciones se originan cárcavas y movimientos en los taludes variando las situaciones morfológicas de la zona.

Se logró **Realizar el Estudio de Impacto Ambiental para el tramo Puente Parco – Utcuyacu**, se determinó todo un proceso de programación, el cual

está dado por las leyes vigentes del Medio Ambiente, convirtiéndose en el instrumento preventivo, mediante el cual se calculan los impactos positivos y negativos que los proyectos de pavimentación forman sobre el medio ambiente y se formulan las medidas para concordar a niveles de aceptabilidad, del mismo modo la no ejecución de los términos de proyección tienen como resultado del desperfecto del Medio Ambiente, el cual se debe a la explotación de los Recursos Naturales en términos economicistas que contiene a todos los agentes o elementos de fabricación utilizados en una economía para promover y proporcionar toda clase de bienes y servicios, el Impacto Ambiental constituye la base primordial para el estudio de una Evaluación de Impacto Ambiental.

Se logró **Diseñar los pavimentos rígido y flexible mediante la metodología ASSHTO-93**, con todos los requisitos del M.T.C., donde se consiguió los siguientes resultados de cada pavimento diseñado: Pavimento Rígido losa de concreto con una resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para rangos de Tráfico Pesado Expresados en Ejes Equivalentes menor igual a 5 millones, resultó de 18cm y una base de 15cm Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS; Pavimento Flexible con un espesor de 5cm de Carpeta Asfáltica en Caliente a 20 °C (68 oF) para una duración de 20 años y una base de 15cm Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para proyectos de pavimentación se recomienda realizar estudios de Topografía, Tráfico, Suelos y Canteras a precisión y de buena calidad para poder obtener eficientes resultados y así tener buenos diseños.

Para trabajos de topografía a desarrollarse en futuras investigaciones se recomienda utilizar equipos calibrados y configurados para la zona donde se realizará los trabajos topográficos.

Se recomienda Realizar Estudios de Suelos en in situ para no alterar las muestras ya que son la base principal para realizar un buen proyecto de pavimentación.

Se recomienda Realizar Estudio de Canteras con la finalidad de obtener eficientes resultados para los trabajos de pavimentación.

Se recomienda realizar los conteos de tráfico y la clasificación de vehículos por lo menos una vez por año para verificar la tasa de crecimiento y así poder comprobar la tasa de crecimiento y efectuar el EAL y así poder verificar si el Diseño siguen dentro de los parámetros establecidos.

Se recomienda Realizar el Estudio Hidrológico y Drenaje ya que son estudios muy necesarios para poder definir obras de arte tales como puentes, alcantarillas, cunetas entre otros.

Se Recomienda todo estudio de obras se recomienda Realizar el Estudio de Impacto Ambiental con la normatividad vigente ya que es muy importante para el bienestar de la población.

Se recomienda el uso de la metodología AASHTO-93 para los diseños de pavimento rígido y pavimento flexible ya que es una metodología que tiene muchos años empleándose a nivel Nacional y Mundial, a la vez certificada por profesionales expertos en pavimentos.

## REFERENCIAS

AUCCA HUAQUI, Irvin y CORAHUA, Ronald. Evaluación del sistema de pavimentos flexibles en la prolongación de la avenida la cultura. [En línea]. 2016. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/347>

AZAÑA, Elizabeth. Análisis comparativo entre pavimento rígido y flexible en la vía urbanización el pinar - centro poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018. [En línea]. 2018. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26315/Aza%c3%b1a\\_VE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26315/Aza%c3%b1a_VE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

AMERICAN ASSOCIATION OF CIVIL ENGINEERS (ASCE 58-10). Structural design of interlocking concrete pavement for municipal streets and roadways. American Association of Civil Engineers: Reston, Virginia, Estados Unidos. 2010.

BARRETO, Shirley, BANGUERA, Jonathan y CÓRDOVA, Javier. Comparative analysis of equivalent axes obtained by the aashto 93 method and those provided by weighing in fixed vehicle balance. ISSN 2218-3620. Revista Universidad y Sociedad. [En línea]. 2018. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100059](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100059)

BELTRÁN, Gloria y ROMO, Miguel. Pavement Evaluation and Maintenance Decisions Based on Fuzzy Inference Systems. ISSN 1405-7743 [En línea]. 2014. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432014000300006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000300006)

BURGOS, Bruno. Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: santa Elvira – el arenal, en la comuna de Valdivia. Universidad Austral de Chile. [En línea]. 2018. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6167715/%E2%80%9Can%C3%A1lisis-comparativo-entre-un-pavimento-r%C3%ADgido-y-un>

CORONADO, Marco. basic guide for conformation of bases and subbases for roads in el Salvador. [En línea]. 2015. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/2191/1/Gu%C3%ADa\\_b%C3%A1sica\\_para\\_la\\_conformaci%C3%B3n\\_de\\_bases\\_y\\_subbases\\_para\\_carreteras\\_en\\_El\\_Salvador.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2191/1/Gu%C3%ADa_b%C3%A1sica_para_la_conformaci%C3%B3n_de_bases_y_subbases_para_carreteras_en_El_Salvador.pdf)

CHANG, Carlos. Pavement management, gestion de infraestructura vial. 1era. Lima: Fondo editorial ICG, 2006.

HERNÁNDEZ-Sampieri, FERNÁNDEZ, Collado. y BAPTISTA, Lucio (2014). Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Metodología de la Investigación (6 ed., págs. 88-101). México: McGraw-Hill.

HURTADO, Randy. Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco. Instituto Tecnológico De Costa Rica Escuela De Ingeniería En Construcción. [En línea]. 2018. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7271>

HUILCAPI, Julio y PUCHA, Andres. Análisis comparativo de los métodos de evaluación práctica de los pavimentos flexibles en la Carretera García Moreno y Panamericana Sur del Cantón Colta. [En línea]. 2015. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/414674565/irigoin-qrj-pdf>

GIORDANI, Claudio y LEONA, Diego. Pavimentos. [En línea]. 2015. Disponible en: [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1\\_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf)

JIMENEZ, Madeleine y VALVERDE, Magna. Diseño comparativo entre pavimento flexible y rígido en el tramo de Pariahuanca – San Miguel de Aco, Áncash 2018. [En línea]. 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26758?show=full>

KERLINGER, Fernando. Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México: Interamericana Editores. 2002

MACEA, Luis, MORALES, Luis y MÁRQUEZ, Luis. A Pavement Management System Based on New Technologies for Developing Countries. [En línea]. 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432016000200223](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432016000200223)

MENENDEZ, José. Ingeniería de pavimentos materiales, diseño y conservación. 3ra ed. FONDO EDITORIAL ICG: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2012. 344 pp. ISBN: 201210906

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2013). Manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2014). Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima, Perú: El Ministerio. 2018

MONTEJO, Alfonso. pavement engineering. [En línea]. 2002. Disponible en: <https://es.slideshare.net/carlonchosuicida/alfonso-montejo-fonseca-ingenieria-de-pavimentos>

MONTALVO, Gustavo. General characteristics of food additives evaluation of your intake. [En línea]. 2015. Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5438/Tesis\\_57536.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5438/Tesis_57536.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO. Informe sobre el comercio mundial. [En línea]. 2018. Disponible en: [https://www.wto.org/spanish/res\\_s/publications\\_s/world\\_trade\\_report18\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/publications_s/world_trade_report18_s.pdf)

PÉREZ, Eswin. Diseño con pavimento de concreto flexible para mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular en los pueblos jóvenes Ricardo Palma – Chiclayo. [En línea]. 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32353>

RAMÍREZ, Gabriel. Comparación técnico-Económica de las alternativas de pavimentación flexible y rígida por medio de un análisis del ciclo de vida de las carreteras en la Región Huánuco. [En línea]. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4003>

RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. Design methodologies of flexible pavements: tendencies, reaches and limitations. [En línea]. 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/Casa/Downloads/Dialnet-MethodologiasDeDisenoDePavimentosFlexibles-2512197.pdf>

RODRÍGUEZ, Mineros. Evaluación y Rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje de la Universidad del Salvador. [En línea]. 2004. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3945/TESES%20FINAL%20HERNANDEZ%20-%20TORRES%20OK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANCHEZ, Ricardo. El pago por el uso de la infraestructura de transporte vial, ferroviaria y portuaria, concesionada al sector privado, CEPAL, Santiago de Chile, noviembre de 2003.

SÁNCHEZ, Hugo y REYES, Yuri. Metodología y diseño de la investigación científica. [En línea]. 2015. Disponible en: <https://www.amazon.es/METODOLOG%C3%8DA-Y-DISE%C3%91O-INVESTIGACI%C3%93N-CIENT%C3%8DFICA-ebook/dp/B013PU1Z0K>

SANDOVAL, Higuera y HERNANDO, Carlos. Variable design's sensibility of a flexible pavement and its deflection's incidence. ISSN: 0121-1129 revista.ingenieria@uptc.edu.co. [En línea]. 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940754009.pdf>

TORRES, Juan. Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, Tramo Carretera Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya de la Torre. [En línea]. 2016. Disponible en:

<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3945/TESIS%20FINAL%20HERNANDEZ%20-%20TORRES%20OK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VÁLDEZ, Lilibet y Alonso, Anadelys. Catalog of distress in asphalt pavements in airports for Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*. E-ISSN: 1990-8830. [En línea]. 2017. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193954081002.pdf>

VEGA, Lizbett. Análisis comparativo entre un pavimento rígido y flexible en la vía Taricá – Pariahuanca, Carhuaz – Áncash 2018. [En línea]. 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26764>

SÁNCHEZ, Jhordin. Diseño definitivo de la Carretera La Primavera - Simón Bolívar, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín. [En línea]. 2018. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4573>

VALLEJOS, Karla. Evaluación de impacto ambiental del proyecto vial "Carretera Satipo - Mazamari - Desvió Pangoa - Puerto Ocopa. [En línea]. 2016. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7412>

Tighe, S., Huen, K. and Haas, R. (2007). Environmental and traffic deterioration with mechanistic empirical pavement design model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1989(2), 336-343.

Carvalho, R. and Schwartz, C. (2006). Comparisons of flexible pavement design AASHTO empirical versus NCHRP Project 1-37A mechanisticempirical. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1947, 167 - 174.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1993). *Guide for design of pavement structures*. Washington, D.C

Sánchez-Silva, M., Arroyo, O., Junca, M., Caro, S. and Caicedo, B. (2005). Reliability based design optimization of asphalt pavements. *International Journal of Pavement Engineering*, 6(4), 281 - 294

Luo, Z., Xiao, F., and Sharma, R. (2014). Efficient reliability-based approach for mechanistic-empirical asphalt pavement design. *Construction and Building Materials*, 64, 157-165.

Dilip, D. M., and Sivakumar Babu, G. L. (2012). Methodology for pavement design reliability and back analysis using Markov chain Monte Carlo simulation. *Journal of Transportation Engineering*, 139(1), 65-74.

Mun, S. (2014). Inversion analysis to determine design parameters for reliability assessment in pavement structures. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 41(10), 845-855.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 2: Instrumentos de Recolección de Datos

Anexo 3: Validación de los Instrumentos por Expertos

Anexo 4: Estudio Topográfico

Anexo 5: Estudio de Suelos

Anexo 6: Estudio de Canteras

Anexo 7: Estudio de Tráfico

Anexo 8: Estudio de Hidrológico y Drenaje

Anexo 9: Estudio de Impacto Ambiental

**Anexo 1**

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN  
DE VARIABLES**

Tabla de Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño comparativo	<p>Pavimento:</p> <p>En el proyecto de investigación surgió un disyuntiva de elegir entre un pavimento rígido y un pavimento flexible, esto ha ocasionado una discusión y técnicas fundadas en testimonios que durante todo el proyecto han aumentado con el transcurso del tiempo debido a las existencias de nuevos materiales, apuntes diferentes a los diseños, esta asimilación muestra una apariencia abierta con el propósito de incitar una conferencia proactiva que lleve al diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos que tengan un desempeño mayoritario y que sean relacionados con todos los</p>	<p>Para el estudio topográfico se utilizará equipos de última generación y calibrados, para el estudio de suelos se realizará calicatas en ínsito, para el Estudio de Canteras se tomará muestras de agregados de la cantera Parco con la finalidad de obtener un buen diseño, para el caso de tráfico: las fichas de conteo vehicular, para el estudio Hidrológico y Drenaje se tendrá en cuenta los caudales máximos para los periodos de retorno no menor a 50 años, para el estudio de Impacto Ambiental se tendrá en</p>	Pavimento Flexible	Estudio Topográfico	Nominal
				Estudio de Suelos	
				Estudio de Canteras	
				Estudio de Trafico	
				Estudio Hidrológico y Drenaje	
				Estudio de Impacto Ambiental	
			Pavimento Rígido	Estudio Topográfico	Nominal
				Estudio de Suelos	
				Estudio de Canteras	
				Estudio de Trafico	
				Estudio Hidrológico y Drenaje	
				Estudio de Impacto Ambiental	

	<p>conocimientos técnicos que existen hoy en día, de la misma manera la implementación de técnicas constructivas más eficientes (Lazarte,2015, p. 50).</p>	<p>cuenta las Normas vigentes del MTC, para ambos diseños de Pavimentos se utilizará la norma AASTHO-93, finalmente se efectuará la comparación de diseños a través de parámetros tales como: durabilidad (MTC 2018,p.12).</p>		<p>Diseño de Pavimento</p>	
--	--	--	--	----------------------------	--

**Anexo 2**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN**  
**DE DATOS**

**FICHA DESCRIPCIÓN DE PUNTO**

IDENTIFICACIÓN:  <h1 style="margin: 0;">BM-01</h1>	CATEGORÍA: <b>PUNTO DE CONTROL BM</b>
	TÉCNICA DE MEDICIÓN: <b>POLIGONAL – ESTACIÓN Y CORRECCIÓN</b>

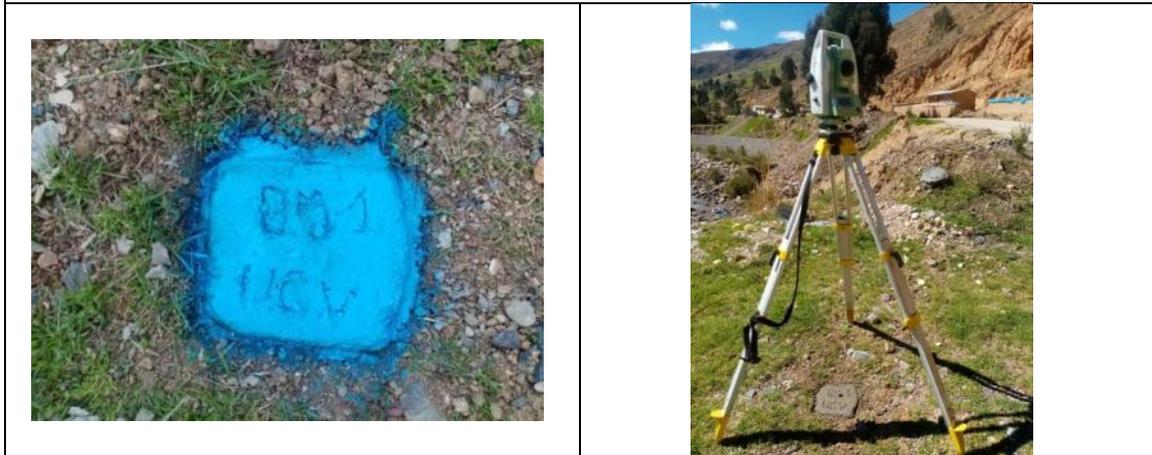
Coordenadas PSAD 56: Geográficas	Coordenadas PSAD 56: Proyecto Utm (18)
----------------------------------	--

Coordenadas WGS-84: Geográficas	Coordenadas WGS-84: Proyecto Utm (18)  <h2 style="text-align: center; margin: 0;">8'915,158.000 N</h2> <h2 style="text-align: center; margin: 0;">233,035.000 E</h2>
---------------------------------	--

Altura Elipsoidal: 	Altura Geoidal: 3562.000 msnm	Determinando por: Los investigadores
------------------------	----------------------------------	---

Parámetros Transformación: ING - PERU	Fecha: Enero - 2020	Equipo: TS06 PLUS5" R500 LEICA
--	------------------------	-----------------------------------

**Itinerario:** El punto se encuentra situado al margen izquierdo de la carretera tramo Puente Parco - Utcuyacu, Punto de Control monumentado con Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y acero de  $\varnothing=3/8$  pintado de color celeste y transcrito en el concreto **BM-1 UCV**



Plano de Referencia:





### FICHA DE INVENTARIO DE CANTERAS

DENOMINACIÓN DE CANTERA: .....

DEPARTAMENTO ..... CÓDIGO: .....

LOCALIZACIÓN	
CARRETERA: .....	Ubicación de Cantera (Con coordenadas UTM-WGS84).
TRAMO: .....	
KM o REFERENCIA: .....	
LADO: .....	
DISTANCIA AL EJE o REFERENCIA .....	

ACCESO	PROPIEDAD
PAVIMENTO: <input type="checkbox"/>	PRIVADA: <input type="checkbox"/>
AFIRMADO: <input type="checkbox"/>	PÚBLICA: <input type="checkbox"/>
TROCHA: <input type="checkbox"/>	MTC: <input type="checkbox"/>
SENDERO: <input type="checkbox"/>	
SIN ACCESO <input type="checkbox"/>	

TIPO DE CANTERA	FORMACIÓN ROCOSA	GRUPO:
	(Las características indicadas posteriormente corresponden al material triturado)	.....
	ALUVIAL <input type="checkbox"/>	PLAYA PERMANENTE <input type="checkbox"/>
	DEPÓSITO: PLUV. ANTIGUO <input type="checkbox"/>	PLAYA ESTACIONAL <input type="checkbox"/>

CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL			
SOLO AGREGADO	FRACCIÓN	GRUESA	FINA
CLASIFICACIÓN AASHTO .....	PESO ESPECÍFICO (ASTM C 128): .....		
CLASIFICACIÓN SUCS: .....	ABSORCIÓN (ASTM C128): .....		
TAMAÑO MÁXIMO .....	DURABILIDAD (MTC-E209): .....		
PORCENTAJE MAYOR 1 1/2" % .....	PESO UNITARIO (ASTM C29): .....		
PORCENTAJE MAYOR 3/4" % .....	ABRASIÓN (LOS ANGELES) (ASTM C131): .....		%
PORCENTAJE PASA # 200: % .....	RECUBRIMIENTO CON ASFALTO (ADHERENCIA):		
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318): % .....	EQUIVALENTE ARENA (ASTM D2419): .....		%
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318): % .....	RIEDEL - WEBER (%) .....		
INDICE PLÁSTICO (ASTM D4318) % .....	SALES SOLUBLES AGREGADO GRUESO (ppm) .....		
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791) % .....	SALES SOLUBLES INTEGRAL (ppm) .....		





CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL	
CBR al 95% (ASTM D1883) .....	IMPUREZAS ORGÁNICAS INTEGRAL (ASTM C40) (ppm) .....
REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO .....	TERRONES DE ARCILLA AGREGADO FINO .....
N° DE MUESTRAS TOMADAS .....	CARAS FRACTURADAS (ASTM D5821) .....
N° DE SONDAJES EJECUTADOS .....	
FORMA: REDONDEADA: <input type="checkbox"/>	<b>EXAMEN PETROGRÁFICO</b>
SUBREDONDEADA: <input type="checkbox"/>	MATERIAL PERJUDICIAL (%) .....
SUBANGULOSA: <input type="checkbox"/>	MATERIAL DEFICIENTE BLANDO (%) .....
ANGULOSA: <input type="checkbox"/>	MATERIAL DEFICIENTE SEMIDURO Y/O TOTAL INAPTOS (%) .....
POTENCIA DE CANTERA	EXPLOTACIÓN
ÁREA APROVECHABLE: .....	EN EXPLOTACIÓN: <input type="checkbox"/> CON EXPLOSIVOS: <input type="checkbox"/>
VOLUMEN APROVECHABLE: .....	EN RESERVA: <input type="checkbox"/> SIN EXPLOSIVOS: <input type="checkbox"/>
RECUBRIMIENTO: .....	AGOTADA: <input type="checkbox"/> PÚBLICA: <input type="checkbox"/>
RENDIMIENTO ESTIMADO: .....	PESO POR m <sup>3</sup> : .....
FECHA RELEVAMIENTO: .....	OBSERVACIONES: .....

**POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN**

		CAPA	RELLENO	SUBBASE	BASE	MEZCLA ASFÁLTICA	CONCRETO
PROCESAMIENTO	EXTRAC. DIRECTA	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	ZARANDEADO	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	CHANCADO	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	CHANCADO Y ZARANDEO	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	LAVADO	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	FILLER	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	ADITIVO	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SECADO	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	MEZCLA	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		<b>DOSAJE O RENDIMIENTO</b>					
ENSAYOS	DENSIDAD MÁXIMA	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	HUMEDAD ÓPTIMA	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	CBR	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	OTROS	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		<b>OBSERVACIONES:</b>					
		.....					
		.....					



**FICHA DE CAMPO - HIDROLOGÍA**  
**NOMBRE DE LA FUENTE (QUEBRADA, RIO, MANANTIAL:**

<b>CÓDIGO EN EL PRESENTE ESTUDIO</b>	
<b>1. LOCALIZACIÓN</b>	
<b>Comunidad / Municipio:</b>	
<b>Provincia:</b>	
<b>Región</b>	
<b>Fecha/s de la/s visita/s de campo:</b>	
<b>Altitud de la fuente (m.s.n.m):</b>	
<b>Coordenadas UTM de la fuente:</b>	
<b>Mapa de localización:</b>	
<b>ACCESO:</b>	
<b>FOTO</b>	
<b>HIDROLOGÍA</b>	
<b>Cuenca:</b> <b>Subcuenca hidrográfica:</b>	

Niveles de agua medido (Grafica alturas de agua en la sección de aforo)	
Caudal medido (l/s o m <sup>3</sup> /s o m)	
Fecha y hora	
<b>USOS HUMANOS DEL AGUA Y DEL ENTORNO</b>	
Usos. Descripción en su caso:	
Abastecimiento humano ( )	
Riego	
Ganadería (X)	
Recreativo (X)	
otros ( )	
Instalaciones o construcciones asociadas. Descripción en su caso:	
Fuente urbana ( )	
Fuente rural (X)	
Abrevadero (X)	
Navegación ( )	
Zona recreativa ( )	
Otras ( )	
Estado de conservación de la fuente	Deficiente ( ) Aceptable ( ) Bueno (X) Muy bueno ( )
Amenazas, impactos y presiones actuales	
Ninguna ( ):	
Contaminación ( ). Tipo:	
Afección por derivaciones ( ):	
Vertidos ( ):	
Construcciones, obras públicas y/o desmontes ( ):	
Usos inadecuados ( ). Indicar:	
Acciones a emprender para mejorar/recuperar la fuente y su entorno	<b>ACTUACIONES AMBIENTALESACCESO</b>

## **FORMATO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

### **I. DATOS DEL PROYECTO**

1. Nombre del Proyecto

2. Localización

Region :

Provincia:

Distrito:

Localidad:

3. Responsables

4. Instituciones Participantes

### **II. BREBE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **III. BREBE DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ENTORNO**

### **IV. IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS (Directos e Indirectos)**

**V. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS**

**VI. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTA**

**VII. CATEGORÍA DE PROYECTO**

**Anexo 3**  
**VALIDACIÓN DE LOS**  
**INSTRUMENTOS POR EXPERTOS**

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: ESPINOZA VALERIO LENIN ALEJANDRO**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMS	CRITERIOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN			
				RELACIÓN ENTRE VARIABLES Y DIMENSIONES		RELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN Y LOS ÍTEMS	
				SI	NO	SI	NO
Diseño comparativo	Diseño de Pavimentos	Estudio de Topografía	Identificación de punto de control	X		X	
			Coordenadas de Punto de Control	X		X	
			Itinerario de Punto de Control	X		X	
			Plano de referencia de punto de control	X		X	
		Estudio de Canteras	Localización de la cantera	X		X	
			Características del Material	X		X	
			Posibilidades de Utilización	X		X	
		Estudio de Hidrología y Drenaje	Localización del proyecto	X		X	
			Hidrología (Cuencas, Niveles de Agua, Caudal)	X		X	
			Usos Humanos del Agua y del Entorno	X		X	
			Amenazas, impactos y presiones	X		X	
			Acciones a emprender para mejorar	X		X	
		Estudio de Impacto ambiental	Localización del proyecto	X		X	
			Breve descripción del proyecto	X		X	
			Características ambientales del entorno	X		X	
			Impactos Ambientales Significativos (Directos e Indirectos)	X		X	
			Componentes ambientales afectados	X		X	
			Medidas de Mitigación propuesta	X		X	

  
**LENIN ALEJANDRO**  
**ESPINOZA VALERIO**  
 Ingeniero civil  
 CP N 239006

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del Instrumento : Ficha de Recolección de Datos  
Objetivo : Validar el instrumento de evaluación a Ingenieros expertos.  
Dirigido a : Ingenieros Civiles Expertos en Diseño Vial de la Ciudad de Huaraz.  
Valorización del instrumento :

Malo	Regular	Bueno	Excelente
		<b>X</b>	

Apellidos y Nombres del Experto :

ESPINOZA VALERIO LENIN ALEJANDRO

Grado Académico del Experto :

Ingeniero

  
**LENIN ALEJANDRO**  
**ESPINOZA VALERIO**  
Ingeniero civil  
CP N 239008

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL EXPERTO

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: **ROMÁN AGUIRRE ORTIZ**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMS	CRITERIOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN			
				RELACIÓN ENTRE VARIABLES Y DIMENSIONES		RELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN Y LOS ÍTEMS	
				SI	NO	SI	NO
Diseño comparativo	Diseño de Pavimentos	Estudio de Topografía	Identificación de punto de control	X		X	
			Coordenadas de Punto de Control	X		X	
			Itinerario de Punto de Control	X		X	
			Plano de referencia de punto de control	X		X	
		Estudio de Canteras	Localización de la cantera	X		X	
			Características del Material	X		X	
			Posibilidades de Utilización	X		X	
		Estudio de Hidrología y Drenaje	Localización del proyecto	X		X	
			Hidrología (Cuencas, Niveles de Agua, Caudal)	X		X	
			Usos Humanos del Agua y del Entorno	X		X	
			Amenazas, impactos y presiones	X		X	
			Acciones a emprender para mejorar	X		X	
		Estudio de Impacto ambiental	Localización del proyecto	X		X	
			Breve descripción del proyecto	X		X	
			Características ambientales del entorno	X		X	
			Impactos Ambientales Significativos (Directos e Indirectos)	X		X	
			Componentes ambientales afectados	X		X	
			Medidas de Mitigación propuesta	X		X	

**Ing.º CIP ROMÁN AGUIRRE ORTIZ**  
 Ingeniero Civil  
 Registro del Colegio de Ingenieros Nº 72108

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del Instrumento : Ficha de Recolección de Datos  
Objetivo : Validar el instrumento de evaluación a Ingenieros expertos.  
Dirigido a : Ingenieros Civiles Expertos en Diseño Vial de la Ciudad de Huaraz.  
Valorización del instrumento :

Malo	Regular	Bueno	Excelente
		X	

Apellidos y Nombres del Experto :

ROMÁN AGUIRRE ORTIZ

Grado Académico del Experto :

Magister



Ing<sup>o</sup> CIP ROMÁN AGUIRRE ORTIZ  
Ingeniero Civil  
Miembro del Colegio de Ingenieros # 23106

FIRMA DEL EXPERTO

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: **MORALES CASTRO HÉCTOR RAFAEL**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMS	CRITERIOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN			
				RELACIÓN ENTRE VARIABLES Y DIMENSIONES		RELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN Y LOS ÍTEMS	
				SI	NO	SI	NO
Diseño comparativo	Diseño de Pavimentos	Estudio de Topografía	Identificación de punto de control	X		X	
			Coordenadas de Punto de Control	X		X	
			Itinerario de Punto de Control	X		X	
			Plano de referencia de punto de control	X		X	
		Estudio de Canteras	Localización de la cantera	X		X	
			Características del Material	X		X	
			Posibilidades de Utilización	X		X	
		Estudio de Hidrología y Drenaje	Localización del proyecto	X		X	
			Hidrología (Cuencas, Niveles de Agua, Caudal)	X		X	
			Usos Humanos del Agua y del Entorno	X		X	
			Amenazas, impactos y presiones	X		X	
			Acciones a emprender para mejorar	X		X	
		Estudio de Impacto ambiental	Localización del proyecto	X		X	
			Breve descripción del proyecto	X		X	
			Características ambientales del entorno	X		X	
			Impactos Ambientales Significativos (Directos e Indirectos)	X		X	
			Componentes ambientales afectados	X		X	
			Medidas de Mitigación propuesta	X		X	


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Arequipa - Huari  
  
 Ing. Héctor Rafael Morales Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR. 102200



**Anexo 4**  
**ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

# **ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

## **1. RESPONSABLE**

Los responsables del estudio topográfico estuvo a cargo de los tesistas: Castillo Cordova Juan Luis y Chavez Tarazona Jaime Marcelo y con la ayuda de un equipo de apoyo, se han realizado los levantamientos topográficos y de información de campo in situ.

## **2. GENERALIDADES**

El presente informe corresponde al estudio topográfico del proyecto de Investigación: **“Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019”**, el cual presenta los parámetros topográficos que permiten obtener el plano topográfico y de ubicación que define el terreno en estudio.

El levantamiento topográfico se ha realizado en dos etapas:

- La primera etapa se desarrolló con el uso del GPS Navegador, y consistió netamente en el reconocimiento del terreno en estudio y monumentación de los Bms en in situ.
- La segunda etapa se desarrolló con el uso de ESTACIÓN TOTAL MODELO TS06 PLUS5” R500 FLEX LINE LEICA y consistió en el levantamiento topográfico del terreno en estudio.

Con ello se ha podido establecer el eje de la carretera Puente Parco – Utcuyacu, el alineamiento, las obras de arte necesarias para su óptimo funcionamiento, así como sus relieves topográficos colindantes, dentro de la zona en estudio.

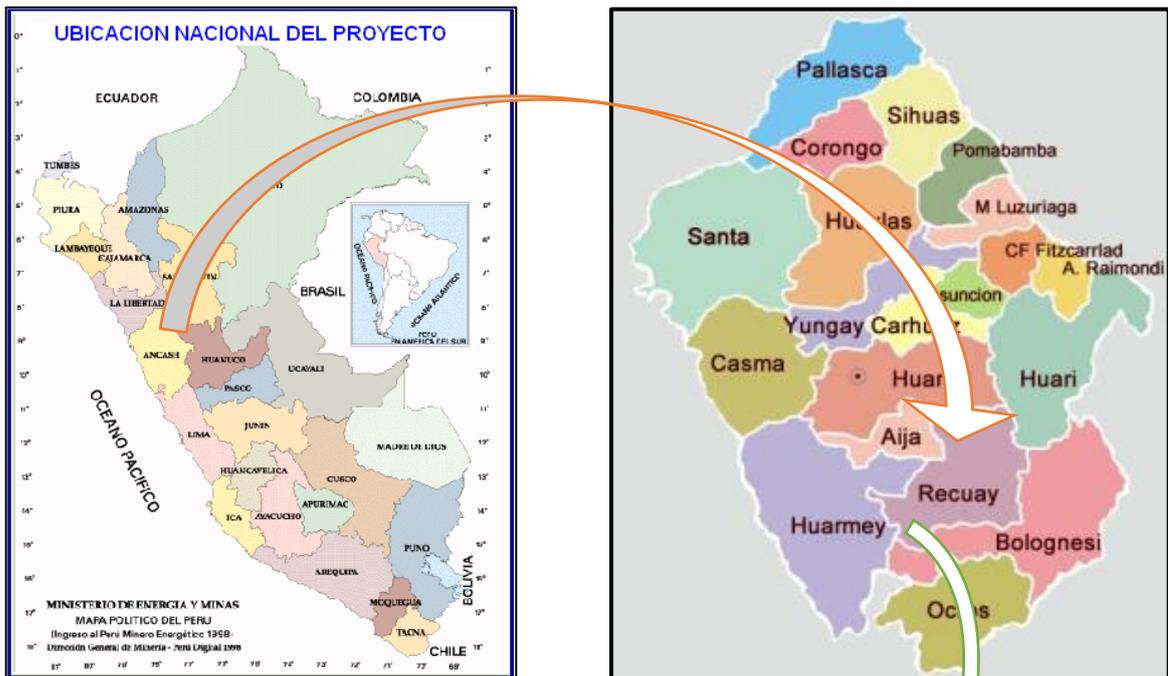
## **3. UBICACIÓN**

### **3.1. UBICACIÓN POLÍTICA**

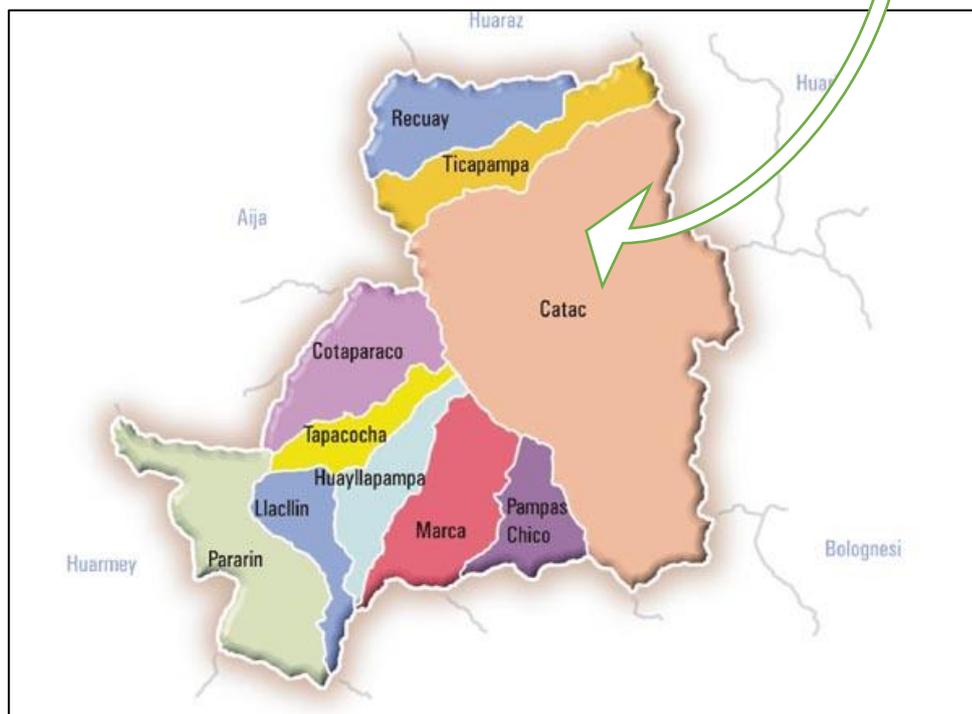
Departamento : Áncash.

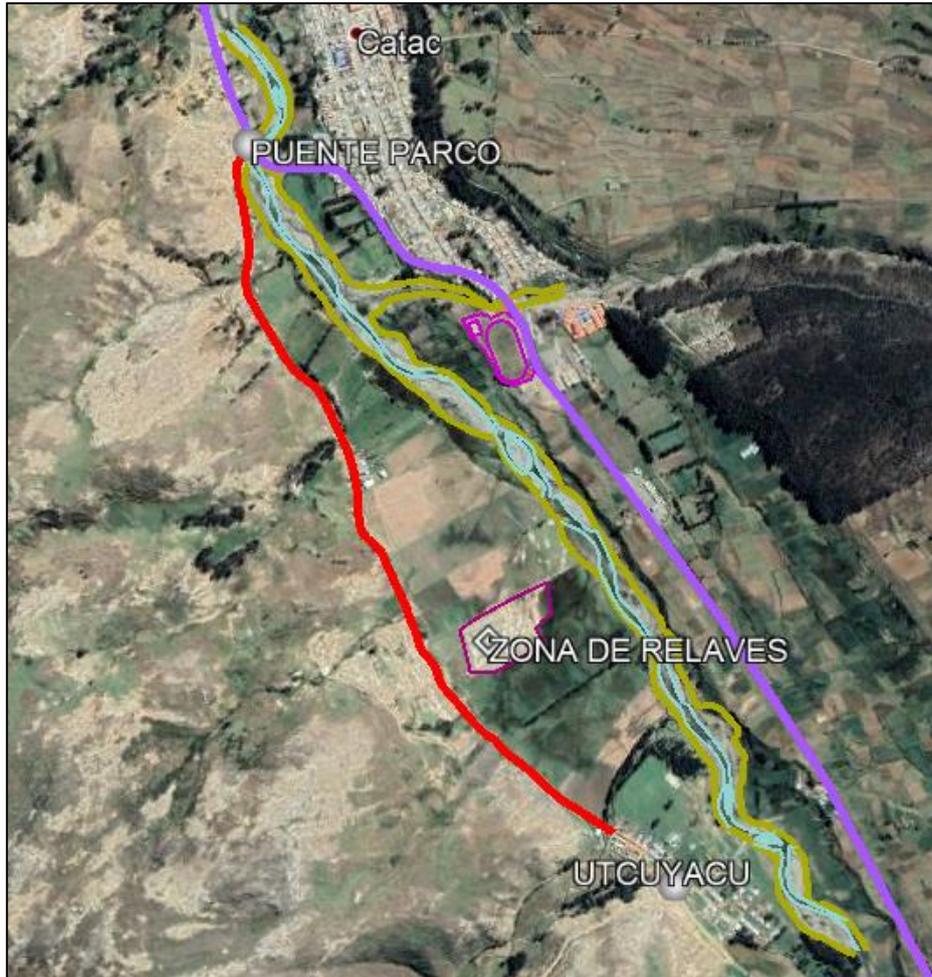
Provincia : Recuay.  
Distrito : Cátac.  
Localidad : Utcuyacu.

• **Gráfico 01: Macrolocalización del Proyecto**



• **Gráfico 02: Microlocalización del Proyecto**





Fuente: (Google Earth)

### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto en estudio, se encuentra ubicado dentro del Distrito de Cátac, Provincia de Recuay, Región Áncash, en las coordenadas UTM WGS84 18S Puente Parco inicio de proyecto de investigación Este: 233039.000, Norte: 8915188.000, Cota: 3558.000 m.s.n.m., punto final del proyecto de investigación Este: 234211.000, Norte: 8913190.000, Cota: 3617.000

Sus límites geográficos son:

- |         |                           |
|---------|---------------------------|
| - Norte | : Río Santa               |
| - Sur   | : Comunidad de Cátac      |
| - Este  | : Río Santa               |
| - Oeste | : Comunidad de Cotaparaco |

### 3.3. VÍAS DE ACCESO

La Localidad de Utcuyacu se encuentra comunicada por vía terrestre, desde la ciudad de Huaraz por la carretera Ruta Nacional PE-3N (Carretera Longitudinal de la Sierra en el Perú), cuenta con vía asfaltada en buen estado hasta el km 543+410.000 ubicado en cruce del puente parco, el tiempo es de 53 minutos aproximadamente en combis que transcurren todo el día así se en temporadas de lluvias, desde el cruce Puente Parco hasta la localidad de Utcuyacu cuenta con carretera afirmada en buen estado el tiempo es de 6 minutos en combis.

TRAMO DE RECORRIDO	TIEMPO	VÍA	ESTADO	DISTANCIA
Huaraz – Cruce Parco	53 min	Carretera Asfaltada	Bueno	D = 38.2 KM
Cruce Parco - Utcuyacu	6 min	Carretera Afirmado	Bueno	D = 2.5 KM

### 4. OBJETIVOS

El objetivo principal del levantamiento topográfico efectuado consistió en la dotación de coordenadas y elevaciones de los puntos de la superficie a efectos de representarlos visualmente. Estas coordenadas están referidas al Sistema Universal de Transverse Mercator Grid UTM WGS 84 Zona 18S.

Mediante el presente estudio se pudo obtener el plano topográfico y de ubicación que define el área de estudio, como son: ubicación, curvas de nivel, secciones transversales, accesos, relieve y otros datos necesarios, para la proyección y ejecución de estructuras de ingeniería u otros y en base a ello se realizará el proyecto de investigación “**Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019**”.

### 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

La zona donde se ubica el proyecto se encuentra en el distrito de Cátac localidad de Utcuyacu, iniciando los trabajos en el km 543+410.000 ubicado en el cruce del puente parco, inicio del proyecto de investigación en el Km 00+000.00.

El área del proyecto presenta una topografía semi-plana y un poco ondulada.

## **6. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Dado que por lo general es una constante para estudios de este tipo en zonas aisladas disponer de poca o ninguna información, se recurrió a complementarla con visitas de campo y levantamientos topográficos existentes de la zona.

Para desarrollar el proyecto motivo del estudio se utilizaron mapas con la mayor información posible de la ubicación del proyecto, vías de acceso, relieve, curvas de nivel, etc. En tal sentido la realización de los estudios en su fase inicial comprendió:

- Búsqueda de información cartográfica, con el fin de ubicar el proyecto y caracterizar la zona, apoyados con el Google Earth.
- Prospección de campo, con la finalidad de corroborar la información obtenida en la etapa preliminar de gabinete.
- Levantamiento topográfico para complementar la información restante que no se obtenga en mapas cartográficos.

El levantamiento topográfico se desarrolló en el mes de Diciembre del 2019 con una duración de 02 días, los trabajos realizados se llevaron a cabo durante el invierno, con equipo calibrado para dicha temperatura y la facilidad de carretera que llega al lugar de trabajo para trasladar los equipos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Adecuarse al esquema propuesto por la Universidad Cesar Vallejo, para el pre diseño los pavimentos a proyectarse.
- Ubicación de los puntos de la poligonal, levantamiento del eje de la carretera, toma de datos para el perfil longitudinal y secciones transversales.

- Ubicación de Bench Mark (BMs), en lugares más visibles para poder abarcar casi toda la zona del proyecto y así avanzar con los trabajos de campo, sobre roca firme y estacados de fierro de 3/8", en lo posible según la disponibilidad del elemento fijo encontrado, los cuales se conservarán en el tiempo, estos fueron identificados y señalizados, el texto de identificación se realizó tallado en el concreto y con pintura de color celeste.
- Los levantamientos topográficos a detalle se han realizado en cruce de ríos, riachuelos, quebradas y en las zonas donde se diseñarán obras de arte específicos, esto a lo largo de la carretera Puente Parco - utcuyacu.

## **6.1. PRIMERA ETAPA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

### **A. TRABAJO DE CAMPO**

Se desarrolló con el uso del GPS, y consistió netamente en el reconocimiento del terreno en estudio, elaborando para tal efecto un croquis detallado del mismo. Se tomó como punto de inicio en el BM-01 a unos 25 metros aguas arriba lado derecho de la carretera en estudio las coordenadas UTM: Este: 233035.000 m Norte: 8915158.000 Cota: 3562.000m.s.n.m.

Se recorrió toda la carretera en estudio desde el cruce puente parco hasta la localidad de Utcuyacu; anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de la comparación de los diseños de ambos pavimentos:

- Puente 1: Este: 233033.890 Norte: 8914806.810 Cota: 3575.000
- Puente 2: Este: 233296.840 Norte: 8914390.880 Cota: 3589.000
- Puente 3: Este: 234030.090 Norte: 8913333.570 Cota: 3604.000

Para el reconocimiento del terreno en estudio, se utilizaron los siguientes recursos:

#### Equipos

- 01 GPS (GARMIN eTrex 10)
- Cámaras fotográficas

- Winchas

#### Brigadas de Campo

- 01 Brigada de campo:  
Consta de: 03 personales de apoyo para el manejo de los equipos.

#### Apoyo complementario

- Una camioneta 4x4 doble cabina.
- Una oficina provisional en Recuay.

### **B. TRABAJO DE GABINETE.**

Concluido el trabajo de campo, se ha procedido a realizar el vaciado de datos del GPS al programa "Excel", el cual incluye las coordenadas UTM de los puntos tomados en campo. Posteriormente se ha realizado la visualización de los puntos en el software Google Earth, y la definición primaria del eje de la carretera, en el programa AutoCAD trazando en primer lugar las curvas de nivel, esquematizando la ubicación de las viviendas.

#### Equipos y Softwares

- 01 Computadora Core i7
- 01 GPS (GARMIN eTrex 10)
- Microsoft Office Excel (Procesamiento de Datos).
- Microsoft Office Word
- AutoCAD Civil 3D 2020
- Google Earth (Visualización topográfica del terreno).

## **6.2. SEGUNDA ETAPA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

### **A. TRABAJO DE CAMPO**

Para realizar esta actividad, se conformó un equipo de trabajo y se procedió a tomar los puntos mediante el uso de la estación total de toda la zona del proyecto, así mismo se tomó los puntos donde se encuentran las estructuras existentes tales como puentes, alcantarillas, casas, postes, buzones y todas las estructuras existentes en el tramo del proyecto. Se comenzó el recorrido empezando en la carretera PE-3N puente parco y terminando en la

localidad de Utcuyacu, se realizó el levantamiento topográfico de toda la franja de la zona donde será proyectado la comparación de los pavimentos, tomando puntos todo el terreno, quebradas, rellenos, viviendas, caminos cercanos y todos los detalles necesarios para poder obtener el plano de planta, perfil longitudinal y secciones transversales de toda la zona del proyecto. Así mismo se procedió a monumentar y pintar los puntos de control Bench Mark (BM) sobre puntos fijos.

Así mismo, se han encargado de levantar desde los puntos de control nivelados, los puntos del eje de la carretera (puntos necesarios, cada punto de cambio del perfil transversal), dentro del límite y posibilidades del trabajo.

Para el levantamiento topográfico de la carretera en estudio se utilizaron los siguientes equipos:

#### Equipo Topográfico

01 GPS (GARMIN eTrex 10)  
 Estación Total Modelo TS06 PLUS5" R500 Flex Line Leica  
 02 prismas

#### Brigadas de Campo

01 Brigada de campo:  
 Consta de: 02 tesisistas, Operador de GPS y Estación Total  
 02 personales de apoyo en el traslado de prismas.

#### Características del instrumento utilizado:

ESTACIÓN TOTAL.  
 El equipo empleado fue la Estación Total Modelo TS06 PLUS5" R500 Flex Line Leica, con las características siguientes:

### **B. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TOTAL**

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
<b>MEDICIÓN DE ÁNGULOS (HZ, V)</b>	
Precisión <sup>1</sup>	R500 1", 2", 3", 5" R1000
Método	Absoluto, continuo, diamétrico: en todos los modelos
Resolución de la pantalla	0,1"/0,1 mgon/0,01 mil
Compensación	Compensación del eje cuádruple: en todos los modelos

Configuración de precisión del compensador	0,5"/0,5"/1"/1,5"	
Alcance del compensador	0,07 gon	
Tornillos sin fin	Movimientos suaves sin retrasos en los tiempos de espera	
<b>DISTANCIÓMETRO CON PRISMA</b>		
Alcance <sup>2</sup> Prisma redondo (Leica GPR1)	3500 m	
Alcance <sup>2</sup> (Prisma largo Leica GPR1)	R500 R1000	>10 000 m
Alcance <sup>2</sup> Cinta reflectante (60 mm x 60 mm)	>500 m <sup>9</sup> >1000 m <sup>10</sup>	
Precisión <sup>3</sup>	Precisión+	1,5 mm + 2,0 ppm
	Precisión y rapidez	2,0 mm + 2,0 ppm
	Seguimiento	3,0 mm + 2,0 ppm
Tiempo de medición típico <sup>4</sup>	1,0 s	
Medición en modo «Precisión+»	2,4 s	
<b>DISTANCIÓMETRO SIN PRISMA<sup>8</sup></b>		
Alcance <sup>5</sup> PinPoint	R500	> 500 m
	R1000	>1000 m
Precisión <sup>3 6</sup>	2 mm + 2 ppm	
Tamaño del punto láser (60 mm x 60 mm)	A 30 m: 7 x 10 mm aprox.	
	A 50 m: 8 x 20 mm aprox.	
<b>ALMACENAMIENTO DE DATOS/COMUNICACIÓN</b>		
Memoria interna	Máx.: 100 000 puntos fijos	
	Máx.: 60 000 mediciones	
Interfaces	En serie (tasa de baudios de hasta 115'200)	
	USB tipo A y mini B	
	Bluetooth® inalámbrico, clase 1, 150 m	
	TCPS29 (non-EU) > 1000 m TCPS30 (EU) > 500 m	
Formatos de datos	GSI/DXF/LandXML/CSV/formatos ASCII definibles por el usuario	
<b>LUCES GUÍA DE REPLANTEO (EGL)</b>		
Profundidad de medición (condiciones atmosféricas típicas)	5 m-150 m	
Precisión de posición	5 cm a 100 m	
<b>ANTEOJO</b>		
Aumento	30 x	
Poder de resolución	3"	
Campo de visión	1° 30' (1,66 gon)	
	2,7 m a 100 m	
Alcance de enfoque	1,7 m al infinito	
Retículo	Iluminado, 10 niveles de brillo	
<b>TECLADO Y PANTALLA</b>		
Teclado y pantalla	Teclado alfanumérico completo con pantalla táctil a color, gráficos, 320 x 240 píxeles (Q-VGA), iluminación de las teclas y la pantalla, 5 niveles de brillo	
Posición	CD, CI	
<b>SISTEMA OPERATIVO</b>		
Windows CE	5.0 Core	

PLOMADA LÁSER		
Tipo	Puntero láser, 5 niveles de brillo	
Precisión de centrado	1,5 mm a una altura del instrumento de 1,5 m	
BATERÍA		
Tipo	Ion de Litio	
Tiempo de funcionamiento <sup>7</sup>	30 horas aprox.	
Tiempo de carga	2,3 horas	
PESO		
Estación total incluidos GEB211 y base nivelante	5,1 kg	
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES		
Rango de temperatura (funcionamiento)	De -20 °C a +50 °C (De -4 °F a +122 °F)	Versión Arctic: de -35 °C a +50 °C (de -31 °F a +122 °F)
Polvo/agua (IEC 60529) humedad	IP55, 95%, sin condensación	
SOFTWARE INTEGRADO LEICA FLEXFIELD PLUS		
Aplicaciones incluidas	Levantamiento incl. Visualización de Mapas, Replanteo, Estacionamiento: Inversa, Inversa Local, Inversa Helnert, Orientación (Ángulos & Coordenadas), Transferencia de Cota, Area (Plano » Fachada), MDT Cálculo de Volúmen, Distancia entre puntos (MLM), Altura Remota, Puntos ocultos, Comprobación de Orientación, Offset, Línea de Referencia, Arco de Referencia, Plano de Referencia, COGO, Carreteras 2D	
Aplicación adicional	Carreteras 3D, Poligonal	
PROTECCIÓN ANTIRROBO		
mySecurity	Código PIN/PUK	

- 1) Desviación estándar ISO-17123-3.
- 2) Nublado, sin niebla, visibilidad de 40 km; sin reverberación.
- 3) Desviación estándar ISO-17123-4.
- 4) Modo Precisión y rapidez del prisma.
- 5) Bajo condiciones óptimas a Tarjeta Kodak Gris (90% reflectividad). Rango máximo variable dependiendo de condiciones atmosféricas, reflectividad y tipo de superficie.
- 6) Alcance > 500 m 4 mm + 2 ppm.
- 7) Medición única cada 30 segundos a 25°C. La duración de la batería podría verse reducida si no es nueva. Batería interna GEB222.
- 8) El tiempo de medición sin reflector podría variar de acuerdo con los objetos a medir, la situación de observación y las condiciones medioambientales.
- 9) Con la opción R500 en modo sin prisma.
- 10) Con la opción R1000 en modo sin prisma.

### **C. TRABAJO DE GABINETE**

Concluido el trabajo de campo, se ha procedido a realizar el vaciado de datos del GPS y de la Estación Total al programa "Excel", el cual incluye las coordenadas UTM de los puntos tomados en campo. Posteriormente se cargaron los puntos al programa Autocad CIVIL 3D 2020 realizando la triangulación y generación de un modelo digital de la superficie del terreno, obteniéndose las curvas de nivel, los detalles, ubicación de viviendas entre otros..

#### **Equipos y Softwares**

- 01 Computadoras Core i7
- 01 GPS (GARMIN eTrex 10)
- 01 Plother HP De sign Jet 800 42BY HP
- Microsoft Office Excel (Procesamiento de Datos).
- Microsoft Office Word
- AutoCAD civil 3D 2020
- Google Earth (Visualización topográfica del terreno).

### **7. RESULTADOS**

En el levantamiento topográfico se obtuvo un total de 1132 puntos.

- Para este trabajo se han materializado una serie de bases topográficas las que se han definido en puntos específicos sobre el suelo y han sido marcados con pintura. Las bases topográficas empleadas son las que se indican a continuación:

CUADRO N°01: BENCH MARK, para fines de replanteo.

#### **DATOS DE BMs Y ESTACIONES**

<b>N°</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	8915158.000	233035.000	3562.000	BM-01
2	8913884.213	234186.953	3591.324	BM-02
3	8912958.614	234828.543	3624.196	BM-03
4	8913416.771	233879.731	3613.542	BM-04

Fuente: Elaboración propia

- El levantamiento topográfico se ha realizado considerando los estándares de calidad necesarias, buscando lograr la precisión necesaria para garantizar los diseños de los planos.
- Planos de planta y perfil longitudinal de la carretera existente.
- Todos los planos estarán presentados en formatos A3, A2 y A1 según los requerimientos de escala de cada uno de los planos.

## **8. CONCLUSIONES**

- En la Etapa del post proceso de toma de puntos con GPS se utilizó el software Google Heart y AutoCad para realizar el cierre, ajustes y cálculos necesarios para la obtención de las coordenadas de todos los puntos de control que componen la Red Geodésica.
- Los valores de coordenadas y factores de escala de los puntos de control de la Red Geodésica obtenidos en la etapa Geodesia constituyen el punto de partida para todo trabajo de Geodesia o Topografía a Desarrollarse
- Todos los trabajos efectuados en adelante guardaran relación con los desarrollados a la fecha ya que se utilizara el mismo sistema geodésico oficial vigente en el proyecto (Sistema de referencia WGS84).

## **9. RECOMENDACIONES**

- En la etapa de construcción, para trabajos de Topografía y/o Geodesia a desarrollarse, se recomienda homologar bajo los mismos sistemas de referencia planimétrico y altimétrico establecidos.
- Para Trabajos de topografía donde se requiera medir a través de estación total distancias a 500 metros se recomienda utilizar el factor de escala correspondiente a la línea de base de partida (factor de escala 1).
- Se recomienda verificar periódicamente el estado físico de los puntos de la Red Geodésica establecida ya que debido a factores climatológicos, movimientos de tierra, tránsito de vehículos y personas, algunos de los monolitos establecidos podrían alterarse en su posición, originándose una mala referencia.

## **ANEXOS**

- Anexo N° 01: Fichas de descripción de puntos de control (BMs).
- Anexo N° 02: Panel Fotográfico
- Anexo N° 03: Certificado de Calibración de Equipo (Estación Total)
- Anexo N° 04: Planos

## FICHA DESCRIPCIÓN DE PUNTO

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>  <h1 style="margin: 0;">BM-01</h1>	<b>CATEGORÍA:</b> <b>PUNTO DE CONTROL BM</b>
	<b>TÉCNICA DE MEDICIÓN:</b> <b>POLIGONAL – ESTACIÓN Y CORRECCIÓN</b>
Coordenadas PSAD 56: Geográficas	Coordenadas PSAD 56: Proyecto Utm(18)
Coordenadas WGS-84: Geográficas	Coordenadas WGS-84: Proyecto Utm(18)  <div style="text-align: center;"> <b>8'915,158.000 N</b>  <b>233,035.000 E</b> </div>
<b>Altura Elipsoidal:</b>	<b>Altura Geoidal:</b> 3562.000 msnm
	<b>Determinando por:</b> Los investigadores
<b>Parámetros Transformación:</b> ING - PERU	<b>Fecha:</b> Enero - 2020
	<b>Equipo:</b> TS06 PLUS5" R500 LEICA

**Itinerario:** El punto se encuentra situado al margen izquierdo de la carretera tramo Puente Parco - Utcuyacu, Punto de Control monumentado con Concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$  y acero de  $\phi=3/8$  pintado de color celeste y transcrito en el concreto **BM-1 UCV**



Plano de Referencia:



## FICHA DESCRIPCIÓN DE PUNTO

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>  <h1 style="margin: 0;">BM-02</h1>	<b>CATEGORÍA:</b> <b>PUNTO DE CONTROL BM</b>	
	<b>TÉCNICA DE MEDICIÓN:</b> <b>POLIGONAL – ESTACIÓN Y CORRECCIÓN</b>	
<b>Coordenadas PSAD 56: Geográficas</b>		
<b>Coordenadas PSAD 56: Proyecto Utm(18)</b>		
<b>Coordenadas WGS-84: Geográficas</b>		
<b>Coordenadas WGS-84: Proyecto Utm(18)</b>  <h2 style="margin: 0;">8'913,884.213 N</h2> <h2 style="margin: 0;">234,186.953 E</h2>		
<b>Altura Elipsoidal:</b>	<b>Altura Geoidal:</b> 3591.324 msnm	<b>Determinando por:</b> Los investigadores
<b>Parámetros Transformación:</b> ING - PERU	<b>Fecha:</b> Enero - 2020	<b>Equipo:</b> TS06 PLUS5" R500 LEICA

**Itinerario:** El punto se encuentra situado al margen derecho aguas abajo del rio santa, Punto de Control monumentado con Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y acero de  $\phi=3/8$  pintado de color celeste y transcrito en el concreto **BM-2 UCV**



Plano de Referencia:



## FICHA DESCRIPCIÓN DE PUNTO

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>  <h1 style="margin: 0;">BM-03</h1>	<b>CATEGORÍA:</b> <b>PUNTO DE CONTROL BM</b>	
	<b>TÉCNICA DE MEDICIÓN:</b> <b>POLIGONAL – ESTACIÓN Y CORRECCIÓN</b>	
<b>Coordenadas PSAD 56: Geográficas</b>		
<b>Coordenadas PSAD 56: Proyecto Utm(18)</b>		
<b>Coordenadas WGS-84: Geográficas</b>		
<b>Coordenadas WGS-84: Proyecto Utm(18)</b>  <h2 style="margin: 0;">8'912,958.614 N</h2> <h2 style="margin: 0;">234,828.543 E</h2>		
<b>Altura Elipsoidal:</b>	<b>Altura Geoidal:</b> 3624.196 msnm	<b>Determinando por:</b> Los investigadores
<b>Parámetros Transformación:</b> ING - PERU	<b>Fecha:</b> Enero - 2020	<b>Equipo:</b> TS06 PLUS5" R500 LEICA

**Itinerario:** El punto se encuentra situado al margen derecho aguas abajo del rio santa, Punto de Control monumentado con Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y acero de  $\phi=3/8$  pintado de color celeste y transcrito en el concreto **BM-3 UCV**



Plano de Referencia:



## FICHA DESCRIPCIÓN DE PUNTO

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>  <h1 style="margin: 0;">BM-04</h1>	<b>CATEGORÍA:</b> <b>PUNTO DE CONTROL BM</b>
	<b>TÉCNICA DE MEDICIÓN:</b> <b>POLIGONAL – ESTACIÓN Y CORRECCIÓN</b>
Coordenadas PSAD 56: Geográficas	Coordenadas PSAD 56: Proyecto Utm(18)
Coordenadas WGS-84: Geográficas	Coordenadas WGS-84: Proyecto Utm(18)  <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">             8'913,416.771 N              233,879.731 E           </div>
Altura Elipsoidal:	<b>Altura Geoidal:</b> 3613.542msnm  <b>Determinando por:</b> Los investigadores
Parámetros Transformación: ING - PERU	<b>Fecha:</b> Enero - 2020  <b>Equipo:</b> TS06 PLUS5" R500 LEICA

**Itinerario:** El punto se encuentra situado al margen derecho de la carretera Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Punto de Control monumentado con Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y acero de  $\varnothing=3/8$  pintado de color celeste y transcrito en el concreto **BM-4 UCV**



Plano de Referencia:



## Anexo 2: Panel Fotográfico



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 01: En la vista fotográfica se aprecia a los investigadores estacionando el equipo topográfico e iniciando los trabajos de levantamiento topográfico.



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 02: En la vista fotográfica se aprecia al investigador estacionado en el BM-04 tomando lectura al BM-02 a una distancia de 559.363ml.



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 03: En la vista fotográfica se aprecia a los investigadores realizando la toma de puntos topográficos en el talud superior de la carretera.



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 04: Vista fotográfica de los investigadores realizando la toma de puntos desde el BM-02.



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 05: Vista de los investigadores realizando trabajos topográficos.



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 06: En la vista fotográfica se aprecia al investigador nivelando la prisma para realizar un cambio de estación referencia BM-03.



Fuente: Realizado por los investigadores

Foto N° 07: Vista fotográfica de los investigadores.

## Anexo N° 03: Certificado de Calibración de Equipo (Estación Total)

- when it has to be right 

  
5127  
Geotop  
Cert. Blue  
Telf: 01 2684011

# Leica Geosystems

## Certificado de Calibración Blue

El Certificado de Calibración "Blue" sin valores de medición, emitido por un Servicio Técnico Autorizado.

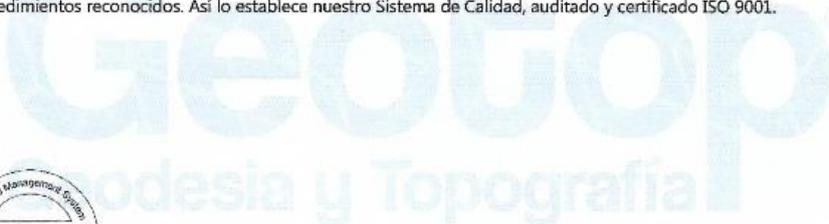
<b>Producto:</b>	<b>TS06+ 5 R500</b>	<b>N° de Certificado:</b>	1891002-02132019
<b>N° Artículo:</b>	785778	<b>Fecha de inspección:</b>	13 Octubre, 2019
<b>N° de Serie:</b>	1891002	<b>N° de Orden:</b>	37373
<b>N° de Equipo:</b>	8343344	<b>N° de Pedido:</b>	01-010235
<b>Emitido por:</b>	Servicio Técnico Autorizado Geodesia y Topografía S.A.C. Lima Perú	<b>Solicitado por:</b>	Geodesia y Topografía S.A.C.
		<b>Cliente:</b>	CASTILLO CORDOVA JUAN LUIS

**Conformidad**

El Certificado de Calibración "Blue" sin valores de medición, emitido por un Servicio Técnico Autorizado, corresponde con el Certificado O de Inspección del Fabricante, de acuerdo con la DIN 55 350 Parte 18-4.2.1.

**Certificado**

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado y cumple con las especificaciones del producto. El equipo patrón utilizado para el test tiene trazabilidad con los estándares nacionales o con procedimientos reconocidos. Así lo establece nuestro Sistema de Calidad, auditado y certificado ISO 9001.



	Geodesia y Topografía S.A.C.	13 Octubre, 2019
	 Ing. Jorge Camacho Coordinador Servicio Técnico	 Osmar Pereira Jefe de Servicio Técnico

N° de Certificado 1891002-02132019  
N° Art. 5003367  
Este Certificado no puede ser reproducido parcialmente ni en su totalidad, sin previa aprobación escrita de la entidad emisora.

Página 1/1

Geodesia y Topografía S.A.C.  
Av. Tomás Marsano 2388  
Miraflores - Lima  
+51 1 268 4011  
Perú  
[www.geotop.com.pe](http://www.geotop.com.pe)



AÑO: 2019  
N° Cert - 11412

**REPORTE DE CALIBRACIÓN**



OTORGADO A: CASTILLO CORDOVA JUAN LUIS

R.U.C: 10470419585

EQUIPO: Estación Total Marca LEICA Modelo TS06 PLUS 5" R500 Flex Line

SERIE: 1891002

FECHA DE EMISION: 2019-10-13

GEOTOP SAC , CERTIFICA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18723, SEGUN LOS ESTANDARES INTERNACIONALES ESTABLECIDOS

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO SEGÚN EL FABRICANTE**

Precisión del Distanciómetro:  $\pm(2+2 \text{ ppm} \times D)$  mm  
Constante Estadimétrica 100m  
Telescopio Imagen directa: 30X  
Lectura Mínima: 1",5"  
Precisión Angular: 5"

**VERIFICACIÓN DEL EQUIPO**

**PANEL DE CONTROL**

CONDICION FISICAOK  
FUNCIONES DEL TECLADOOK  
MARCAS DEL TECLADOOK

**BASE**

CONDICION FISICAOK  
NIVELOK  
TORNILLOSOK

**REVISIÓN**

ERROR VERTICAL OK  
ERROR HORIZONTAL OK  
DOBLE CENTRO OK  
PERPENDICULARIDAD OK  
PLOMADA LASER OK  
PUNTERO LASER OK

**MECANICA**

ASASOK  
ROTACION HORIZONTALOK  
ROTACION VERTICALOK

**PRECISIÓN**

ANGULO HORIZONTALOK  
ANGULO VERTICALOK

**APARIENCIA VISIBLE**

COLOR OK  
LIMPIEZA OK

**CALIBRACIÓN**

VERTICALOK  
HORIZONTALOK

**PATRON DE MEDICIONES DEL INSTRUMENTO EN 00°00'00"**

ANGULO HZ	00°00'00"	Der.	180°00'00"
ANGULO V	90°00'00"	180°	270°00'00"
Arriba	60°00'00"	180°	240°00'00"
Abejo	120°00'00"	180°	300°00'00"

**MEDICIONES DE PATRÓN**

ANGULO HZ	00°00'00"	180°00'00"
ANGULO V	90°00'00"	270°00'00"

RESULTADO V=OK HZ=OK

**VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO**

	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	360	00	05
HORIZONTAL	360	00	02

**VALOR A CORREGIR**

	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	00	00	05
HORIZONTAL	00	00	02

**VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO**

	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	360	00	02
HORIZONTAL	360	00	01

**CALIBRACIÓN DEL DISTANCIOMETRO**

MEDIDA INICIAL (m)	CORRECCION DE MEDIDA/PATRÓN DE MEDIDA INICIAL (m)	MEDIDA PATRÓN (m)	MEDIDAS CORREGIDAS (m)	DIFERENCIA DE MEDIDA/PATRÓN DE MEDIDA CORREGIDA (m)
50	0.00	50	50	0.00
150	0.00	150	150	0.00
200	0.00	200	200	0.00

**RANGO DE TOLERANCIA**

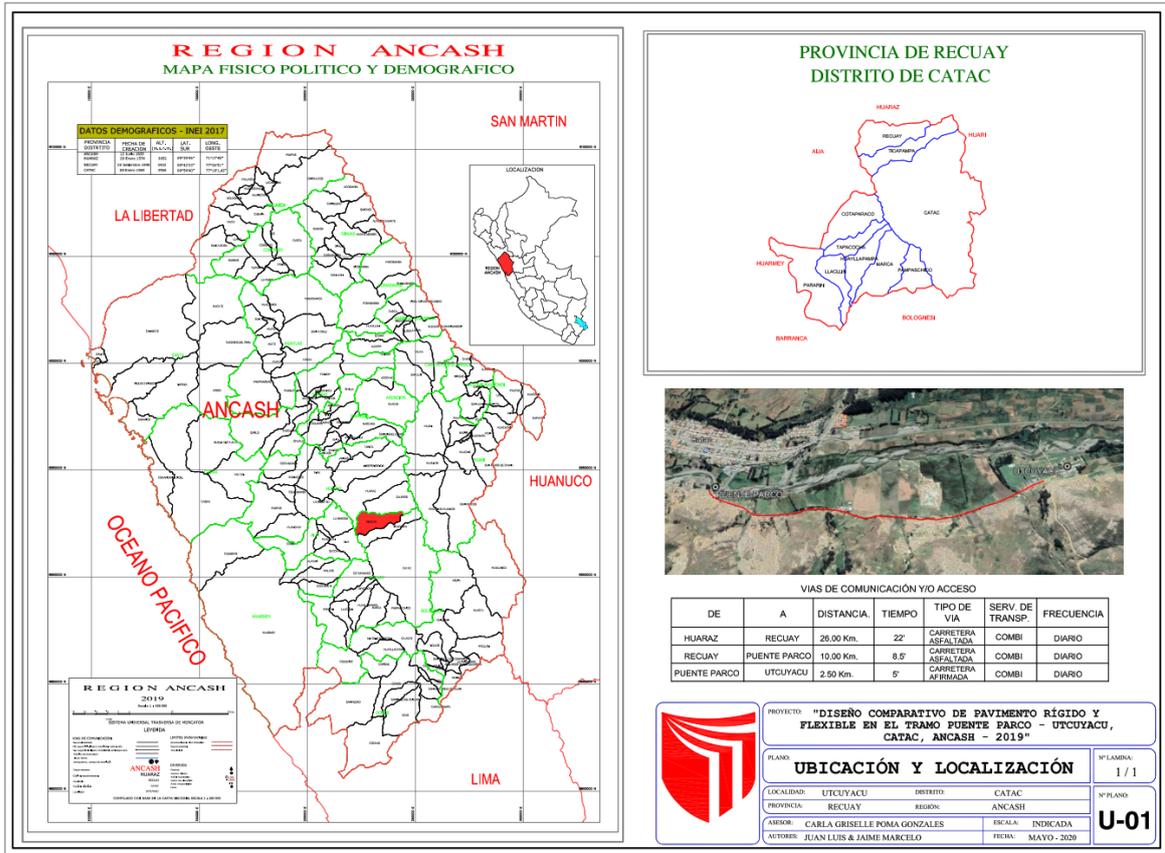
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
+	360	00	05
-	359	58	55

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MENCIÓN SE  
ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO  
Y CALIBRADO, SEGÚN NORMA DIN 18723.

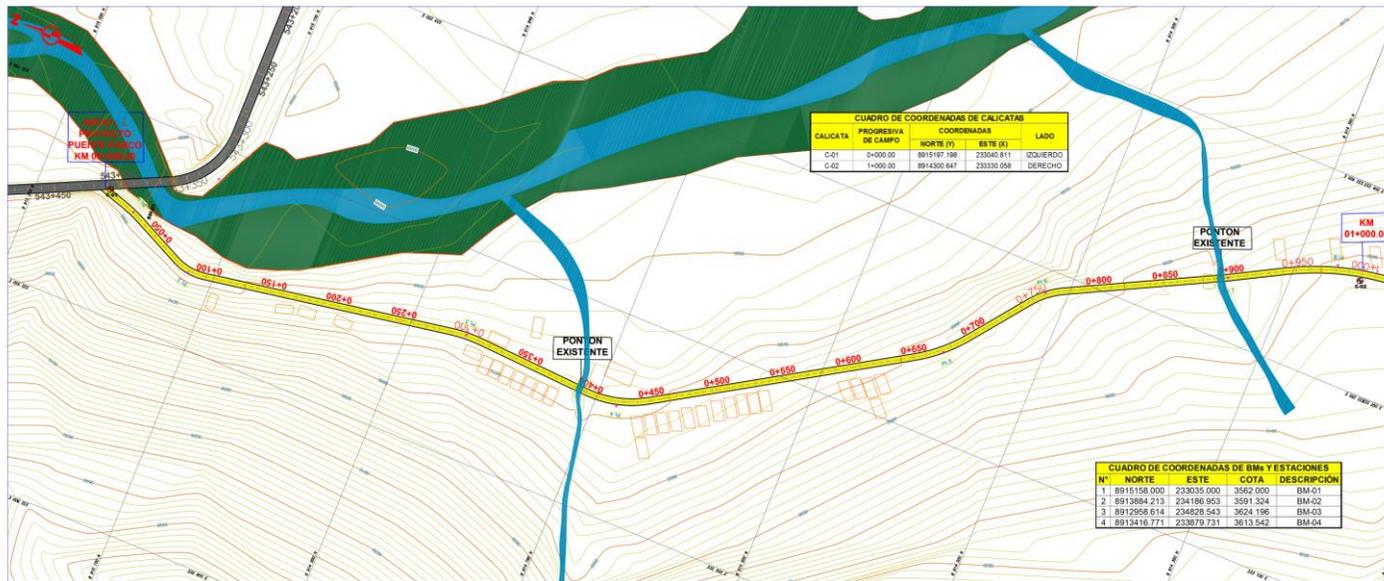
**CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN**

Lugar: Taller de Servicio Técnico de GEOTOP S.A.C.  
Temperatura: Promedio de 20 grados C con variación de  $\pm$  0.5 grados C Humedad Relativa de 58%.

# Anexo N° 04: Planos



U-01: Plano de Ubicación y Localización del Proyecto

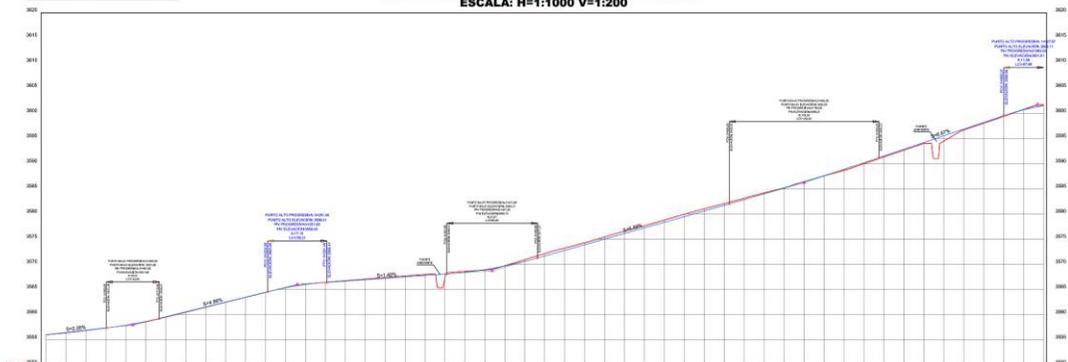


CALICATA	PROGRESIVA DE CAMPO	COORDENADAS		LADO
		NORTE (Y)	ESTE (X)	
C-01	0+000.00	8915187.198	233040.811	IZQUIERDO
C-02	1+000.00	8914300.847	233330.058	DERECHO

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	8915158.000	233035.000	3562.000	BM-01
2	8913884.213	234196.953	3591.324	BM-02
3	8912958.614	234628.543	3624.195	BM-03
4	8913416.771	233879.731	3613.542	BM-04

PLANTA TOPOGRAFICA  
Esc. 1:1500

PERFIL LONGITUDINAL KM 0+000.00 - KM 1+000.00  
ESCALA: H=1:1000 V=1:200



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
01	S27°21'04"W	8°14'12"	80.00	6.86	13.72	13.71	0.26	0.26	0+000.00	0+019.26	0+038.52	8915174.52	233030.08
02	S48°02'30"W	30°21'22"	45.00	12.76	24.48	24.29	1.89	1.89	0+038.52	0+074.13	0+093.81	8915118.93	233037.72
03	S37°30'00"W	12°08'11"	180.00	11.18	22.35	22.24	0.62	0.62	0+093.81	0+080.14	0+050.00	8914872.61	233038.84
04	S14°07'30"E	34°37'30"	80.00	24.88	49.76	47.48	3.77	3.65	0+050.00	0+046.54	0+048.54	8914765.54	233032.89
05	S41°46'48"E	20°48'12"	120.00	21.99	43.98	43.28	2.00	1.87	0+048.54	0+045.54	0+044.54	8914675.54	233027.73
06	S30°30'00"W	20°21'22"	45.00	12.76	24.48	24.29	1.89	1.89	0+044.54	0+042.54	0+040.54	8914585.54	233022.89
07	S27°30'00"W	12°08'11"	180.00	11.18	22.35	22.24	0.62	0.62	0+040.54	0+038.54	0+036.54	8914495.54	233018.03
08	S17°12'01"E	22°37'47"	200.00	40.01	79.98	78.47	3.86	3.89	0+036.54	0+034.74	0+032.74	8914405.74	233013.19
09	S48°02'30"W	47°37'47"	45.00	12.76	24.48	24.29	1.89	1.89	0+032.74	0+030.85	0+028.96	8914315.85	233008.35
10	S27°30'00"W	20°21'22"	45.00	12.76	24.48	24.29	1.89	1.89	0+028.96	0+027.07	0+025.18	8914225.97	233003.51
11	S22°20'32"E	7°42'22"	80.00	4.88	9.76	9.58	0.14	0.14	0+025.18	0+023.54	0+021.90	8914136.03	233000.01
12	S27°30'00"W	20°21'22"	45.00	12.76	24.48	24.29	1.89	1.89	0+021.90	0+020.01	0+018.12	8914046.12	232996.51
13	S27°30'00"W	20°21'22"	45.00	12.76	24.48	24.29	1.89	1.89	0+018.12	0+016.23	0+014.34	8913956.23	232993.01
14	S27°54'18"E	7°08'47"	80.00	6.17	12.33	12.31	0.21	0.21	0+014.34	0+012.52	0+010.71	8913866.31	232989.51

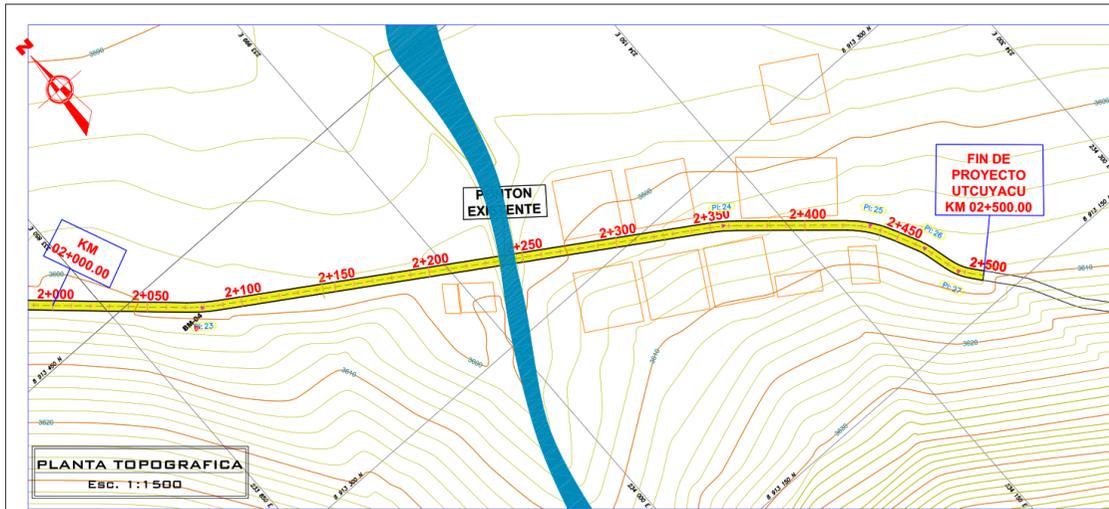
ALINEAMIENTO	0+000	0+025	0+050	0+075	0+100	0+125	0+150	0+175	0+200	0+225	0+250	0+275	0+300	0+325	0+350	0+375	0+400	0+425	0+450	0+475	0+500	0+525	0+550	0+575	0+600	0+625	0+650	0+675	0+700	0+725	0+750	0+775	0+800	0+825	0+850	0+875	0+900	0+925	0+950	0+975	1+000				
COTA TERRENO	3562.00	3561.50	3561.00	3560.50	3560.00	3559.50	3559.00	3558.50	3558.00	3557.50	3557.00	3556.50	3556.00	3555.50	3555.00	3554.50	3554.00	3553.50	3553.00	3552.50	3552.00	3551.50	3551.00	3550.50	3550.00	3549.50	3549.00	3548.50	3548.00	3547.50	3547.00	3546.50	3546.00	3545.50	3545.00	3544.50	3544.00	3543.50	3543.00	3542.50	3542.00	3541.50	3541.00	3540.50	3540.00
COTA CARRETE	3562.00	3561.50	3561.00	3560.50	3560.00	3559.50	3559.00	3558.50	3558.00	3557.50	3557.00	3556.50	3556.00	3555.50	3555.00	3554.50	3554.00	3553.50	3553.00	3552.50	3552.00	3551.50	3551.00	3550.50	3550.00	3549.50	3549.00	3548.50	3548.00	3547.50	3547.00	3546.50	3546.00	3545.50	3545.00	3544.50	3544.00	3543.50	3543.00	3542.50	3542.00	3541.50	3541.00	3540.50	3540.00
ALCANTARILLADO	3562.00	3561.50	3561.00	3560.50	3560.00	3559.50	3559.00	3558.50	3558.00	3557.50	3557.00	3556.50	3556.00	3555.50	3555.00	3554.50	3554.00	3553.50	3553.00	3552.50	3552.00	3551.50	3551.00	3550.50	3550.00	3549.50	3549.00	3548.50	3548.00	3547.50	3547.00	3546.50	3546.00	3545.50	3545.00	3544.50	3544.00	3543.50	3543.00	3542.50	3542.00	3541.50	3541.00	3540.50	3540.00
PAVIMENTO	3562.00	3561.50	3561.00	3560.50	3560.00	3559.50	3559.00	3558.50	3558.00	3557.50	3557.00	3556.50	3556.00	3555.50	3555.00	3554.50	3554.00	3553.50	3553.00	3552.50	3552.00	3551.50	3551.00	3550.50	3550.00	3549.50	3549.00	3548.50	3548.00	3547.50	3547.00	3546.50	3546.00	3545.50	3545.00	3544.50	3544.00	3543.50	3543.00	3542.50	3542.00	3541.50	3541.00	3540.50	3540.00

PROYECTO: "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO FUENTE PARCO - UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"

PLANO **PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL** N° LAMINA: 1/3  
KM 0+000.00 - KM 01+000.00

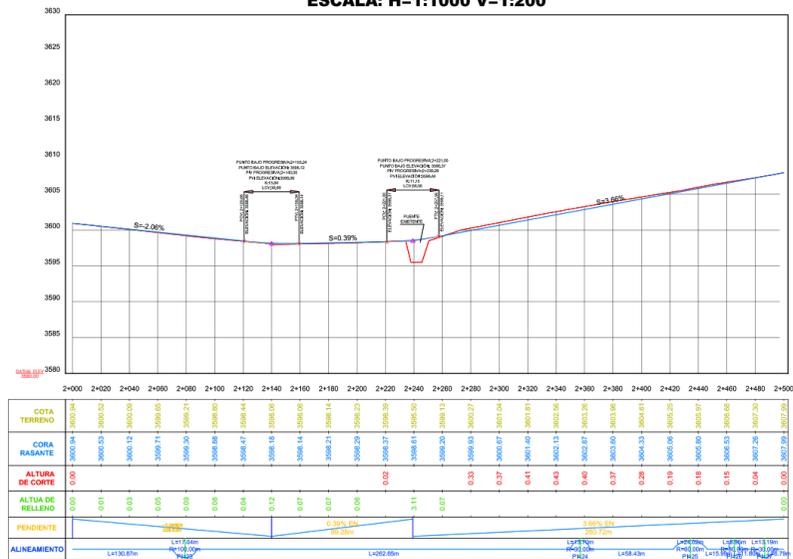
LOCALIDAD: UTCUYACU	DISTRITO: CATAC	N° PLANO:
PROVINCIA: RECUAY	REGION: ANCASH	PP-01
AUTOR: CARLA GRISELLE POMA GONZALES	ESCALA: INDICADA	
AUTORA: JUAN LUIS & JAIME MARCELO	FECHA: MAYO - 2020	





N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	8915158.000	233035.000	3562.000	BM-01
2	8913884.213	234186.953	3591.324	BM-02
3	8912958.614	234828.543	3624.196	BM-03
4	8913416.771	233879.731	3613.542	BM-04

**PERFIL LONGITUDINAL KM 2+000.00 - KM 2+500.00**  
**ESCALA: H=1:1000 V=1:200**



NUMERO	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-10	S31° 12' 01"E	28°20'21"	40.00	10.14	19.85	19.85	1.26	1.23	1+338.59	1+328.45	+548.31	8913810.02	233023.14
PI-16	S31° 16' 17"E	28°17'48"	90.00	22.69	44.45	44.00	2.62	2.73	1+587.26	1+584.57	1+609.02	8913775.56	233058.11
PI-17	S32° 16' 34"E	30°06'22"	30.00	8.07	15.76	15.58	1.07	1.03	1+642.63	1+634.56	1+650.32	8913721.76	233074.68
PI-18	S42° 14' 45"E	9°58'07"	90.00	7.85	15.66	15.64	0.34	0.34	1+673.88	1+666.03	1+681.68	8913700.29	233097.89
PI-19	S46° 35' 19"E	19°15'09"	120.00	20.35	40.32	40.13	1.71	1.69	1+793.19	1+762.84	1+803.16	8913613.26	233064.10
PI-20	S48° 36' 04"E	15°49'39"	40.00	5.56	11.05	11.01	0.38	0.38	1+848.73	1+843.17	1+854.22	8913576.89	233079.08
PI-21	S53° 29' 33"E	25°36'36"	30.00	6.82	13.41	13.30	0.77	0.75	1+908.37	1+899.55	1+912.96	8913533.13	233076.71
PI-22	S57° 10' 07"E	18°15'29"	63.53	13.42	26.62	26.51	1.07	1.06	1+926.38	1+912.96	1+939.58	8913524.99	233075.24
PI-23	S52° 55' 14"E	9°45'44"	100.00	8.54	17.04	17.02	0.36	0.36	2+078.99	2+070.45	2+087.49	8913422.80	233886.89
PI-24	S53° 26' 31"E	8°43'10"	90.00	6.86	13.70	13.68	0.26	0.26	2+357.00	2+350.14	2+363.84	8913274.64	234124.16
PI-25	S37° 36' 49"E	22°56'15"	60.00	12.17	24.02	23.86	1.22	1.20	2+434.45	2+422.27	2+446.29	8913223.90	234182.72
PI-26	S20° 27' 47"E	11°21'48"	30.00	2.98	5.95	5.94	0.15	0.15	2+465.27	2+462.28	2+468.23	8913195.94	234196.45
PI-27	S27° 22' 47"E	29°11'47"	30.00	6.70	13.19	13.09	0.74	0.72	2+486.74	2+480.04	2+493.23	8913175.16	234201.93



PROYECTO: "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO - UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"

PLANO: **PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**  
 KM 01+000.00 - KM 02+000.00

N° LAMINA: 3 / 3

N° PLANO: **PP-03**

LOCALIDAD: UTCUYACU      DISTRITO: CATAC

PROVINCIA: RECUAY      REGION: ANCASH

ASESOR: CARLA GISELLE POMA GONZALES      ESCALA: INDICADA

AUTORES: JUAN LUIS & JAIME MARCELO      FECHA: MAYO - 2020



PROYECTO: "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO FUENTE PARCO - UTCUYACU, CATAZ, ANCASH - 2019"			
PLANO: <b>SECCIONES TRANSVERSALES</b> RM 0+000.00 - RM 02+500.00			
LOCALIDAD: UTCUYACU		DISTRITO: CATAZ	
PROVINCIA: REQUÍZ		REGION: ANCASH	
DISEÑO: CARLA GISELLE POMA GONZALES		ESCALA: INDECRADA	
AUTORES: JUAN LUIS & JAIME MARCELO		FECHA: MAYO - 2020	
V/LAMINA: 1/1			<b>SEC-1</b>
N° PLANO:			

**Anexo 5**  
**ESTUDIOS DE SUELOS**

## **ESTUDIO DE SUELOS**

### **1. ANTECEDENTES**

Los investigadores del proyecto “**Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Flexible en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu, Cátac, Áncash - 2019**”, ha considerado necesario intervenir en la carretera Puente Parco - Utcuyacu, ubicado en la localidad de Utcuyacu, distrito de Cátac, provincia de Recuay departamento de Áncash

El estudio se inicia con la recolección de información, seguida de la toma de datos, muestras en campo, procesamiento e interpretación de los mismos para definir las actividades técnicamente válidas y aplicables al proyecto.

### **2. UBICACIÓN**

El tramo en estudio, materia del presente informe, se encuentra políticamente ubicado en la localidad de Utcuyacu, distrito de Cátac, provincia de Recuay, departamento de Áncash; tiene una longitud de 2.5km y se encuentra a una altitud promedio de 3633 m.s.n.m. y clima variado con temperatura media anual (mínimo 1 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 20 °C).

### **3. ALCANCE Y DESARROLLO DEL ESTUDIO**

Efectuar el estudio de los suelos de fundación a lo largo de la carretera de acuerdo a lo establecido en las normas del MTC y definir en base de análisis integral de resultados las actividades requeridas para el diseño comparativo de pavimentos.

Así mismo para la ejecución del estudio, se tuvo en cuenta los criterios ingenieriles y la documentación técnica que se detalla a continuación:

- Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013), aprobadas mediante RD N° 22-2013-MTC/14 (07.08.2013).
- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000), aprobados mediante RD N° 18-2016-MTC/14 (03.06.2016).
- AASTHO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LA VÍA**

La vía en estudio se encuentra actualmente a nivel de capa granular de rodadura presentando diversos estados de transitabilidad variando a la fecha de evaluación Enero 2020 de regular a bueno en función a su geometría, tráfico y obras de arte existentes.

La vía en estudio se emplaza a lo largo de su recorrido principalmente a media ladera con presencia de taludes variables de bajos a altos a lo largo de su recorrido. Se ha verificado a lo largo del tramo la presencia de una capa de material granular con matriz limo arcillosa y con presencia de finos como superficie de rodadura, esta capa corresponde a un material granular subangular a angular de tamaño máximo de 1 ½" a 2 ½". Medianamente densa, se caracteriza por la presencia de polvo ante el flujo vehicular en condiciones secas y gruesos, cunetas de tierra, presencia de polvo ante el flujo vehicular en condiciones secas. Los anchos varían de 4.00 m a 5.50 m.

#### **5. ESTUDIO DE SUELOS**

##### **5.1. OBJETIVO**

El objetivo del estudio de suelos, es determinar las características físico-mecánicas de los materiales que conforman el terreno de fundación y suelos subyacentes al mismo; y definir en forma objetiva el valor relativo de soporte que permita cuantificar el aporte actual, del terreno de fundación para el diseño de pavimento correspondiente.

##### **5.2. METODOLOGÍA**

El estudio de suelos comprende en tres etapas, la primera de investigación de campo a lo largo del tramo mediante prospecciones de exploración a cielo abierto (calicatas) con obtención en cada caso de muestras representativas, la segunda etapa corresponde en ejecutar los ensayos de laboratorio y establecer los parámetros necesarios para definir los sectores de mejoramiento y diseñar el pavimento correspondiente.

### 5.2.1. TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de exploración de campo se han efectuado el 02 de enero del 2020, consistió en el recorrido y la respectiva descripción de la vía y la excavación manual de calicatas a cielo abierto.

#### 5.2.1.1. Excavación manual de Calicatas

Las calicatas se excavaron cada 1000 metros entre si aproximadamente (de Acuerdo al cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos del manual de carreteras) y ubicadas a lo largo del alineamiento del trazo, la profundidad mínima alcanzada fue de 1.50m; con obtención en cada caso de muestras representativas que fueron objetos de ensayos en laboratorio. Se excavaran en total de 02 calicatas con las cuales se definió el perfil estratigráfico de la vía proyectada.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 1 calicata x km	

En cada una de las prospecciones (calicatas) se identificaron y describieron las características de los materiales que conforman el perfil estratigráfico de la vía tales como tipo de suelo, humedad, plasticidad, compacidad, color, forma, angularidad etc.; todo ello en concordancia con la nomenclatura establecida para tal fin en la norma ASTM D 2488-06 "Practice for Description and Identification of Soils (Visual – Manual Procedure)", así mismo se registraron vistas fotográficas en cada prospección. Dicha información fue levantada en campo en formatos internos elaborados especialmente para tal fin y posteriormente toda la información se trasladó a los registros de perforación de calicatas, donde

se indicó la profundidad de los estratos de suelos, características físicas y la clasificación visual - manual.

De cada prospección efectuada se obtuvieron muestras representativas en cantidades suficientes para la ejecución de los ensayos de laboratorio requeridos para determinar las características físicas de los suelos de fundación, también se obtuvieron muestras cada kilómetro para la ejecución de ensayos de Proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio).

A continuación se presenta la relación de las calicatas realizadas.

Tabla N° 01: Relación de Calicatas

CALICATA	PROGRESIVA DE CAMPO	COORDENADAS		LADO
		NORTE (Y)	ESTE (X)	
C-01	0+000.00	8915197.198	233040.811	IZQUIERDO
C-02	1+000.00	8914300.647	233330.058	DERECHO

### 5.2.2. TRABAJO DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo a lo establecido con el Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (MC-2000). Los trabajos de laboratorio nos permiten determinar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos y mecánicos de las muestras disturbadas provenientes de cada una de las exploraciones. En la siguiente tabla “Ensayo de Mecánicas de Suelos” se presentan los diferentes ensayos a los que fueron sometidas las muestras obtenidas en los trabajos de campo, describiendo el nombre del ensayo, uso, método de clasificación utilizado, tamaño de muestra utilizada y propósito del ensayo.

Tabla N° 02: Ensayos a realizar en laboratorio

RELACIÓN DE ENSAYOS	NORMA ASTM	MTC	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad de un Suelo	D-2216 (98)	MTC E 108 (00)	Determina el contenido de humedad del Suelo

Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	D-422 (02)	MTC E 107 (00)	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
Limite Líquido (MALLA N° 40)	D-4318 (00)	MTC E 110 (00)	Hallar el contenido de aguas entre los estados Líquido y Plástico (Limite Líquido)
Limite Plástico (MALLA N° 40)	D-4318 (00)	MTC E 111 (00)	Hallar el contenido de aguas entre los estados plásticos y semi sólido (Limite Plástico)
Peso Específico Relativo de las Partículas Sólidas de un Suelo	D-854 (02)	MTC E 113 (00)	Determinar la densidad relative
Determinación del material que pasa el tamiz N° 200	D-1140 (00)	--	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
Clasificación de Suelos para propósitos de ingeniería (SUCS)	D-2487 (93)	--	Clasificación del Suelo
Clasificación de Suelos para el uso en Vías de Transporte (AASHTO)	D-3282 (04)	--	Clasificación del Suelo
Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada	D-1557 (00)	MTC E-115 (00)	Determina la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación)
CBR (Relación de Soporte de California) de Suelos Compactados en Laboratorio (no incluye próctor)	D-1883 (99)	MTC E-132 (00)	Determinar la capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente.

### **a. Propiedades físicas**

En cuanto a los ensayos ejecutados, se explican y definen los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

#### **Análisis Granulométrico por tamizado (MTC E-107)**

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiere dar la agregado.

#### **Limite Liquido (MTC E-110) y Limite Plástico (MTC E-111)**

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido, conforme se le va quitando agua, llega un momento en el cual el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido, y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico.

### **Contenido de Humedad Natural (MTC E-108)**

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

### **Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

A continuación se muestra el resumen de los resultados de laboratorio de los ensayos estándares.

Tabla N° 03: Ensayos de laboratorio estándares de Suelos de Fundación

PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	LADO	PROFUNDIDAD	Límites de consistencia Pasante La N° 40		Humedad Natural	CLASIFICACIÓN
					L.L	L.P	%	SUCS
0+000.00	C-01	M-1	IZQUIERDO	1.50M	26.91	14.68	16.62	GP
1+000.00	C-02	M-2	DERECHO	1.50M	29.30	14.13	15.61	GP

### **b. Propiedades Mecánicas**

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos ó comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas.

#### **Ensayo de Próctor Modificado (MTC E-115)**

El ensayo de próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada.

Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "optima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación. El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, al grado de llenar casi los vacíos del suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pistón.

### **California Bearing Ratio -CBR (MTC E-132)**

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados en la siguiente tabla se presentan las características mecánicas de los suelos, tales Próctor Modificado y CBR (California Bearing Ratio), que corresponden a los resultados de laboratorio.

Tabla N° 04: Ensayos de laboratorio Próctor y CBR

PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	LADO	PROFUNDIDAD	Límites de Consistencia Pasante La N° 40		Humedad Natural %	CLASIFICACIÓN SUCS	C.B.R. ASTM D-1883 0.1"	
					L.L.	L.P.			95%	100%
0+000.00	C-01	M-1	IZQ.	1.5	26.91	14.68	16.62	GP	21.84	38.29
1+000.00	C-02	M-2	DER.	1.5	29.30	14.13	15.61	GP	20.05	34.74

### **5.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA SUBRASANTE**

Con la información integrada, tanto de campo como de laboratorio, se han establecido los horizontes de los materiales que se encuentran en la vía. Cada exploración generó la descripción de campo de los suelos, la que conjuntamente con los resultados de laboratorio permitió definir los tipos de suelos y los estratos, verificándose la homogeneidad de los materiales. El análisis de los taludes superiores de la vía proyectada se presenta en el Estudio Geológico Geotécnico (181152-10051-1, Cap. 09).

## **6. CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE SUELOS**

- El método de exploración fue mediante prospecciones a cielo abierto (calicatas) equidistantes en promedio cada 1000m entre si y ubicadas a lo largo de la vía en estudio. La profundidad mínima alcanzada fue de 1.50m, o hasta llegar a encontrar la presencia de rocas, suelos orgánicos, bloques y bolonerías. Asimismo no se ha identificado nivel freático en la extensión de la vía proyectada del presente estudio.
- El perfil estratigráfico se elaboró de acuerdo a los resultados de las muestras de suelos, obtenidas en campo, esto nos permitió delimitar las zonas de mejoramientos del terreno de fundación.
- Los resultados de ensayos de laboratorio, indican que los estratos del suelo natural identificados, muestreados y analizados, corresponden a los tipos: SUCS: GP.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: Panel Fotográfico**

**Anexo N° 02: Resultados de Laboratorio**

## Anexo N° 01: Panel Fotográfico



Foto N° 01: En la vista fotográfica se aprecia la ubicación de la calicata (C-01) en el margen izquierdo del tramo Puente Parco – Utcuyacu.



Foto N° 02: En la vista fotográfica se aprecia la ubicación de la calicata (C-02) al margen derecho del tramo Puente Parco – Utcuyacu.



**Anexo N° 02: Resultado de Laboratorio**  
**Calicata N° 01 (C-01 / MA-01)**



**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS**  
**(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012 ASTM D422)**

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAZ, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR DISTRITO PROVINCIA REGION  
 KM 0 +000 PUENTE PARCO CATAZ RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 01 MUESTRA : MA - 01  
**FECHA :** 8 de Enero de 2020

Pozo N°		CA - 01
Muestra		MA - 01
Profundidad (m)		1.50
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA POR MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"	100.00
	2 1/2"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	87.39
	3/8"	74.35
	N° 4	62.19
	N° 8	54.63
	N° 16	50.26
	N° 30	46.68
	N° 50	43.70
N° 100	41.46	
N° 200	40.10	
Coef. Uniformidad	Cu.	...
Coef. Concavidad	Cc.	...
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	26.91
	L.P.	14.68
	I.P.	12.23
HUMEDAD NATURAL		16.62
CLASIFICACION SUCS		<b>GP</b>


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
  
 Ing. Augusto Eduardo Espinoza Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 123228

NOTA : Las muestras fueron traídos por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.



**D&D S.A.C.**

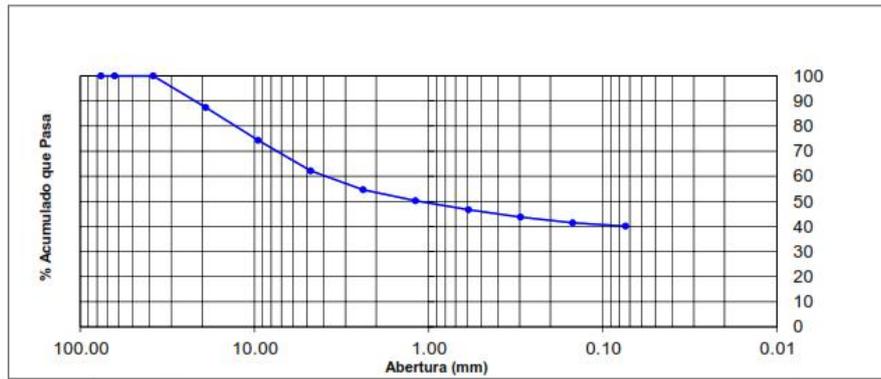
Mecánica de Suelos - Ensayo de Resistencia de Materiales - Control de Calidad  
 Topografía Superficial y Minera - Elaboración de Expedientes Técnicos y Perfiles.  
 Abastecimiento de Agregados.  
**RUC: 20407759193**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 CLASIFICACION ASTM D-421**

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO-  
 UTCUYACU, CATAZ, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN**      **LUGAR**                      **DISTRITO**                      **PROVINCIA**                      **REGION**  
 KM 0 +000 PUENTE PARCO    CATAZ                      RECUAY                      ANCASH  
**CALICATA :** CA - 01                      **MUESTRA :** MA - 01  
**FECHA :** 8 de Enero de 2020

PESO INICIAL SECO: 2195.80      grs.                      % QUE PASA MALLA N° 200: 40.10  
 PESO LAVADO SECO: 1315.20      grs.                      % RETENIDO MALLA 3": 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa	Resumen de Datos	
						% que pasa N° 3	% que pasa N° 4
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	276.90	12.61	12.61	87.39		L.L. 26.91
3/8"	9.525	286.30	13.04	25.65	74.35		L.P. 14.68
N° 4	4.760	267.10	12.16	37.81	62.19		I.P. 12.23
N° 8	2.380	165.90	7.56	45.37	54.63		D10 ...
N° 16	1.190	95.90	4.37	49.74	50.26		D30 ...
N° 30	0.590	78.80	3.59	53.32	46.68		D60 ...
N° 50	0.297	65.30	2.97	56.30	43.70		Cu ...
N° 100	0.149	49.30	2.25	58.54	41.46		Cc ...
N° 200	0.074	29.70	1.35	59.90	40.10		w (%) 16.62
> N° 200	0.000	0.00	0.00	59.90	40.10		GRAVA (%) 37.81
TOTAL		1315.20	59.90				ARENA (%) 22.08
							FINOS (%) 40.10



GRAVA (%) = 37.81                      ARENA (%) = 22.08                      FINOS (%) = 40.10

NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusto Eduardo Espinosa Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 DIP. N° 12329



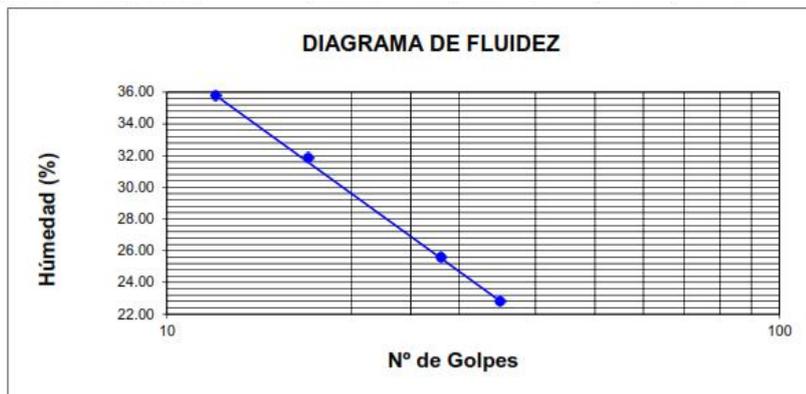


### LIMITES DE CONSISTENCIA

#### DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-423 - D-424

**SOLICITA** : JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO** : "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO-UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN** : **LUGAR** : CATAC **DISTRITO** : CATAC **PROVINCIA** : RECUAY **REGION** : ANCASH  
KM 0 +000 PUENTE PARCO  
**CALICATA** : CA - 01 **MUESTRA** : MA - 01  
**FECHA** : 8 de Enero de 2020

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	Datos						
Frasco N°							
N. de Golpes	12	17	28	35	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	35.69	38.65	39.30	38.99	29.18	28.94	28.89
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	34.10	36.40	37.30	37.20	28.78	28.63	28.59
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	1.59	2.25	2.00	1.79	0.40	0.31	0.30
(4) Pfr (gr)	29.66	29.34	29.49	29.36	26.49	26.36	26.27
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	4.44	7.06	7.81	7.84	2.29	2.27	2.32
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	35.81	31.87	25.61	22.83	17.47	13.66	12.93



Limite Liquido (L.L.) = 26.91	Limite Plastico (L.P.) = 14.68	Indice Plasticidad (I.P.) = 12.23
-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para sus respectivos ensayos en laboratorio.

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Ing. Augusto Eduardo Figueroa Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 12229



### ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

MTC E-115

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CÁTAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR DISTRITO PROVINCIA REGION  
 KM 0 +000 PUENTE PARCO CÁTAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 01 MUESTRA : MA - 01  
**FECHA :** 8 de Enero de 2020

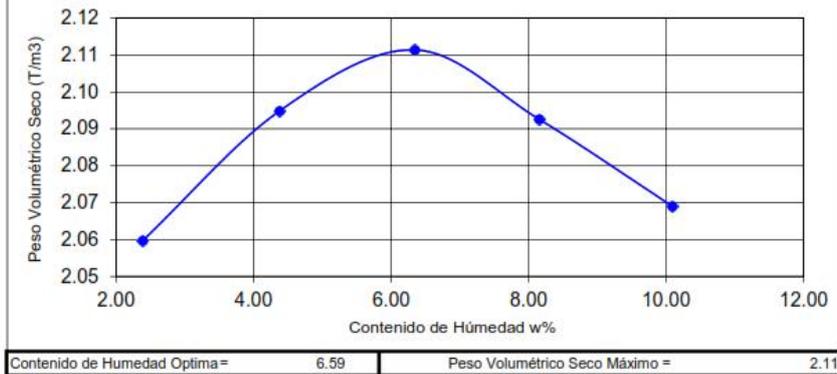
Muestra N° MA - 01 Fecha: ene-2020  
 Golpes/Capa 56 N capas: 5 Wmart.: 4513 Wmolde: 2636  
 Dimens. Del Molde: a = 16.22 cm H = 10.9 cm Vmolde: 2124

#### Determinación del Contenido de Humedad

Recipiente N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Wsuelo Húm. + Rec.	176.43	176.35	179.76	179.57	181.85	181.49	184.74	184.93	189.55	189.54
Wsuelo Sec. + Rec.	172.22	173.31	173.10	174.11	172.79	173.26	174.12	174.22	175.22	175.15
Peso del Agua	4.21	3.04	6.66	5.46	9.06	8.23	10.62	10.71	14.33	14.39
Peso del Recip.	46.50	44.36	42.81	43.73	41.63	42.12	42.58	42.40	41.76	41.28
Peso del suelo seco	125.72	128.95	130.29	130.38	131.16	131.14	131.54	131.82	133.46	133.87
Cont. Húm. W%	3.35	2.36	5.11	4.19	6.91	6.28	8.07	8.12	10.74	10.75

#### Determinación del Peso Volumétrico

Cont. Húm. Prom.	2.85	4.65	6.59	8.10	10.74
Wsuelo + molde	7115.00	7280.00	7405.00	7443.00	7474.00
Wmolde	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00
Wsuelo	4479.00	4644.00	4769.00	4807.00	4838.00
Peso Vol. Húmedo	2.11	2.19	2.25	2.26	2.28
Peso Vol. Seco (T/m <sup>3</sup> )	2.05	2.09	2.11	2.09	2.06



NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusto Eduardo Espinoza Castro  
 INGE N° 12229



## ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - MTC E132

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR DISTRITO PROVINCIA REGION  
 KM 0 + 000 PUENTE PARCO CATAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 01 **MUESTRA :** MA - 01  
**FECHA :** 8 de Enero de 2020

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por Capas	56				25				12			
Condición de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	8845.00	13709.00	8766.00	13613.00	8672.00	13592.00						
Peso Molde (gr.)	4712.00	9500.00	4714.00	9454.00	4703.00	9461.00						
Peso del suelo humedo	4133.00	4209.00	4052.00	4159.00	3969.00	4131.00						
Volumen del Molde (cm3)	1894.00				1894.00				1894.00			
Peso vol. Humedo (gricc)	2.18	2.22	2.14	2.20	2.10	2.18						
% de humedad	7.09	7.59	6.52	8.16	6.62	10.64						
Peso Vol. Seco (gricc)	2.04	2.07	2.01	2.03	1.97	1.97						
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	84.09	84.44	84.36	84.26	82.43	81.74	83.31	83.81	84.64	85.64	90.40	90.52
Tarro + suelo seco	79.71	81.43	80.49	80.45	79.25	78.31	79.43	79.48	81.24	82.16	84.32	84.36
Peso de agua	4.38	3.01	3.87	3.81	3.18	3.43	3.88	4.33	3.40	3.48	6.08	6.16
Peso del Tarro	28.14	28.48	29.87	29.87	29.01	27.24	29.17	29.20	30.20	26.80	26.80	26.80
Peso del suelo seco	51.57	52.95	50.62	50.58	50.24	51.07	50.26	50.31	52.04	51.96	57.52	57.56
% humedad	8.49	5.68	7.65	7.53	6.33	6.72	7.72	8.61	6.53	6.70	10.57	10.70
Promedio de Humedad	7.09		7.59		6.52		8.16		6.62		10.64	

### EXPANSIÓN

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1			2			3		
				Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
					mm.	%		mm.	%		mm.	%
	03-ene-20	0.0 hrs.	2.30 pm	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	04-ene-20	24.0 hrs.	2.30 pm	1.02	0.010	0.006	1.50	0.015	0.010	1.80	0.018	0.012
	05-ene-20	48.0 hrs.	2.30 pm	12.00	0.120	0.008	2.00	0.020	0.013	2.20	0.021	0.014
	06-ene-20	72.0 hrs.	2.30 pm	1.54	0.015	0.010	2.20	0.021	0.014	2.50	0.024	0.016
	07-ene-20	96.0 hrs.	2.30 pm	1.84	0.018	0.012	2.50	0.024	0.016	2.70	0.026	0.017

### PENETRACIÓN

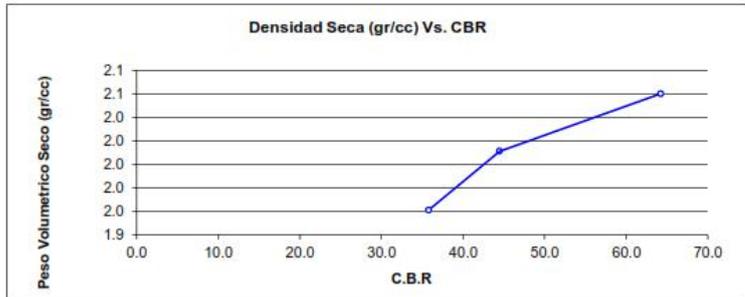
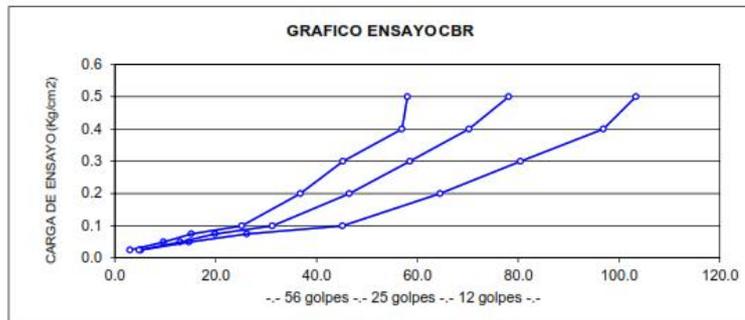
Penetración (Pulg.)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
		Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)
		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)	
0.025	90.30	99.00	5.12		93.00	4.61		96.00	3.00	
0.050		265.00	14.73		250.00	12.92		167.00	9.66	
0.075		506.00	26.15		364.00	19.54		293.00	15.14	
0.100		674.00	45.17	50.02	605.00	31.27	34.62	467.00	25.17	27.67
0.200		1245.00	64.50	36.29	900.00	46.51	27.61	712.00	36.90	21.64
0.300		1557.00	80.47	43.03	1132.00	56.50	31.67	875.00	45.22	24.63
0.400		1675.00	86.90	46.52	1359.00	70.23	35.17	1102.00	56.95	26.52
0.500		2000.00	103.36	49.04	1512.00	78.14	37.07	1123.00	58.04	27.53

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusty Edilberto Figueroa Castro  
 INGENIERO EN CIVIL  
 CIP N° 123226



### ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - MTC E132

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR                      DISTRITO                      PROVINCIA                      REGION  
 KM 0 +000 UTCUYACU              CATAC                      RECUAY                      ANCASH  
**CALICATA :** CA - 01                      **MUESTRA :** MA - 01  
**FECHA :** 8 de enero de 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	38.29 %
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	21.84 %

**NOTA :** Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusto Eduardo Espinosa Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 123226

**Anexo N° 02: Resultado de Laboratorio**  
**Calicata N° 02 (C-02 / MA-01)**



**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS**  
**(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012 ASTM D422)**

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** **LUGAR** **DISTRITO** **PROVINCIA** **REGION**  
 KM 1 +000 UTCUYACU CATAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 02 **MUESTRA :** MA - 01  
**FECHA :** 8 de enero de 2020

Pozo N°		CA - 02
Muestra		MA - 01
Profundidad (m)		1.50
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA POR MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"	100.00
	2 1/2"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	88.42
	3/8"	76.41
	N° 4	65.19
	N° 8	58.28
	N° 16	54.20
	N° 30	50.92
	N° 50	48.20
N° 100	45.72	
N° 200	43.81	
Coef. Uniformidad	Cu.	...
Coef. Concavidad	Cc.	...
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	29.30
	L.P.	14.13
	I.P.	15.17
HUMEDAD NATURAL		15.61
CLASIFICACION SUCS		<b>GP</b>

**DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

PESO VOLUMETRICO MAXIMO (T/m<sup>3</sup>) 2.11  
 CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%) 6.33

**DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883 MTC E-132)**

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%) 34.74%  
 C.B.R. 95% P.V.S.M. (%) 20.05%

**NOTA :** Las muestras fueron traídos por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.

  
**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
  
**Ing. Augusto Eduardo Guerrero Castro**  
PROF. INGENIERO  
 CIP N° 12326



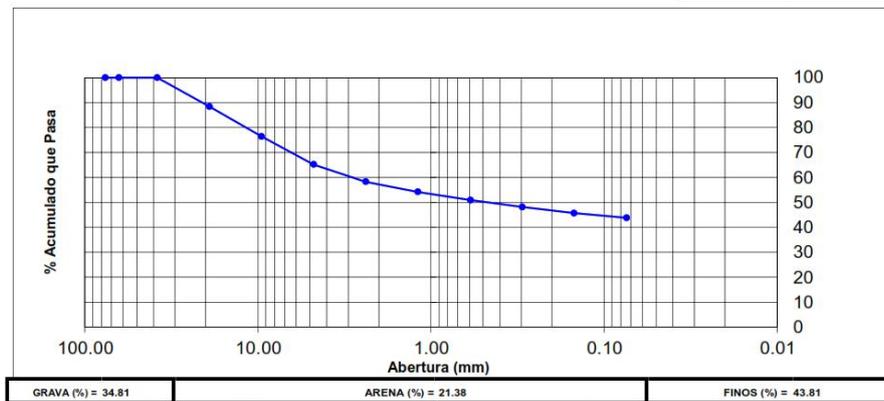
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
CLASIFICACION ASTM D-421**

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** **LUGAR** **DISTRITO** **PROVINCIA** **REGION**  
 KM 1 +000 UTCUYACU CATAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 02 **MUESTRA :** MA - 01  
**FECHA :** 8 de enero de 2020

PESO INICIAL SECO: 2399.80 grs. % QUE PASA MALLA N° 200: 43.81  
 PESO LAVADO SECO: 1348.40 grs. % RETENIDO MALLA 3": 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	277.90	11.58	11.58	88.42
3/8"	9.525	288.30	12.01	23.59	76.41
N° 4	4.760	269.10	11.21	34.81	65.19
N° 8	2.380	165.90	6.91	41.72	58.28
N° 16	1.190	97.90	4.08	45.80	54.20
N° 30	0.590	78.80	3.28	49.08	50.92
N° 50	0.297	65.30	2.72	51.80	48.20
N° 100	0.149	59.30	2.47	54.28	45.72
N° 200	0.074	45.90	1.91	56.19	43.81
> N° 200	0.000	0.00	0.00	56.19	43.81
TOTAL		1348.40	56.19		

Resumen de Datos	
% que pasa N° 3	100.00
% que pasa N° 4	65.19
% que pasa N° 200	43.81
L.L.	29.30
L.P.	14.13
I.P.	15.17
D10	...
D30	...
D60	...
Cu	...
Cc	...
w (%)	15.61
GRAVA (%)	34.81
ARENA (%)	21.38
FINOS (%)	43.81



NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
 Ing. Augusto Eduardo Figueroa Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 12326

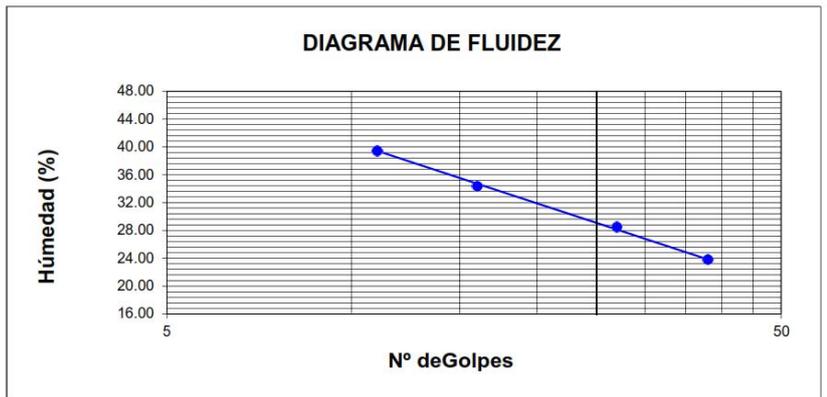




**LIMITES DE CONSISTENCIA  
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-423 - D-424**

**SOLICITA** : JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO** : "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO-UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN** : **LUGAR** : KM 1 +000 UTCUYACU      **DISTRITO** : CATAC      **PROVINCIA** : RECUAY      **REGION** : ANCASH  
**CALICATA** : CA - 02      **MUESTRA** : MA - 01  
**FECHA** : 8 de enero de 2020

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	A	B	C	D	1	2	3
N. de Golpes	11	16	27	38			
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	38.25	34.05	30.46	32.50	24.30	27.20	28.30
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	34.13	32.10	29.51	31.60	23.93	26.46	27.48
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	4.12	1.95	0.95	0.90	0.37	0.74	0.82
(4) Pfr (gr)	26.22	26.43	26.18	26.51	21.36	21.37	21.38
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	7.91	5.67	3.33	5.09	2.57	5.09	6.10
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	52.09	34.39	28.53	17.68	14.40	14.54	13.44



Limite Liquido (L.L.) = 29.30	Limite Plastico (L.P.) = 14.13	Indice Plasticidad (I.P.) = 15.17
-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 Ing. Augusto Eduardo Figueroa Castro  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 123226



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)  
MTC E-115**

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR DISTRITO PROVINCIA REGION  
 KM 1 +000 UTCUYACU CATAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 02 MUESTRA : MA - 01  
**FECHA :** 8 de enero de 2020

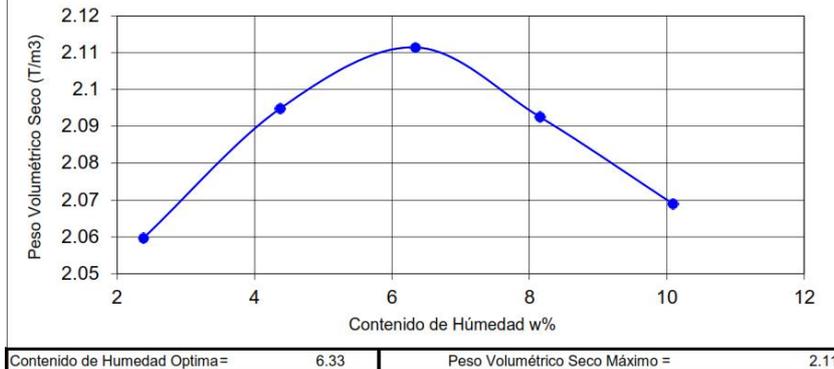
Muestra N° MA - 01 Fecha: ene-2020  
 Golpes/Capa 56 N capas: 5 Wmart.: 4513 Wmolde: 2636  
 Dimens. Del Molde: ø = 16.22 cm H = 10.9 cm Vmolde: 2124

**Determinación del Contenido de Humedad**

Recipiente N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Wsuelo Húm. + Rec.	175.36	176.29	178.82	179.79	180.99	181.69	184.86	184.95	188.64	188.69
Wsuelo Sec. + Rec.	172.22	173.30	173.11	174.10	172.79	173.28	174.14	174.22	175.22	175.14
Peso del Agua	3.14	2.99	5.71	5.69	8.20	8.41	10.72	10.73	13.42	13.55
Peso del Recip.	46.50	42.36	42.81	43.73	41.63	42.12	42.58	42.40	41.76	41.28
Peso del suelo seco	125.72	130.94	130.30	130.37	131.16	131.16	131.56	131.82	133.46	133.86
Cont. Húm. W%	2.50	2.28	4.38	4.36	6.25	6.41	8.15	8.14	10.06	10.12

**Determinación del Peso Volumétrico**

Cont. Húm. Prom.	2.39	4.37	6.33	8.14	10.09
Wsuelo + molde	7115.00	7280.00	7405.00	7443.00	7474.00
Wmolde	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00
Wsuelo	4479.00	4644.00	4769.00	4807.00	4838.00
Peso Vol. Húmedo	2.11	2.19	2.25	2.26	2.28
Peso Vol. Seco (T/m3)	2.06	2.09	2.11	2.09	2.07



NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusto Eduardo Figueroa Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 123204



### ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - MTC E132

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR DISTRITO PROVINCIA REGION  
 KM 1 +000 UTCUYACU CATAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 02 MUESTRA : MA - 01  
**FECHA :** 8 de enero de 2020

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por Capas	56				25				12			
Condición de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	8852.00		13712.00		8766.00		13642.00		8684.00		13584.00	
Peso Molde (gr.)	4700.00		9500.00		4710.00		9450.00		4700.00		9460.00	
Peso del suelo humedo	4152.00		4212.00		4056.00		4192.00		3984.00		4124.00	
Volumen del Molde (cm3)	1894.00				1894.00				1894.00			
Peso vol. Humedo (gr/cc)	2.19		2.22		2.14		2.21		2.10		2.18	
% de humedad	6.32		7.71		6.45		8.82		6.66		10.99	
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.06		2.06		2.01		2.03		1.97		1.96	
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	83.06	84.56	84.31	84.32	82.41	81.74	83.85	83.86	84.65	85.63	90.63	90.62
Tarro + suelo seco	79.81	81.21	80.42	80.42	79.21	78.40	79.42	79.43	81.21	82.15	84.31	84.30
Peso de agua	3.25	3.35	3.89	3.90	3.20	3.34	4.43	4.43	3.44	3.48	6.32	6.32
Peso del Tarro	28.14	28.48	29.87	29.87	29.01	27.24	29.17	29.17	29.20	30.20	26.80	26.80
Peso del suelo seco	51.67	52.73	50.55	50.55	50.20	51.16	50.25	50.26	52.01	51.95	57.51	57.50
% humedad	6.29	6.35	7.70	7.72	6.37	6.53	8.82	8.81	6.61	6.70	10.99	10.99
Promedio de Humedad	6.32		7.71		6.45		8.82		6.66		10.99	

#### EXPANSIÓN

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1		2			3			
				Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
					mm.	%		mm.	%		mm.	%
	31-ene-20	0.0 hrs.	2.30 pm	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	01-feb-20	24.0 hrs.	2.30 pm	1.00	0.010	0.006	1.50	0.015	0.010	1.80	0.018	0.012
	02-feb-20	48.0 hrs.	2.30 pm	1.20	0.012	0.008	2.00	0.020	0.013	2.20	0.021	0.014
	03-feb-20	72.0 hrs.	2.30 pm	1.50	0.015	0.010	2.20	0.021	0.014	2.50	0.024	0.016
	04-feb-20	96.0 hrs.	2.30 pm	1.80	0.018	0.012	2.50	0.024	0.016	2.70	0.026	0.017

#### PENETRACIÓN

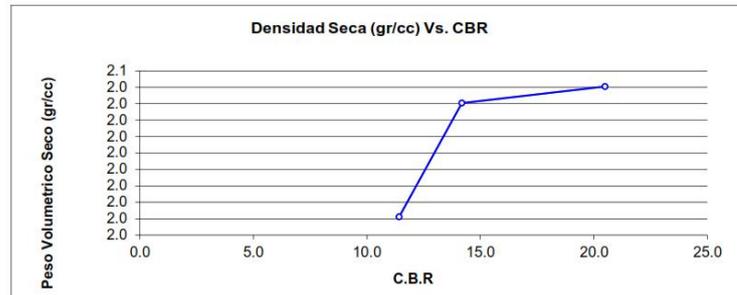
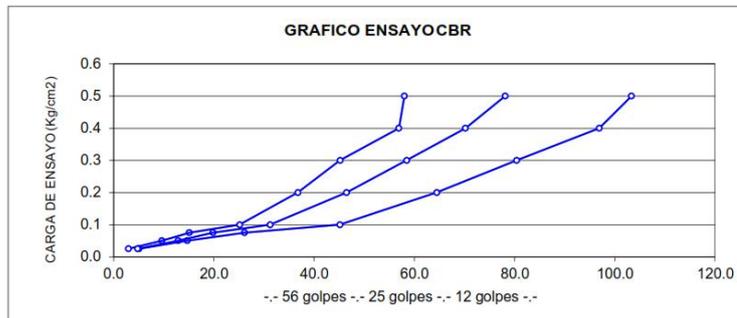
Penetración (Pulg.)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
		Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)
		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)	
0.025		99.00	5.12		93.00	4.81		58.00	3.00	
0.050		285.00	14.73		250.00	12.92		187.00	9.66	
0.075		506.00	26.15		384.00	19.84		293.00	15.14	
0.100	90.30	874.00	45.17	50.02	605.00	31.27	34.62	487.00	25.17	27.87
0.200	187.43	1260.00	65.12	34.74	930.00	48.06	25.64	727.00	37.57	20.05
0.300	153.57	1557.00	80.47	52.40	1132.00	58.50	38.09	875.00	45.22	29.45
0.400	181.69	1875.00	96.90	53.33	1359.00	70.23	38.66	1102.00	56.95	31.35
0.500	182.78	2000.00	103.36	56.55	1512.00	78.14	42.75	1123.00	58.04	31.75

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusto Eduardo Figueroa Castro  
 INGENIERO CIVIL N° 122226



**ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - MTC E132**

**SOLICITA :** JUAN LUIS CASTILLO CORDOVA / JAIME MARCELO CHAVEZ TARAZONA  
**PROYECTO :** "DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN EL TRAMO PUENTE PARCO- UTCUYACU, CATAC, ANCASH - 2019"  
**UBICACIÓN :** LUGAR DISTRITO PROVINCIA REGION  
 KM 1 +000 UTCUYACU CATAC RECUAY ANCASH  
**CALICATA :** CA - 02 **MUESTRA :** MA - 01  
**FECHA :** 8 de enero de 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	34.74 %
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	20.05 %

**NOTA :** Las muestras fueron traídas por el interesado para su respectivos ensayos en laboratorio.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Augusto Eduardo Figueroa Castro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 12326

**Anexo 6**  
**ESTUDIOS DE CANTERAS**

## **ESTUDIO DE CANTERAS**

### **1. ANTECEDENTES**

Los investigadores del proyecto de investigación han considerado necesario de realizar la investigación en el Tramo Puente Parco – Utcuyacu Distrito Cátac Provincia Recuay Departamento de Áncash.

El estudio se inicia con la recolección de información, seguida de la toma de datos, muestras en campo, procesamiento e interpretación de los mismos para definir las actividades técnicamente válidas y aplicables al proyecto.

### **2. OBJETIVO**

El estudio de Canteras tiene como objetivo ubicar, analizar y definir los depósitos de materiales y fuentes de agua en cantidades suficientes y adecuadas para los diferentes requerimientos del proyecto Carretera Tramo Puente Parco – Utcuyacu.

### **3. UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El tramo en estudio, materia del presente informe, se encuentra políticamente ubicado en el Distrito de Cátac, Provincia de Recuay Departamento de Áncash; tiene una longitud aproximada de 2.50 Km., clima variado con temperatura 1 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 20 °C. en una altitud de 3.714 m.s.n.m.

### **4. ALCANCE Y DESARROLLO Y ESTUDIO**

Para el desarrollo del estudio, se ha tenido en cuenta los criterios ingenieriles y la documentación técnica que se detalla a continuación:

- ✚ Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000), aprobadas mediante R.O. N°1146-2000-MTC/15.17.
- ✚ Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2000), aprobado mediante R.O. N°028-2001-MTC/15.17.
- ✚ Metodología de Diseño ASHTO 93.

## 5. ESTUDIO DE CANTERAS

Correspondió a la ubicación, excavación manual de calicatas ó trincheras, muestreo, comprobación física, mecánica y química de los materiales inertes (agregados) y análisis para su empleo en la conformación de las capas relleno, mejoramiento, sub-base, base granular, mezcla asfáltica en caliente, concreto hidráulico. Así mismo la ubicación y análisis de las fuentes de agua para la elaboración de la mezcla de concreto portland y compactación de las capas granulares de relleno, mejoramiento, sub base y base granular.

Se seleccionarán únicamente aquellas canteras y fuentes de agua que demuestren que su calidad, régimen de explotación y cantidad son adecuadas y suficientes para el total de actividades de construcción y mejoramiento de la vía.

### 5.1. UBICACIÓN DE CANTERAS

Se realizó el reconocimiento de campo, en toda el área de influencia de la franja de la vía proyectada, fijándose las áreas donde existen depósitos de materiales inertes, cuyas características son aparentemente adecuadas para ser utilizadas para la construcción de la vía de estudio.

Se ubicaron uno (01) depósito como probables canteras para aprovisionamiento de material para los fines del proyecto.

Tabla N° 01: Ubicación de Canteras

<b>UBICACIÓN DE CANTERA</b>		
<b>CANTERA</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>
Cantera Rio Santa	234617.23	8913050.44

## **5.2. TRABAJO DE CAMPO**

Una vez ubicado el depósito, se procedió a su investigación geotécnica mediante la excavación de calicatas a la profundidad promedio de explotación. En cada caso se elaboró el registro de excavación, efectuando la descripción de los materiales (tamaño máximo, forma, consistencia, plasticidad etc) conjuntamente con el registro fotográfico en cada caso.

Para determinar las características del material y su potencia se obtuvieron muestras representativas en cantidades suficientes para efectuar los ensayos de laboratorio de acuerdo a las frecuencias establecidas en los términos de referencia; para tal fin se separó el material mayor de 3.0".

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Mecánica de con la finalidad de determinar su calidad y delimitar el área explotable en función a la homogeneidad de resultados. Así mismo con fines de cuantificación de la potencia de las canteras se realizaron levantamientos topográficos (planta y seccionamiento) referenciados con el eje de la carretera.

## **5.3. TRABAJO DE LABORATORIO**

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los materiales mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de agregados, provenientes de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayos de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC (EM-2000) ó American Society of Testing and Materials (ASTM) ó Normas Técnicas Peruanas (NTP).

## **6. CONCLUSIONES**

- ✚ Como parte del estudio de canteras, se procedió a ubicar las probables fuentes de materiales disponibles en la zona, identificando uno (01) bancos de materiales, el mismo que se analizó preliminarmente en

laboratorio. En base a estos resultados del estudio, a la distancia de las mismas al proyecto, rendimientos, tratamientos y principalmente a los requerimientos del proyecto, se definió las aplicables al proyecto.

- ✚ La metodología de exploración fue mediante prospecciones a cielo abierto (calicata o trincheras), a razón de uno (01) por hectárea, extrayéndose material para su posterior análisis de canteras en el laboratorio de materiales.
  
- ✚ Las canteras cubren los requerimientos del proyecto, debiendo ser explotadas de acuerdo a los usos asignados en cada caso.
  
- ✚ Los Resultados de ensayos de las canteras encontradas fueron verificadas y analizadas con las especificaciones para uso de rellenos, sub base granular, base granular, mezcla asfáltica, concreto hidráulico, establecidas en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## **7. RECOMENDACIONES**

- ✚ Verificar la calidad de los materiales de acuerdo a las frecuencias establecidas en las especificaciones presentadas en este estudio.

**Anexo 7**  
**ESTUDIO DE TRÁFICO**

# **ESTUDIO DE TRÁFICO**

## **TRAMO PUENTE PARCO – UTCUYACU**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. UBICACIÓN**

El área del estudio de tráfico de la carretera Cruce Puente Parco – Utcuyacu se ubica geográficamente en la región Áncash, provincia de Recuay, distrito de Cátac, localidad de Utcuyacu se inicia en el cruce puente parco y termina en la localidad de Utcuyacu.

#### **1.2. OBJETIVO**

El Estudio de Tráfico, está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular), de los diferentes tramos homogéneos en que se seccionó la Carretera Puente Parco – Utcuyacu.

Los objetivos específicos son:

- Consiste en realizar conteos de tráfico vehicular en una estación durante siete días representativas de la semana, a fin de estimar el tráfico en el tramo homogéneo del proyecto.
- Estimar el Tráfico que Generará el Proyecto
- Volúmenes del Tráfico Sin y Con Proyecto
- Conclusiones y Recomendaciones

#### **1.3. ALCANCES DEL TRABAJO**

Consta de tres partes

- Planificación
- Etapa de campo
- Etapa de gabinete

##### **1.3.1. PLANIFICACIÓN**

En esta etapa se efectúa el reconocimiento de la carretera, para sectorizarla por tramos homogéneos de tráfico y determinar la

ubicación de las estaciones de conteo y encuesta de origen y destino, previamente coordinadas.

Los conteos de volumen y clasificación se realizan las 24 horas del día, clasificando los tipos de vehículos por cada hora, por sentido de tráfico, durante 7 días en cada tramo.

Los formatos utilizados son los empleados por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), con la clasificación del Reglamento Nacional Vehicular vigente.

Las labores de campo se efectúan en forma simultánea colocando una brigada en la estación de conteo.

### **1.3.2. ETAPA DE CAMPO**

Realización de conteos vehiculares y encuestas de origen – destino.

### **1.3.3. ETAPA DE GABINETE**

#### **Conteos de tráfico**

- Se explica Metodología usada.
- Se recopila información de la serie histórica del tráfico IMDA, si la hubiere
- Se efectúa la revisión y consistencia de los datos de campo
- Se selecciona el Factor de Corrección y se justifica, en base a la información existente en las publicaciones de MTC o en datos de Peajes cercanos.
- Se efectúa el Cálculo del IMDA
- Se hacen cuadros y gráficos de las variaciones diarias y horarias por sentido y total, y clasificación vehicular del IMDA, para cada una de las estaciones y cuadro resumen por tipo de vehículo

## 2. ANTECEDENTES DEL ÁREA DEL PROYECTO

La vía en estudio según la encuesta que se realizó a la población nunca hubo un estudio para pavimentación.

## 3. ESTUDIO VOLUMÉTRICO

El estudio volumétrico comprende la determinación de las características actuales del tráfico, estas características varían a lo largo de la carretera, existiendo tramos de características más o menos iguales llamados tramos homogéneos, como principales zonas generadoras y atractoras de viajes. No sería posible, ni necesario, determinar el volumen ni la composición del tráfico en el tramo en los que existan pequeñas variaciones, solamente se determinarán los indicadores para el tramo en los que las variaciones en la composición y volumen sean significativas.

### 3.1. TRAMOS HOMOGÉNEOS

Considerando que el tramo Puente Parco – Utcuyacu contiene características más o menos homogéneas en volumen y composición del tráfico vehicular:

### 3.2. ESTACIONES DE CONTROL

La programación de estaciones de control vehicular, contempló de una sola estación de control vehicular "E-1 Cruce Puente Parco, considerando el tramo más o menos homogéneos en volumen y composición vehicular, en que se subdivide el Eje Vial en estudio, los cuales se indican en el cuadro siguiente:

El cuadro 1, muestran la ubicación de las Estaciones de Control vehicular.

CÓDIGO	ESTACIÓN	ESTUDIO / ENCUESTA	UBICACIÓN
E-1	Cruce Puente Parco	Conteo	Cruce Puente Parco

Fuente Elaboración propia

Grafico 1: Ubicaciones de las estaciones de control



FUENTE: Google Heart

### 3.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONTEO

Las características básicas del conteo vehicular fueron las siguientes:

- a) Los conteos fueron realizados durante siete días en la estación; tomando como días representativas laborables los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes; sábado y domingo como días no laborables.
- b) Los conteos se realizaron durante las 24 horas del día, con el objetivo de identificar lo más claramente posible el comportamiento del flujo vehicular durante el día y la noche.
- c) Las horas de conteo fueron desde las 00:00 horas hasta 24:00 horas del día siguiente en dos turnos: de día y de noche de 12 horas respectivamente.
- d) Los conteos vehiculares fueron cerrados cada hora, con el objetivo de evaluar posibles intensidades de flujo extraordinarios.
- e) La clasificación vehicular utilizada fue la siguiente:

Autos

Micro

Station Wagon	Bus
Pickup	Camion
Panel	Semitrayler
Camioneta Rural	Trayler

### 3.4. METODOLOGÍA DEL CONTEO

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte mientras que el tránsito viene a ser el desplazamiento de vehículos y/o personas de un punto llamado Origen a otro Destino.

Por tanto; para la elaboración del informe del Estudio de Tráfico es necesario contar con la información de campo que nos va a permitir efectuar los trabajos de gabinete, para luego llevar a cabo el análisis de los resultados obtenidos, por lo que es necesario establecer las siguientes etapas:

#### 3.4.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN CAMPO (TRAFICO)

La información básica para la elaboración del Estudio procede de dos fuentes diferentes: Referenciales y Directas.

- a) **Fuentes Referenciales.-** Existentes a nivel oficial, son las referidas respecto a la información del IMD y Factores de Corrección existentes en los documentos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Unidades de Peaje más cercanas al área del Estudio).
- b) **Fuentes Directas.-** Recopilación de la información en campo a través de conteos vehiculares. Estas labores exigieron una etapa previa de trabajo en gabinete, además del reconocimiento del tramo puente parco - Utcuyacu, para identificar las estaciones de control vehicular y finalmente, realizar el aforo vehicular programado.
- c) El trabajo de gabinete consistió en la elaboración de los formatos para el aforo vehicular, a ser utilizados en las

estaciones de Control preestablecidas durante el reconocimiento de la carretera en estudio, las cuales fueron propuestos por el coordinador del proyecto en coordinación con el consultor.

El formato del conteo vehicular considera la toma de información correspondiente al nombre de la Estaciones de Control preestablecidas, la hora, día y fecha del conteo para cada tipo de vehículo según ejes y características técnicas del vehículo.

Antes de realizar el trabajo de campo y con el propósito de identificar y precisar "in situ" las estaciones predeterminadas, se realizó el reconocimiento de la vía en el tramo indicado, para ubicar las estaciones de conteo de vehículos.

En la estación de conteo establecida se ubicaron a los encuestadores, uno para el turno de día y otro para el turno de noche, previa capacitación de los mismos para los trabajos a realizar, a fin de obtener resultados óptimos.

El conteo volumétrico se realizó en las estaciones establecidas durante (7) días, durante el periodo del 06 al 12 de enero del 2020, durante las 24 horas y dos turnos rotativos de 12 horas cada uno.

Cabe indicar que en los sentidos de tránsito se han considerado entrada "Puente Parco" y salida "Utcuyacu", respectivamente, tomando como punto base a las estaciones de conteo seleccionadas para el aforo vehicular

#### **3.4.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

El procesamiento de los datos tomados en campo corresponde íntegramente al trabajo de gabinete, la misma que ha sido procesada en el programa Microsoft Excel; mediante hojas de cálculo, a fin de analizar y graficar los resultados para una mejor visualización.

Los conteos vehiculares de tráfico obtenidos en campo han sido procesados en Formatos de Resumen, por día y según el sentido, indicando su distribución por horas.

### 3.4.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico vehicular que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y la variación diaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo en Índice Medio Diario (IMD), se ha empleado la siguiente fórmula:

$$\text{IMD} = \text{IMDs} * \text{FC m}$$
$$\text{IMDs} = \left[ \left( \frac{\sum VI + Vs + Vd}{7} \right) \right] (\text{Estaciones de 7 días})$$

Donde:

- IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana
- VI = Volumen clasificado días laboral (L, M, M, J, V)
- Vnl = Volumen clasificado días no laborales (día sábado (Vs), Domingo (Vd)).
- FCEm = Factor de Corrección Estacional, Obtenido de una Estación de Mayor Control (Pampa Cuellar), de similares características, para el mes que se ha realizado la cobertura.

## 3.5. CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR CLASIFICADO

### 3.5.1. FACTORES DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

Los volúmenes de tráfico vehicular varían cada mes, debido a las estaciones del año, ocasionados por las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, estaciones del año, vacaciones, festividades, etc.

En el tramo puente parco – Utcuyacu, los índices de tránsito vehicular crecen en los meses de feriados largos, fiestas patronales, etc., donde el tráfico de vehículos tiene una variación. Por tanto, es necesario afectar los valores obtenidos durante este período de tiempo, por un factor de corrección que lleve estos valores al Promedio Diario Anual.

La utilización del Factor de Corrección Estacional se toma de los años anteriores y corresponden a la estación de peaje más cercana a la zona de estudio; dicho factor se utiliza tanto para vehículos ligeros, como para vehículos pesados. Para el Estudio se han tomado los siguientes factores:

El factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de la información proporcionada por el Ministerio de transportes y Comunicaciones (OPP-MTC) del Peaje de Catac del año 2017, ubicada en la carretera Conococha - Huaraz".

$$FCm = \frac{IMD \text{ anual}}{IMD \text{ del mes del Estudio de la Unidad de Peaje}}$$

Dónde:

FCEm = factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo

IMD = Volumen Promedio Diario Anual clasificado de la U. peaje

IMD mes del Estudio = Volumen Promedio Diario, del mes en U. Peaje

#### CUADRO DE FACTORES DE CORRECCIÓN ESTACIONARIA

IMD	LIGEROS	PESADOS
ENERO	1.04120057	0.967501

Fuente: Unidad de Peaje Catac, al año 2017

En base a ello se consideró los factores de corrección promedios del mes de Enero.

### 3.6. RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvieron los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía, por día, tipo de vehículo, por sentido y el consolidado de ambos sentidos, cuyo resumen se incluye en el texto del Informe.

Se indicarán los resultados de los conteos de tráfico diarios, las variaciones horarias vehiculares por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada día de trabajo. Así mismo el promedio semanal por sentido y el consolidado para ambos sentidos, para cada estación de conteo.

### 3.6.1. TRAMO HOMOGÉNEO

En los cuadros del Anexo 1 se muestran los cuadros de los conteos de tráfico diarios efectuados en la Estación de Puente Parco:

En el siguiente cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada sentido y total en ambos sentidos. El mayor volumen vehicular se presenta el día viernes con 53 vehículos y el menor el día domingo con 20 vehículos.

#### CUADRO VOLUMEN Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR, SEGÚN DÍA DE CONTEO – E-1

Cuadro volumen vehicular diario – E-1

<b>DÍA</b>	<b>VOLUMEN PROMEDIO</b>	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN</b>
Lunes	48	0.75000000
Martes	30	1.20000000
Miércoles	30	1.20000000
Jueves	31	1.16129032
Viernes	53	0.67924528
Sábado	34	1.05882353
Domingo	20	1.80000000
Promedio	36	1.12133702

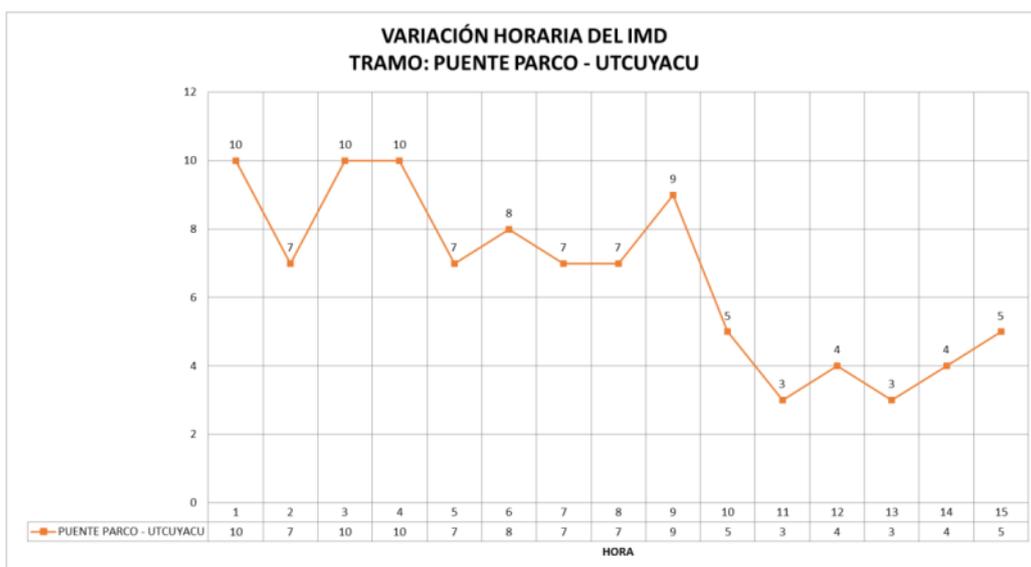
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO VARIACIÓN DIARIA  
 VEHICULAR ESTACIÓN PUENTE PARCO  
 E-1



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO VARIACIÓN HORARIA DEL IMDA E-1



Fuente: Elaboración Propia

## GRÁFICO COMPOSICIÓN VEHICULAR POR TIPO DE VEHÍCULOS E-1



Del gráfico se observa que en el tramo hay bastante incidencia de vehículos ligeros 89.32% y vehículos pesados 10.68%.

### 4. CONCLUSIONES

- a) El Índice Medio Diario Anual 2019 del tramo de carretera se muestra en el siguiente cuadro:

TIPO DE VEHÍCULO	IMDs $\Sigma v_i/7$	FC	IMDa	Distribución %
Autos	17	1.04120057	18	17.1%
Station Wagon	34	1.04120057	36	34.3%
Camioneta Pick Up	16	1.04120057	17	16.2%
Panel	2	1.04120057	3	2.9%
Rural (Combi)	17	1.04120057	18	17.1%
Micro	0	1.04120057	0	0.0%
Ómnibus 2E	0	0.967501	0	0.0%
Ómnibus 3E	0	0.967501	0	0.0%
Camión 2E	11	0.967501	11	10.5%
Camión 3E	2	0.967501	2	1.9%
Camión 4E	0	0.967501	0	0.0%
Semi trayler	0	0.967501	0	0.0%
Trayler	0	0.967501	0	0.0%
TOTAL IMD	99		105	100.0%

### ANEXOS

**ANEXO 1: Conteo Vehicular**

**ANEXO 2: Panel Fotográfico**

















### VARIACIÓN DIARIA DE VEHICULOS LIGEROS Y PESADOS

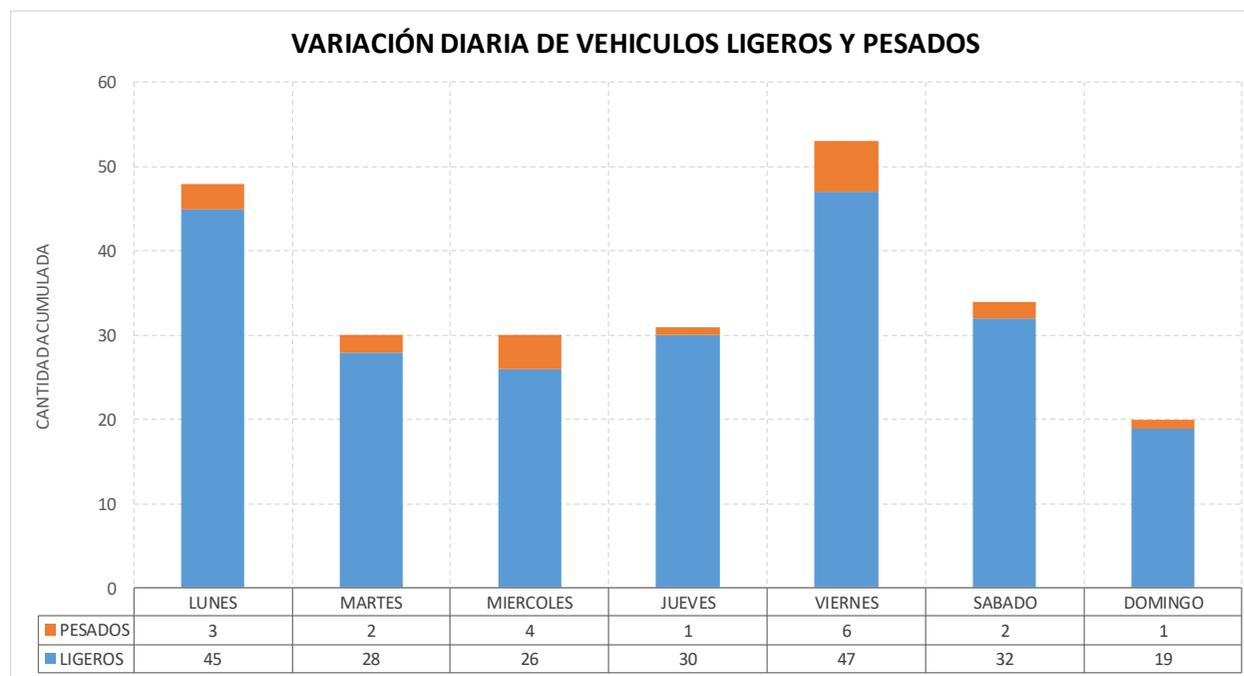
TRAMO DE LA CARRETERA	PUENTE PARCO - UTCUYACU		
SENTIDO (AMBOS)	PUENTE PARCO	N ←	UTCUYACU S →
UBICACIÓN	CRUCE PUENTE PARCO		

ESTACION	CRUCE PUENTE PARCO			
CODIGO DE LA ESTACION	E-01			
DIA Y FECHA	SEMANA	06 AL 12	01	2020

DÍA	VEHICULOS	
	LIGEROS	PESADOS
LUNES	45	3
MARTES	28	2
MIERCOLES	26	4
JUEVES	30	1
VIERNES	47	6
SABADO	32	2
DOMINGO	19	1

246	227	19
100.00%	92.28%	7.72%

48  
30  
30  
31  
53  
34  
20

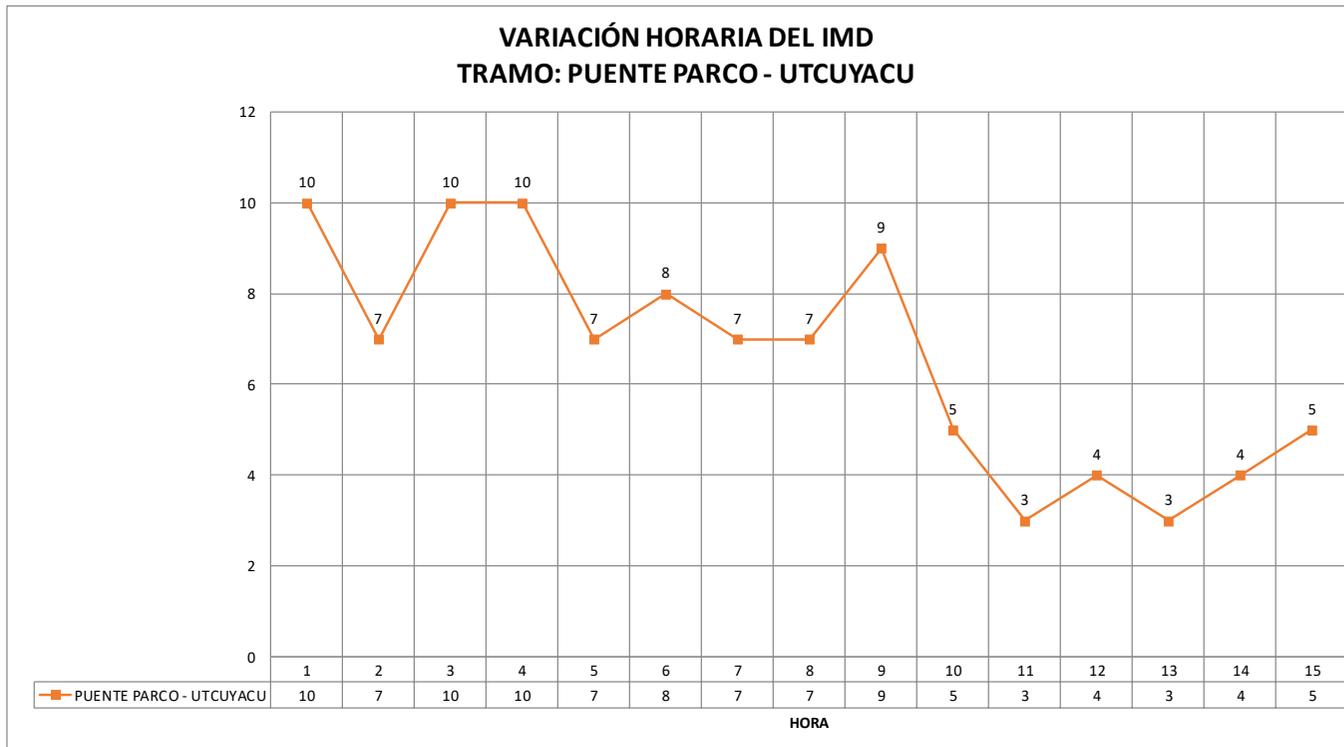




### VARIACIÓN HORARIA DE VEHICULOS LIGEROS Y PESADOS

TRAMO DE LA CARRETERA	PUENTE PARCO - UTCUYACU		
SENTIDO	(AMBOS)	PUENTE PARCO E ←	UTCUYACU S →
UBICACIÓN	CRUCE PUENTE PARCO		

ESTACION	CRUCE PUENTE PARCO		
CODIGO DE LA ESTACION	E-01		
DIA Y FECHA	SEMANA	06 AL 12	01 2020



## DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

TRAMO DE LA CARRETERA	PUENTE PARCO - UTCUYACU				
SENTIDO	(AMBOS)	PUENTE PARCO	N ←	UTCUYACU	S →
UBICACIÓN	CRUCE PUENTE PARCO				

ESTACION	CRUCE PUENTE PARCO			
CODIGO DE LA ESTACION	E-01			
DIA Y FECHA	SEMANA	06 AL 12	01	2020

### 1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde: IMD<sub>s</sub> = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada  
 IMD<sub>a</sub> = Índice Medio Anual  
 V<sub>i</sub> = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo  
 FC = Factores de Corrección Estacional

### Índice Medio Diario

TIPO DE VEHÍCULO	IMDs Σvi/7	FC	IMDa	Distribución %
Autos	17	1.04120057	18	17.1%
Station Wagon	34	1.04120057	36	34.3%
Camioneta Pick Up	16	1.04120057	17	16.2%
Panel	2	1.04120057	3	2.9%
Rural (Combi)	17	1.04120057	18	17.1%
Micro	0	1.04120057	0	0.0%
Ómnibus 2E	0	0.967501	0	0.0%
Ómnibus 3E	0	0.967501	0	0.0%
Camión 2E	11	0.967501	11	10.5%
Camión 3E	2	0.967501	2	1.9%
Camión 4E	0	0.967501	0	0.0%
Semi trayler	0	0.967501	0	0.0%
Trayler	0	0.967501	0	0.0%
TOTAL IMD	99		105	100.0%

FACTOR DE VEHÍCULO PESADO (FVP) - PAVIMENTO FLEXIBLE				
TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA 2019	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 Tn)	F.IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	92	1	0.000527017	0.05
	92	1	0.000527017	0.05
C2	11	7	1.265366749	13.92
	11	11	3.238286961	35.62
C3	2	7	1.265366749	2.53
	2	18	2.019213454	4.04
<b>TOTAL FVP:</b>				<b>56.21</b>

Fórmula:

$$ESAL = FVP * 365 * Fd * FC * \left( \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right)$$

Datos:

EE (FVP)	56.21
Factor direccional (Fd)	0.5
Factor Carril (Fc)	1
Tasa anual de Crecimiento (r)	3
Periodo de Diseño (n)	20

<b>PAV. FLEXIBLE</b>
<b>ESAL= 275,645</b>

FACTOR DE VEHÍCULO PESADO (FVP) - PARA PAVIMENTO RIGIDO				
TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA 2019	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 Tn)	F.IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	92	1	0.000436385	0.04
	92	1	0.000436385	0.04
C2	11	7	1.272834178	14.00
	11	11	3.334826273	36.68
C3	2	7	1.272834178	2.55
	2	18	2.054999815	4.11
<b>TOTAL FVP:</b>				<b>57.42</b>

Fórmula:

$$ESAL = FVP * 365 * Fd * FC * \left( \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right)$$

Datos:

EE (FVP)	57.42
Factor direccional (Fd)	0.5
Factor Carril (Fc)	1
Tasa anual de Crecimiento (r)	3
Periodo de Diseño (n)	20

<b>PAV. RÍGIDO</b>
<b>ESAL= 281,580</b>

## Anexo N° 2: Panel Fotográfico



Foto N° 01: Vista fotográfica de la Estación (E-1) de conteo vehicular en el Cruce Puente Parco.



Foto N° 02 y 03: En la vista fotografica se aprecia realizando el conteo vehicular en el tramo Puente Parco - Utcuyacu

**Anexo 8**  
**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA**

# **ESTUDIO DE HIDROLOGÍA**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente estudio está orientado a determinar por una parte los caudales de diseño de las obras de drenaje propuestas, ante condiciones de lluvias extremas que caen sobre las áreas de drenaje de los cauces que cruzan el eje de la vía; y por otra parte se enfoca al diseño hidráulico de las obras de drenaje necesarias establecidas sobre la base de estudios de campo y del estudio hidrológico para garantizar la estabilidad de la carretera.

Los trabajos efectuados en la zona de estudio, ha comprendido entre otros, la evaluación del comportamiento hidrológico e hidráulico de los cursos hídricos que interceptan el eje de la vía proyectada; así como del comportamiento de las estructuras existentes desde el punto de vista hidráulico y de drenaje, a través de un inventario que incluye el estado actual de las obras.

### **1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

El Capítulo de Hidrología e Hidráulica, tiene como objetivo proporcionar la siguiente información:

- ✚ Evaluar desde el punto de vista hidráulico, las estructuras de drenaje existentes.
- ✚ Evaluar las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas que interceptan la vía proyectada.

### **1.2. ALCANCES DEL ESTUDIO**

Para el logro de los objetivos indicados se han llevado a cabo las siguientes actividades:

Inventario de estructuras de drenaje existentes desde el punto de vista hidrológico - hidráulico. Caracterización morfológica e hidrológica de la zona donde se desarrolla la vía proyectada.

Análisis de la información hidrológica disponible, en este caso, información pluviométrica obtenida de estaciones cercanas administradas por entidades oficiales.

Determinación del período de retorno a utilizar en el diseño de la obra de cruce y con ello, obtener el caudal máximo de diseño.

### **1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto en estudio, se ubica al margen izquierdo aguas arriba del río Santa en la localidad de Utcuyacu del Distrito de Cátac Provincia de Recuay Departamento de Áncash, con una altitud promedio de 3566 m.s.n.m. Geográficamente la zona en estudio se localiza dentro de las siguientes coordenadas (Sistema WGS84 -Zona 18 S):

Inicio del tramo Puente Parco:

Este (X) : 233062.00

Norte (Y) : 8915157.00

Fin del Tramo Utcuyacu:

Este (x) : 234354.00

Norte (Y) : 8913118.00

### **1.4. ACCESOS**

El acceso al área en estudio puede ser efectuado por vía terrestre mediante la Carretera Longitudinal de la Sierra PE-3N desde la Ciudad de Huaraz, hasta el puente parco punto de inicio del presente Proyecto.

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE PROYECTO**

El proyecto en estudio, se ubica en la localidad de Utcuyacu con una altitud que varía entre los 3557 y 3614 msnm, tiene un aspecto vital, cuya ejecución como proyecto y funcionamiento, tendrá un impacto positivo sobre el fortalecimiento del aspecto económico en la región, que se traducirá en la reducción de costos de operación de los vehículos,

disminución del tiempo de viaje, incremento del confort y seguridad vial, tanto para los usuarios como para los pobladores de las zonas aledañas al proyecto y para la operación de las minas cercanas a la carretera.

El Proyecto Vial corresponde al Estudio de Diseño Comparativo de Pavimento Rígido y Pavimento Flexible en el tramo puente parco – Utcuyacu. Dicho proyecto, se encuentra inserto en un ambiente sujeto a condiciones atmosféricas muy adversas, donde el agua es uno de los agentes más dañinos, especialmente durante los meses de diciembre a marzo que son los meses de mayores intensidades de lluvias, afectando la estructura vial en sus diferentes componentes: plataforma, obras de drenaje, canalizaciones, pavimentos y puentes.

El tramo en estudio se desarrolla sobre terrenos de configuración topográfica ondulada y en su mayoría a media ladera, donde se han identificado algunas quebradas y sobre todo sectores con taludes inestables.

## **2.1. HIDROGRAFÍA**

La zona de estudio se enmarca en el margen izquierdo aguas arriba del río Santa a la altura de la zona urbana del distrito de Catac Localidad de Utcuyacu, el cual por su caudal, importancia económica y recorrido está considerado de primer orden dentro del Distrito de Catac ya que a kilómetros más abajo del río se encuentra la planta hidroeléctrica el Cañón de Pato la misma que abastece energía para la zona norte del Perú.

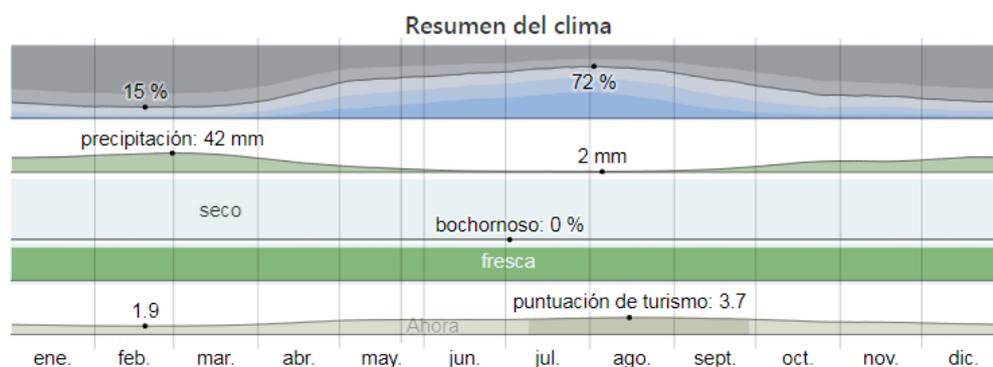
El trazo de la vía cruza dos quebradas las mismas que desembocan al río Santa, las características físicas de pendientes de las cuencas varían entre suaves y agrestes y la topografía donde se desarrolla el proyecto vial hace que los cursos de agua naturales estén expuestos a procesos erosivos con mayor actividad durante los

meses de diciembre a marzo, lo que origina la formación de cárcavas y consecuentes deslizamientos.

## 2.2. CLIMA

En Catac, los veranos son cortos, frescos, secos y parcialmente nublados y los inviernos son fríos y nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 20 °C.

En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar Catac para actividades de tiempo caluroso es desde principios de julio hasta finales de septiembre



## 2.3. TOPOGRAFÍA

Para fines de este informe, las coordenadas geográficas de Catac son latitud: -9,800°, longitud: -77,433°, y elevación: 3.755 m.

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Catac tiene variaciones enormes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 807 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 3.714 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones enormes de altitud (1.642 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (6.709 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Catac está cubierta de arbustos (44 %), tierra de cultivo (24 %), árboles (16 %) y pradera (16 %), en un radio de 16 kilómetros de arbustos (59 %) y pradera (25 %) y en un radio de 80 kilómetros de arbustos (35 %) y pradera (24 %).

### 3. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA

Este capítulo está enfocado en la determinación de descargas de diseño para las obras de cruce de cursos hídricos y obras longitudinales, de acuerdo a la exigencia hidrológica de la zona proveniente principalmente de precipitaciones extremas, con la finalidad de reunir los criterios adecuados, conocer las características hidrológicas, hidráulicas y de drenaje de la zona, se realizó el estudio en las siguientes etapas:

**Etapas de recopilación de información:** Comprendió la recolección, evaluación y análisis de la documentación oficial existente como: estudios anteriores e información cartográfica y meteorológica.

**Etapas de campo:** Consistió en un recorrido de toda la vía para evaluar desde el punto de vista hidráulico y de drenaje las obras existentes y la necesidad de proyectar nuevas obras, tomando en consideración su comportamiento hidráulico estructural e identificación de las características geomorfológicas de las cuencas que drenan, así como las características hidráulicas del sistema de riego de la zona.

**Etapas de gabinete:** Consistió en el procesamiento, análisis, determinación de los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño y dimensionamiento de las obras que comprenden el sistema de drenaje.

### 4. DRENAJE

En este capítulo se tratarán aspectos relacionados al dimensionamiento de las obras de drenaje que formarán parte del sistema de drenaje de la vía proyectada, el cual se realizará sobre la base del requerimiento hidrológico de la zona de estudio y de la evaluación del comportamiento hidráulico estructural de las obras de drenaje existentes.

El estudio de drenaje comprende el tramo Puente Parco - Utcuyacu, el cual se desarrolla sobre terrenos de configuración topográfica ondulada, y suaves.

Durante su recorrido, el eje de la vía proyectada intercepta cursos menores de agua constituidos por drenes de evacuación de eventuales precipitaciones, asimismo el eje de la carretera cruza dos Quebradas donde actualmente existe una batería de alcantarillas.

Actualmente, las obras de drenaje existentes en el ámbito de la carretera, se ubican sobre el camino afirmado existente y están constituidas principalmente por alcantarillas de TMC y tajeas de piedra, las cuales se encuentran en mal estado de conservación y serán reemplazadas de acuerdo al requerimiento hidrológico de la zona y al nivel de la vía proyectada.

A lo largo del eje del proyecto vial, los problemas de drenaje se magnifican cuando se producen fuertes precipitaciones pluviales los meses de Diciembre a Marzo que dan lugar a la activación de los cursos naturales que actualmente se encuentran secos, incrementando su dinámica y poder erosivo, y a su vez saturando los suelos.

#### **4.1. EVALUACIÓN DE CAMPO**

A lo largo del tramo de la carretera en estudio, se ha observado los diferentes problemas de drenaje que comprometen considerablemente a la actual vía, entre ellos podemos mencionar la cantidad insuficiente de alcantarillas para el drenaje del agua superficial y para el drenaje de los cursos de agua que cruzan su alineamiento, asimismo; se ha observado que en gran parte del tramo en estudio, las cunetas de tierra existentes se encuentran obstruidas y que recorren grandes distancias, esto ocasiona procesos de erosión y sedimentación de sus cauces; y por consiguiente el desborde de las aguas provenientes de precipitaciones pluviales, afectando la estabilidad de la carretera.

#### **4.2. SOLUCIONES PLANTEADAS**

El presente Estudio ha contemplado la proyección de nuevas estructuras que garanticen el funcionamiento del sistema de drenaje

en concordancia a la demanda hidrológica y características geomorfológicas de la zona en estudio.

Desde el punto de vista hidráulico se proponen diseños que proporcionen obras de drenaje lo más eficiente posible, cumpliendo con los requerimientos según sea el caso, de durabilidad y de una adecuada capacidad hidráulica, que al mismo tiempo guarden una relación entre rentabilidad y conservación con el medio ambiente. Estas obras están destinadas a constituirse, en conjunto, como los sistemas que drenarán los flujos de agua libres de la zona, tales como alcantarillas y cunetas revestidas.

De igual manera se han incluido dentro las soluciones planteadas y según los criterios aplicables al buen funcionamiento de una vía, la proyección de estructuras de protección contra el proceso de erosión especialmente a la entrada y salida de alcantarillas que afecten la estabilidad de la vía, como emboquillados, enrocados, etc.

Por otro lado es preciso indicar que un complemento a las soluciones propuestas y que han sido descritas anteriormente es el mantenimiento de las estructuras de drenaje, el cual cumple un papel importante que debe tomarse en cuenta a fin de que la carretera logre la vida útil que se requiere, mediante un monitoreo minucioso después de las campañas agrícolas y períodos lluviosos.

## **5. CONCLUSIONES**

- ✚ El Proyecto Vial en estudio corresponde a la comparación de pavimentos del tramo puente parco – Utcuyacu. Dicho proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Cátac – Recuay – Áncash.
- ✚ El eje de la calzada proyectada se desarrolla en terrenos de configuración topográfica plana, a lo largo de su recorrido se han identificado zonas de quebradas

- ✚ El área de estudio se encuentra afectada por diferentes tipos de procesos geodinámicas siendo los de mayor incidencia los de origen hídrico. Los procesos hídricos están íntimamente relacionados con las condiciones climáticas de la región, donde las fuertes precipitaciones pluviales que se incrementan durante los meses de verano saturan los cauces principales que por las filtraciones se originan cárcavas y deslizamientos en los taludes modificando las condiciones morfológicas de la zona.

**Anexo 9**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

# **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los investigadores del proyecto Diseño Comparativo de pavimento Rígido y Flexible del tramo puente parco – Utcuyacu, se elabora con el objetivo de minimizar el impacto ambiental a la población afectada en el paso de la carretera en ejecución.

Estamos seguros que esta vía, servirá de palanca de desarrollo para la localidad de Utcuyacu ya que minimizaran el tiempo de recorrido y las enfermedades que suelen darse continuamente por los polvos que emiten los vehículos que transitan por la carretera en estudio.

El presente informe obedece a la información recopilada en campo, con la metodología referencial del MTC, la misma constituye el tema de la caracterización de la población afectada, la búsqueda de soluciones a través de la aplicación de encuestas, fichas censales, entrevistas personales y otros.

## **2. UBICACIÓN**

El proyecto se ubica en la localidad de Utcuyacu, Distrito de Cátac, Provincia de Recuay Departamento de Áncash.

El inicio de la carretera, se da en el Puente Parco, recorriendo hasta la localidad de Utcuyacu.

## **3. OBJETIVOS**

El Proyecto propuesto tiene como objetivo el Diseño Comparativo de pavimento rígido y pavimento flexible en el tramo puente parco - utcuyacu, para consolidar una mayor dinámica en el comercio local y regional, a la vez de asegurar mayores niveles de empleo, ingresos y satisfacción de necesidades en los poblados beneficiados por la rehabilitación de dicho tramo, reforzando su integración al desarrollo nacional.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La actual carretera Puente Parco – Utcuyacu es una trocha afirmada, que se desarrolla sobre una topografía plana situada a la margen derecha del río Santa Aguas arriba.

El alineamiento será homogéneo con tangentes y curvas horizontales cuyos radios tendrán compatibilidad con la velocidad directriz asumida. La velocidad directriz condiciona las características de seguridad del tránsito y diseño geométrico. En el proyecto, la topografía predominante es accidentada a ondulada.

La rasante seguirá en lo posible las inflexiones de la rasante actual de la vía afirmada, manteniendo el acceso continuo, considerando resolver las limitaciones de la visibilidad. Las pendientes para el diseño serán tomando en cuenta la topografía.

#### **5. EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

##### **5.1. OBJETIVOS**

El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Diseño Comparativo de Pavimentos, tiene como objetivo identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales potenciales positivos y negativos que pueden ocurrir por la construcción del pavimento y sobre esta base proponer medidas para prevenir, mitigar o corregir los impactos negativos, así como para fortalecer los impactos positivos; logrando de esta manera que la construcción y funcionamiento de esta obra vial se realice en armonía con la conservación del ambiente.

##### **5.2. MÉTODO**

El análisis ambiental del proyecto en referencia se ha realizado mediante el análisis matricial, en particular se ha empleado la matriz de Leopold (**ver Tabla N° 01: Matriz de Leopold**), modificada según las características del proyecto.

La secuencia del análisis ambiental fue estructurada en tres etapas. A saber: Etapa Preliminar de Gabinete, Etapa de Campo y Etapa Final de Gabinete.

## **6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **6.1. MEDIO FÍSICO**

#### **6.1.1. Clima**

En Catac, los veranos son cortos, frescos, secos y parcialmente nublados y los inviernos son fríos y nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 20 °C.

En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar Catac para actividades de tiempo caluroso es desde principios de julio hasta finales de septiembre.

#### **6.1.2. Temperatura**

La temporada templada dura 2,4 meses, del 3 de agosto al 16 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 17 °C. El día más caluroso del año es el 6 de septiembre, con una temperatura máxima promedio de 18 °C y una temperatura mínima promedio de 3 °C.

La temporada fresca dura 3,1 meses, del 26 de diciembre al 29 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 16 °C. El día más frío del año es el 14 de julio, con una temperatura mínima promedio de 1 °C y máxima promedio de 17 °C.

#### **6.1.3. Precipitación**

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Catac varía durante el año.

La temporada más mojada dura 6,1 meses, de 16 de octubre a 21 de abril, con una probabilidad de más del 14 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 26 % el 7 de marzo.

La temporada más seca dura 5,9 meses, del 21 de abril al 16 de octubre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 13 de agosto.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 26 % el 7 de marzo.

#### **6.1.4. Lluvia**

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Catac tiene una variación ligera de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 7,2 meses, del 30 de septiembre al 6 de mayo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 29 de febrero, con una acumulación total promedio de 42 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura 4,8 meses, del 6 de mayo al 30 de septiembre. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 5 de agosto, con una acumulación total promedio de 2 milímetros.

### **6.1.5. Topografía**

Para fines de este informe, las coordenadas geográficas de Catac son latitud: -9,800°, longitud: -77,433°, y elevación: 3.755 m.

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Catac tiene variaciones enormes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 807 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 3.714 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones enormes de altitud (1.642 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (6.709 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Catac está cubierta de arbustos (44 %), tierra de cultivo (24 %), árboles (16 %) y pradera (16 %), en un radio de 16 kilómetros de arbustos (59 %) y pradera (25 %) y en un radio de 80 kilómetros de arbustos (35 %) y pradera (24 %).

## **7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

El plan de Manejo Ambiental tiene como objetivos lo siguiente:

- ✚ Establecer un conjunto de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas para mejorar y/o mantener la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto, de tal forma que se eviten y/o mitiguen los impactos ambientales negativos y logren en el caso de los impactos ambientales positivos, generar un mayor efecto ambiental, tanto en el ámbito local como regional.
  
- ✚ Lograr la conservación del medio ambiente durante las etapas de construcción y operación de la carretera Tramo Puente Parco – Utcuyacu, a través del cuidado y conservación de los recursos naturales frágiles, evitando la afectación de la biodiversidad de los ecosistemas de la zona de influencia del proyecto.

- ✚ Incorporar al presupuesto de obra los costos que demanda la ejecución de todas las medidas especificadas en el presente Plan de Manejo Ambiental.

## 8. ANEXO

**Tabla N° 01:** Matriz de identificación de impactos para el proyecto de diseño comparativo de pavimentos



