



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño Estructural De Un Pavimento Rígido Para La Calle
Principal Del Centro Poblado De Shansha-Huaraz-Áncash,
2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Acuña Huerta, Yordi Brayan (ORCID: 0000-0002-9453-9204)

Figuroa Colonia, Yamyrc Francys (ORCID: 0000-0003-1563-7058)

ASESOR:

Mg. Castañeda Sánchez, Willy Alex (ORCID: 0000-0002-4421-4778)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a nuestros padres que nos han dado la existencia; y con ella la capacidad de superarnos día a día para poder culminar la carrera profesional de ingeniería civil.

Además, el trabajo va dedicado a Dios, por ser la fuente de nuestra inspiración; dándonos momentos buenos y malos en nuestras vidas, pero siempre queriéndonos como hijos que somos.

Agradecimiento

Gracias a la Universidad César Vallejo, por habernos permitido formarnos académicamente como profesionales. También dar gracias a todas las personas que fueron participantes de este proceso, ya que, fueron los responsables de realizar su pequeño aporte en nuestra educación profesional, ya sea de manera directa o indirecta. Este es un momento increíble en nuestras vidas que espero, perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecemos, sino también a quienes invirtieron su tiempo en revisar nuestra tesis; a ellos mismos les agradecemos con todo nuestro ser.

Índice de contenidos

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y Operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.	23
3.6. Métodos de Análisis de Datos.....	24
3.7. Aspectos Éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1.	27
<i>Ubicación geográfica Plaza de Shansha</i>	27
Tabla 2.	28
<i>Puntos topográficos</i>	28
Tabla 3.	36
<i>Total de vehículos contabilizados en el mes de diciembre del 2018.</i>	36
Tabla 4.	36
<i>IMD´S - 2018</i>	36
Tabla 5.	37
<i>Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje promedio - (2010 -2018)</i>	37
Tabla 6.	37
<i>Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje promedio - (2010 -2018)</i>	37
Tabla 7.	38
<i>IMD - 2018</i>	38
Tabla 8.	39
<i>IMDA – Proyectoado 2020</i>	39
Tabla 9.	40
<i>IMDA - 2040</i>	40
Tabla 10.	40
<i>Número de pasadas - 2040</i>	40
Tabla 11.	41
<i>Relación de Cargas por eje, para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos – MTC, 2014</i>	41
Tabla 12.	42
<i>Factores de Equivalencia de Carga</i>	42
Tabla 13.	42
<i>ESAL´S</i>	42
Tabla 14.	49
<i>Factor Carril</i>	49
Tabla 15.	50
<i>Desviación standart</i>	50
Tabla 16.	52

<i>Módulos de reacción</i>	52
Tabla 17.	54
<i>Porcentaje de saturación y calidad del suelo para drenaje</i>	54
Tabla N° 18.	54
<i>Calidad de drenaje</i>	54
Tabla 19.	55
Coeficiente de transferencia de carga	55
Tabla 20.	55
<i>Datos para el diseño</i>	55
Tabla 21.	56
<i>Dimensiones de losa</i>	56
Tabla 22.	57
<i>Pasadores para juntas transversales</i>	57
Tabla 23.	59
Barras para juntas longitudinales	59

Índice de gráficos

Gráfico N° 01 Descripción de la fórmula de AASHTO 93.....	118
Gráfico N° 02 Números de repeticiones acumuladas de ejes Equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño	119
Gráfico N° 03 Gráfica de índice de serviciabilidad inicial (pi) índice de serviciabilidad o terminal (pt), según rango de tráfico.....	120
Gráfico N° 04 Correlación de los módulos de reacción con CBR	121
Gráfico N° 05: Gráfica de la fórmula del coeficiente combinado del suelo..	122
Gráfico N° 06: condiciones de drenaje, valores recomendados de resistencia del concreto, valores de transmisión de carga y condiciones de CBR para sub bases granulares.....	123
Gráfico N° 07: Perfil Longitudinal y plano de	125
Gráfico N° 08 Plano de Planta y Ubicación de calicatas.....	126
GRÁFICO N° 09: SECCIONES TRANSVERSALES 1.....	127
GRÁFICO N° 10: SECCIONES TRANSVERSALES 2.....	128
GRÁFICO N° 11: DETALLES DEL PAVIMENTO	129
Gráfico N° 12. Localización de Shansha.....	130
Gráfico N° 13: punto de inicio del levantamiento topográfico con referencia a la plaza del centro poblado de Shansha	131
Gráfico N° 14: Inspección de campo.....	132
Gráfico N° 15. Levantamiento topográfico	133

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar el pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha; para ello se realizaron los respectivos trabajos de campo, para obtener un adecuado diseño del pavimento rígido, con los cronogramas planteados a criterio.

La investigación tiene definiciones coherentes que nos ayudarán en el proceso de elaboración de diseño del pavimento rígido para el mejoramiento de dicho trayecto. El tipo de investigación que se realiza es no experimental, que es aquella que se ejecuta sin manipular las variables de manera deliberada, se basa directamente en la observación de hechos tal y como surgen en su contexto normal o natural para analizarlos con posterioridad; en este modelo de investigación no hay restricciones, ni estímulos a los que se expongan los sujetos o elementos del estudio, los sujetos son observados y estudiados en su ambiente natural. Como muestra la población será el total de recorrido de la vía a analizar, la cual consta de 1.12 kilómetros. Vía sobre la cual, realizamos un levantamiento topográfico, un estudio de tráfico y un estudio de mecánica de suelos, como medios para obtener los hechos y/o datos necesarios para realizar el diseño estructural del pavimento y así determinar los espesores de sus capas componentes.

Palabras clave: Diseño Estructural, Pavimento Rígido, Transitabilidad

Abstract

The objective of this research project is to design the rigid pavement to improve the passability of the main street of the Shansha Town Center; for this, the problems of field work are applied, to obtain an adequate design of the rigid pavement, with the timelines set at the discretion.

The research has coherent limitations that help us in the elaboration process of the design of the rigid pavement for the improvement of this path. The type of investigation that is carried out is non-experimental, which is one that is executed without manipulating the variables in a deliberate way, it is based directly on the observation of facts as they arise in their normal or natural context to analyze them later; In this research model there are no restrictions or stimuli to which the subjects or elements of the study are exposed, the subjects are observed and studied in their natural environment. As a sample the population will be the total route of the road under analysis, which consists of 1.12 kilometers. Via quality, we carried out a topographic survey, a traffic study and a study of soil mechanics, as means to obtain the facts and / or data necessary to carry out the structural design of the pavement and thus determine the thickness of its components.

Keywords: Structural Design, Rigid Pavement, Passability

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación está enfocado en la mejora de las vías de tránsito del C.P. de Shansha; ya que observamos la falta de una vía adecuada para brindar un correcto servicio de transitabilidad a la población. El Centro Poblado de Shansha, es un pueblo de características rurales y en formación, sin embargo, tiene proyección de crecimiento, debido a que se encuentra muy cerca de la ciudad de Huaraz, la cual es una zona urbana y capital departamental de la región Áncash.

Se observa además que al ser una trocha, su infraestructura vial es deficiente, pues dicha localidad se encuentra ubicada muy cerca de un orbe urbano y capital de Departamento, cómo lo es la ciudad de Huaraz; por ende es menester la pavimentación de dicha vía; Además de esto, debido a su estatus de Centro Poblado es considerada una zona en proceso de urbanización, haciendo necesaria su pavimentación; y es debido, más que nada a factores climatológicos y a la ubicación urbanística de la zona, que dicha vía de acceso se debe realizar con pavimento rígido, diseño que ejecutaremos con el método AASHTO 93, pues consideramos que es el método con la mejor performance para el diseño de dicho proyecto, ya que considera el factor serviciabilidad, cómo una variable importante en su ecuación.

Además de los problemas ya mencionados, se verifica que la vía en épocas de lluvia se torna lodosa, lo que genera que el tránsito sea lento, sin mencionar que al ocurrir esto se generan focos infecciosos debido a los charcos de agua que se forman.

La importancia de éste trabajo; radica en poder dar un punto de vista para realizar un adecuado diseño de pavimento rígido para mejorar el servicio de transitabilidad en el C.P. de Shansha; pues con esto beneficiaríamos a los pobladores de dicha localidad, solucionando, o en su defecto contribuyendo con la solución de los problemas que aquejan a dicha localidad, mismos que fueron expuestos en el párrafo anterior, con el cuál justificamos la elaboración de nuestro proyecto.

Cabe recalcar que el análisis que pensamos proponer consiste en diseñar un pavimento rígido por el método AASHTO 93; con los respectivos cálculos, parámetros y normativas acordes a la realidad observada para su posible aplicación, hecho que consideramos de suma importancia para nuestra carrera profesional, pues se podría utilizar nuestra tesis como un referente a ser tomado en cuenta, al momento de diseñar dicho tipo de pavimento con respecto a una realidad objetiva similar. Sin embargo, cabe mencionar, que las normas en la ingeniería civil están en constante cambio y mejora, por lo que, si se toma éste trabajo como referencia, debe tenerse en cuenta dichos cambios y la realidad actual a la cual se le piense aplicar conceptos de la presente investigación.

Para realizar ésta tesis, nos hicimos la pregunta:

¿Qué tipo de pavimento será el adecuado para mejorar la transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha?

Entonces Luego de visitar el lugar, según observaciones y análisis previos, planteamos como hipótesis, que para mejorar la transitabilidad del proyecto la mejor opción sería diseñar un pavimento rígido, eso en conclusión con respecto a la inspección hecha en la zona; pues, se observa que es una zona de lluvias frecuentes, además de ser una zona urbana. Por ello, se decidió usar el método AASHTO 93 para el diseñar estructuralmente el pavimento, pues éste toma como un parámetro principal, la serviciabilidad que puede ofrecer la vía durante su vida útil.

El objetivo general de nuestra investigación es diseñar estructuralmente el pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha, y como objetivos específicos tenemos i) realizar el levantamiento topográfico ii) Realizar el estudio de tráfico. iii) realizar el estudio de mecánica de suelos iv) Determinar el espesor de las capas que conformarán el pavimento rígido con la metodología AASHTO 93; cabe recalcar que para cumplir este último objetivo, usaremos el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual también se basa en el método AASHTO 93.

II. MARCO TEÓRICO

En ésta parte de nuestra investigación, pondremos antecedentes, conceptos y teorías relacionadas con nuestro tema, los cuáles ayudarán a ampliar, justificar, definir y aclarar los términos y elementos utilizados en el desarrollo de nuestra tesis. El trabajo consistirá en abarcar los conceptos de nuestra variable, estipulada en base a nuestro título, definiendo dichos conceptos y mencionando antecedentes como trabajos relacionados y hechos con anterioridad para respaldar lo expuesto.

Como antecedentes a nivel internacional podemos mencionar los siguientes trabajos.

Galeano y León (2016), en su propuesta de diseño para la construcción de pavimento rígido para la carretera 28 entre la calle 2 barrio 1 de mayo Ocaña norte de Santander, universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, Colombia, según su investigación nos presenta que lo primordial es tener en cuenta qué inversión al inicio será la mayor, conforme con esto se elabora el diseño más viable realizando un estudio de TPD (transito promedio diario) para conocer el tránsito que pasa por esta vía y definiendo la categoría, luego con estos factores se pre dimensionará la estructura de dicho pavimento, donde se concluye que el diseño de juntas permite distribuir mejor los esfuerzos del pavimento a través de las dimensiones de las losas; las juntas longitudinales y transversales, se construyen para que se llegue a impedir que durante su vida útil se presente fisuramiento, en pocas palabras no se debe olvidar que las juntas son un componente fundamental del pavimento rígido.

Independientemente del tipo de sistema de pavimento, existen varias incertidumbres en el proceso de diseño que pueden resultar en la determinación inapropiada del grosor de las capas del pavimento Intini, Berloco, Colonna y Ranieri (2020).

Además, los volúmenes de tráfico en constante aumento requieren métodos de diseño precisos para garantizar una vida útil óptima y un uso eficiente de las materias primas LU, Guoyang et al, (2019).

Cabe mencionar además, que es importante tener en cuenta las propiedades de fatiga de las mezclas de asfalto para el diseño mecánico-empírico del pavimento Tao, Kai, Yongli y Xiaomi (2017).

Es más, la predicción errónea es el núcleo del mantenimiento y diseño de los pavimentos de concreto Weina, Yu, Xiaofei, Di y Huiqiang (2017). Es por ello, que es necesario saber escoger y determinar el método a usar para diseñar adecuadamente un determinado tipo de pavimento.

En una comparación entre el método AASHTO y SisPaBR, el primero resultó ser más cauteloso, lo que lleva a mayores espesores, Dambros, Pivoto, Da Silva y Teixeira (2018). Esto quiere decir, que el método AASHTO 93, abarca mayores variables que dicha metodología, lo que le brinda mayor credibilidad al momento de usarlo como método de diseño de pavimentos.

Bejarano y Lozano (2020), mencionan en su tesis de pregrado, que para realizar un diseño duradero de la vía que estaban estudiando, decidieron darle vida a un pavimento rígido, diseño que fue realizado con los métodos AASHTO 93 y PCA 84.

Según Apriyatno (2015), se concluye que de acuerdo al tipo de camino a pavimentar, es recomendable utilizar un pavimento rígido sobre uno flexible, si el grosor de diseño del primero no es muy amplio, pues, sostiene este, que también hay que tener en cuenta el factor económico y de mantenimiento, siendo el más económico a largo plazo el pavimento rígido.

Los pavimentos de hormigón liso articulado son uno de los pavimentos más usados en Estados Unidos. Los pavimentos de hormigón, que también se conocen cómo rígidos, generalmente consisten en una capa de superficie de cemento soportada por una sub base y/o sub rasante Walubita, Nyamuhokya, Romanoschi, Xiaodi, y Souliman (2017), pág. 507).

Cómo antecedente Nacionales, podemos mencionar los siguientes:

La Asociación de Productores de Cemento, (2016) cita que: “Mayormente en los accesos a las carreteras se exhibe mayor déficit de vías pavimentadas. Observamos que los pavimentos se encuentran en un estado totalmente

deteriorado, paupérrimo y hasta con un malísimo diseño estructural. Las autoridades tienen que ponerse a pensar y velar por la integridad y el daño que puedan hacer a la población, construyendo éstas infraestructuras con un nivel pésimo. Estos problemas ocasionan que se suscite una deficiente transitabilidad vehicular como peatonal. Nuestra nación invierte en infraestructura vial; pero los fondos dados no son los idóneos y las autoridades que escogimos, de manera ingrata, generalmente hacen sus transacciones, observando lo evidenciado en el mísero estado actual de las vías pavimentadas”.

De acuerdo con Condori (2013), en su tesis, sintetiza que, “para elaborar el diseño estructural de pavimento, se sugiere efectuar un adecuado estudio de tránsito de un modo cuidadoso y en un lugar donde transiten la mayor cantidad de vehículos para avalar el diseño, ya que es uno de los componentes más importantes y esencial para el diseño de pavimentos”.

También, Mamani (2011), en su tesis, menciona que las carreteras son esenciales para el dinamismo del volumen vehicular de la parte central de la ciudad de Ilaya, ya que ésta se encuentra en un sitio estratégico para la entrada de vehículos de la carretera Panamericana Sur 24 hacia la parte central de la ciudad de Ilaya. Se ha elaborado el diseño de espesor de pavimento rígido, bajo los dos procedimientos alternativos de mayor aval y aceptación dentro de los formulados para el caso, como son el método AASHTO 93 y el de la PCA para calle y avenidas, resultando para el primer caso un espesor de capa de rodadura de concreto de 8” y una Sub Base de 8”, el cual fue determinado a usarse para el proyecto, por ser el método que más satisfactoriamente cumple con los requerimientos de diseño del proyecto y define un espesor económico que además satisface las exigencias estructurales”.

Según García (2015), en su proyecto de investigación, diseño de pavimento en la habilitación urbana las dunas de Lambayeque en la Universidad Pedro Ruiz Gallo, nos indica que de su ensayo de mecánica de suelos se obtuvo dos clases de suelo: ML (arenas finas –limos o arcillosas), CL (arcillosos), llegando a obtener redimensionamiento de estructura de 0.40 m, con la metodología de

NAASRA, obteniendo un ancho de superficie de la sub-base de aproximadamente 0.20 m, con un espesor de base de la estructura donde se apoya el pavimento de aproximadamente 0.15 m y un espesor de carpeta asfáltica de aproximadamente 0.15 m también.

A nivel regional. El servicio de transporte vehicular en la zona del Centro Poblado de Shansha, es deficiente e inadecuado por las condiciones actuales observadas de la vía; ya que existen baches que afectan a los vehículos, y en algunos lugares existe empacamiento de agua en épocas de lluvia, debido a la deficiente prestación de transitabilidad vehicular y peatonal. Existen dos antecedentes válidos y muy similares a nuestro proyecto, los cuáles son documentos para ejecutar inversiones públicas, el primero es el perfil, o estudio de pre inversión pública, y el expediente técnico, o estudio de inversión pública, para la construcción de un pavimento rígido en la calle principal del centro poblado de Shansha, dichos documentos, llevan por nombre “Mejoramiento del servicio de transitabilidad de la calle principal del Centro poblado de Shansha, distrito de Huaraz – Áncash”, en sus respectivas fases, los cuáles servirán como referente válido para contrastar y/o comparar los resultados de nuestra investigación, pues éstos pasan por un proceso de elaboración hecho por un especialista y la posterior evaluación y aprobación hecha por un ingeniero experto de la entidad.

Según Chávez (2018), en su tesis de pregrado señala que los pavimentos rígidos, son más durables que los flexibles, sin embargo, en el costo de construcción inmediato, los pavimentos flexibles resultan más baratos que los primeros.

La gran mayoría de los deterioros encontrados en la Urbanización Pase del Mar, Nuevo Chimbote, corresponden al fisuramiento del pavimento, que por falta o inadecuado mantenimiento, éstas evolucionan hasta tal grado que provocan baches, que afectan el tránsito circundante. Hecho que propicia la acumulación de partículas de agua, existiendo grietas enormes que incluso pueden ser mayores a las losas de pavimento rígido de dicha urbanización, Carrión, Cobeñas, Guerrero y Loyaga (2019), es por esto que, los diseños de pavimentos rígidos deben de hacerse con la mayor cautela posible.

Ahora pasaremos a detallar los conceptos y teoría relacionados con nuestra tesis, las cuáles nos servirán como un soporte y/o aval para sustentar nuestro proyecto.

Entonces, para comenzar definiremos el concepto de diseño; según la RAE (Real Academia Española) la palabra “Diseño” en sus dos primeras acepciones significa. Traza o delineación de un edificio o de una figura. Según el Merriam-webster, que es un diccionario y referente válido de la lengua inglesa (USA), ya que no existe un ente equivalente a la RAE en dicho idioma, define a la palabra diseño en su primera acepción cómo: Design: “transitive verb,1: to create, fashion, execute, or construct according to plan”. El cuál traducido e interpretado quiere decir que la palabra design o diseño, cómo verbo transitivo se usa para expresar la creación, manera, ejecución o construcción de algo de acuerdo a un plan.

Entonces, podemos ver que según los conceptos mencionados, diseño significa el acto de planificar un proyecto, para su posterior creación, ejecución o construcción.

Asimismo, según la página sciencebuddies.org (2020), página de habla inglesa que promueve la investigación científica, sin fines de lucro, en su web menciona que el proceso de diseño en la ingeniería consiste en una serie de pasos a seguir para encontrar la solución a un problema. Luego, teniendo claro el concepto de “diseño” tanto como definición, así como desde el punto de vista ingenieril, nos toca pues desarrollar y definir la idea de “diseño estructural”.

Según, el blog de habla inglesa, danteengineering.com (2020), dedicado a abordar temas de ingeniería civil y construcción, define que el proceso de diseño estructural es simple en concepto, pero complejo en detalle; pues éste abarca el análisis de una propuesta estructural en base a una expectativa razonable de existencia. Dicha expectativa, es usualmente expresada por una carga específica, demanda y un margen aceptable de seguridad que constituyen un objetivo de rendimiento para una estructura. Menciona además, que los objetivos de diseño estructural son multifacéticos. El más importante sería que dicha estructura cumpla su función como tal durante toda su vida útil.

El concepto de vida útil, implica consideraciones de durabilidad y establece las bases que consideran el tiempo acumulativo a la exposición de varios problemas, tales como, corrosión ambiental, la carga de ocupación, efectos sísmicos, etc. Sin embargo, dado que el rendimiento está íntimamente relacionado con las posibilidades económicas de los propietarios, los constructores y diseñadores deben tener en cuenta los límites económicos para llegar a un consenso entre éste y las metas de seguridad y durabilidad que debe poseer mínimamente un diseño estructural.

Además, según el Ingeniero Roberto Meli, en su obra titulada “Diseño Estructural” , define que el diseño estructural tiene como objetivo proponer soluciones que por medio de la máxima utilización de materiales, de los diferentes métodos disponibles, y cumpliendo con los parámetros y prohibiciones impuestas por los otros aspectos del proyecto, se llegue a conciliar un óptimo comportamiento de la obra en condiciones de funcionamiento normal y a una seguridad lo más adecuada posible contra la posibilidad de ocurrencia de fallas.

Definiremos ahora qué es un pavimento, según el “glosario de términos” de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial (2018), un pavimento es una estructura construida encima de una sub rasante de vía, diseñada para poder aguantar y dispersar las cargas y/o esfuerzos producidos por vehículos, para así mejorar las condiciones de seguridad, serviciabilidad y transitabilidad de una vía. Generalmente está constituida por una sub rasante, sub base, base y una capa de rodadura, aunque estas “partes” pueden diferir según el criterio del ingeniero proyectista.

Además según, Dwi, Setiadji y Agung (2019), mencionan que; “Una estructura de pavimento es generalmente diseñada para cumplir con su vida útil, teniendo en cuenta la calidad de materiales utilizados, factores ambientales como la cantidad de lluvia que ocurrirá y la capacidad del pavimento (en este caso, el canal de drenaje) para reducir /eliminar factores ambientales y la magnitud de carga prevista”

Se menciona además, según el Manual de Carreteras, sección suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013), que en el Perú se consideran 3 tipos de pavimentos, los cuáles son: Pavimentos flexibles, semirígidos y Rígidos, cuyos conceptos pasaremos a definir a continuación: Pavimento Flexible: Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, en la sección de suelos y pavimentos, sintetiza que el pavimento flexible es aquella estructura compuesta generalmente por una sub base y una base, y cuya capa de rodadura se encuentra constituida por materiales bituminosos , y de ser necesario, aditivos.

Centeno (2010), menciona en su blog de ingeniería civil, sin fines de lucro, que un pavimento flexible son elementos estructurales, que tienden a deformarse, transfiriendo las cargas al suelo, de manera lateral, mediante sus capas. Generalmente está compuesta por una delgada capa de carpetas con mezclas bituminosas o asfálticas la cuál es colocada, encima de dos capas granulares, las cuáles son la sub base y la base de dicho pavimento.

Pavimento Semirígido: Son aquellos que básicamente están compuestos por carpetas asfálticas con un espesor totalmente bituminoso, en otras palabras, están constituidos por una carpeta asfáltica en caliente, la cual se ubica sobre una base generalmente tratada con asfalto.

Cabe recalcar que también es considerado como pavimento semirígido a aquella estructura compuesta por una carpeta asfáltica asentada encima de una base tratada con cemento o cal. También se consideran a los pavimentos adoquinados dentro de ésta categoría (Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013)).

Pavimento Rígido: Dícese de aquellos pavimentos que se encuentran constituidos de concreto de cemento portland y pueden poseer o no, una base; pues generalmente están conformados por una sub rasante, una sub base y una superficie de desgaste. Además básicamente se diferencian de los pavimentos flexibles por como distribuyen la carga sobre la superficie. Los pavimentos rígidos, debido a su “rigidez” y alto módulo de elasticidad tienden a dividir la carga sobre una amplia sección del suelo. Por lo tanto, una parte muy

importante de la capacidad de la estructura es impartida por la capa de rodadura. El factor principal establecido en el diseño de pavimentos rígidos es la resistencia estructural del concreto. Las pequeñas variaciones en la resistencia de la sub rasante tienen poca influencia en la capacidad estructural del pavimento rígido. Sawant y Norazzlina (2017).

Se define también como aquel que consta de cemento como aglomerante, agregados (finos y/o gruesos) y de ser el caso aditivos “Glosario de términos” – mtc, (2018). Cabe señalar que según el Ing. Diego H. Calo, en una conferencia brindada para el Instituto del Cemento Portland Argentino (2015), mencionó que un pavimento rígido aparte de las 3 partes mencionadas en el glosario de términos del mtc, también puede agregársele, según sea necesario, barras de unión, juntas transversales, juntas longitudinales y pasadores. (Ver figura 01)

Según Rengifo (2014), las capas que conforman un pavimento rígido son dos, la sub base y la capa de rodadura o losa de concreto. La sub base, tiene varias funciones, entre las más primordiales tenemos, servir como apoyo uniforme a la losa, mejorar el drenaje y reducir las consecuencias por congelamiento de los suelos. Mientras que la función principal de la capa de rodadura de concreto hidráulico es la de soportar y transmitir las cargas dadas en la superficie hacia las capas interiores del pavimento.

Para continuar con las teorías relacionadas, haremos una pequeña cita a modo de justificación, de por qué es preferible usar el tipo de pavimento rígido sobre uno flexible.

Según, Prahara y Sunarsa (2012), mencionan que el tipo de pavimento rígido se considera más poderoso que el pavimento flexible. En otras palabras, se espera que el pavimento rígido tenga una vida útil más larga y un mantenimiento mínimo. Sin embargo, el coste de construcción del pavimento rígido es más costoso en comparación con el pavimento flexible. Sin embargo, la necesidad de mantenimiento del pavimento rígido es más barata que la del pavimento flexible. Desde la perspectiva de la inversión, el pavimento rígido es más rentable que el pavimento flexible por que la tarifa anual requerida para el pavimento rígido es menor.

Cabe recalcar, que si bien los autores citados anteriormente concluyen que un pavimento rígido es más resistente y más rentable que un pavimento flexible, el pavimento flexible se hace necesario y más económico en vías cuyos tramos sean muy largos y cuyo flujo vehicular sea considerable.

Continuaremos ahora, definiendo en qué consiste el diseño estructural de un pavimento rígido, y qué métodos existen para tal fin.

El diseño estructural de pavimentos rígidos, está dado esencialmente al cálculo de los espesores de las diferentes capas que conforman los pavimentos del tipo en mención, Vivar G (1995).

Habiendo revisado varias revistas de investigación científica, artículos de opinión e información en general, concluimos que en el mundo existen diversos tipos de metodologías de diseño de pavimentos rígidos; es más, en algunos países presentan normas de diseño acopladas a su realidad. Sin embargo, los métodos más sobresalientes a nivel mundial, son dos, el método propuesto por la Portland Cement Association (PCA), y el método propuesto por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), siendo éste último el más difundido y aceptado a nivel mundial.

En el Perú, que es el país donde nos encontramos y en el que se desarrollará nuestra investigación científica, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en la sección de suelos y pavimentos del manual de carreteras, propone cómo metodología de diseño de pavimentos rígidos al método AASHTO 93, detallando además en qué consiste dicho método, sus variables y sus parámetros de diseño. Es válido agregar, que en dicha sección se clasifican tres tipos de pavimentos rígidos, los cuáles son: Pavimentos de concreto simple con juntas, pavimentos de concreto reforzado con juntas y pavimentos de concreto continuamente reforzados; donde se detalla además, que los pavimentos hechos con cemento portland con juntas son los que mejor se adaptan a nuestra realidad nacional debido a su adecuado desempeño y a los lapsos de diseño que generalmente se emplean.

Veremos pues, en que consiste cada tipo de pavimento rígido, para continuar de lleno con la metodología AASHTO 93. Para tener una idea en qué consisten

cada tipo de pavimento rígido, definiremos, qué es un concreto simple, un concreto reforzado, qué son juntas y los tipos de éstas, como a continuación se mencionan.

Según la norma E.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (2019), se define como concreto simple, a aquel concreto estructural (llámese concreto estructural, a todo concreto usado con fines constructivos) que no posee armadura de refuerzo, o que está compuesto con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado. En otras palabras, dicese del concreto que está compuesto, casi única y exclusivamente de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, agua y aire.

Se define como concreto armado o reforzado a aquel concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, pree esforzado o no. Norma E.060 – RNE, (2014). Ósea, es aquel concreto simple, al cual se le ha reforzado con acero de construcción, para mejorar sus capacidades estructurales, de resistencia a la tracción, compresión y/o flexión.

Según la norma CE.010 del RNE(2014), dice que las juntas en los pavimentos de concreto se utilizan para prevenir la formación irregular de grietas y para mantener los esfuerzos producidos dentro de los límites seguros, refiere además que existen 3 tipos de juntas, las cuáles son, juntas longitudinales, juntas transversales y juntas de aislamiento. Las juntas longitudinales se usan para controlar el agrietamiento longitudinal. Las juntas transversales, a su vez se subdividen en 3, que son: juntas transversales de contracción, que son utilizadas para controlar el cuarteo transversal; juntas transversales de construcción, que la constituyen aquellas que se originan entre concretos de diferentes edades; y por último tenemos las juntas transversales de dilatación, las cuáles se colocan y diseñan para controlar las expansiones por cambio de temperatura. Por último tenemos las juntas de aislamiento, que son aquellas que son necesarias para evitar el contacto del pavimentado con objetos fijos o en intersecciones de vías.

Ahondando más profundamente, en la definición de juntas, ROEL, Karla (2018), señala que las juntas de los pavimentos rígidos están categorizadas de

acuerdo a la función que cumplirán en este, identificando tres tipos de juntas, las cuáles son: juntas de expansión/aislamiento, juntas de construcción y juntas de contracción.

Montalvo (2015), menciona en su tesis de bachiller, que la junta de aislamiento es aquella que separa la capa de concreto, de otros elementos estructurales, como pueden ser columnas o placas, permitiendo que cada elemento funcione de manera independiente. Además, éstas juntas, hacen posible el movimiento vertical y horizontal entre los elementos fijos y las caras de la losa. Las juntas de construcción, son aquellas que se utilizan para alinear la verticalidad de las juntas, y también para enlazar concretos de distintas edades. Este tipo de juntas debe ser construido para que realicen una función como junta de contracción o aislamiento. Tenemos también que las juntas de contracción son aquellas que se construyen para reducir los esfuerzos por contracción del concreto debido al cambio de temperatura ambiental. Y por último las juntas de dilatación para controlar las tensiones que se producen dentro de las estructuras como alabeos o expansiones provocadas por variaciones de temperatura y humedad ambiental.

Para el diseño de juntas, usamos lo establecido por el manual de carreteras del Perú.

Teniendo el concepto de juntas, y los tipos de éstas, es menester señalar y estudiar cómo sellar dichas juntas, por ello, expondremos el concepto y procedimiento de sellado de juntas.

Luna (2018), en su tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería civil, señala que la función principal que tiene el sellado de juntas es evitar que diversos materiales incompresibles se acoplen al interior de las juntas; y disminuir la infiltración del agua dentro de la estructura del pavimento, pues ambos factores pueden provocar la rotura o el descascamiento del pavimento.

Con lo expuesto anteriormente, es menester continuar con la explicación del método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.

Método AASHTO 1993: Es un método empleado para el diseño de pavimentos, ya sean rígidos o flexibles, el cual toma en cuenta diversos parámetros analizados y comprobados plenamente, los cuáles garantizan el correcto funcionamiento de la vía diseñada en lo que dura su tiempo de vida útil.

Citando lo especificado por el manual de carreteras, mtc, 2013, el cual dice que el método de diseño AASHTO 93, estima que un pavimento recién estructurado tiene un alto nivel de servicialidad; y que, conforme pasa el tiempo, y con éste las repeticiones de esfuerzos de tránsito, la serviciabilidad disminuye. Dicho método considera un nivel de servicio final que se debe mantener al finalizar el periodo de diseño. Su procedimiento consiste, señala la norma, en que, mediante un proceso iterativo o de tanteo, se plantean espesores de capas de rodadura de concreto hasta que la ecuación planteada por el AASHTO 1993 llegue al equilibrio. Teniendo el espesor establecido, se debe cumplir que soporte la marcha de un determinado número de cargas, sin que su nivel de servicio sea inferior al estimado finalizado su periodo de diseño.

La ecuación dada por el método AASHTO para diseñar pavimentos rígidos, es la siguiente: **(ver anexo, gráfico n° 01)**.

(Peñaloza, 2017) menciona en su tesis, que los parámetros más importantes y que realmente condicionan la utilidad durante el período de diseño son: la capacidad portante, el rozamiento transversal y la regularidad o índice de confort.

Los parámetros que toma en cuenta el método AASHTO 93 son los siguientes:

1) Periodo de Diseño.- Por recomendación del mtc, 2013, el periodo de diseño para pavimentos rígidos será de mínimo 20 años, pudiendo ampliarse según lo requerido por el proyecto o la entidad.

2) El tránsito.- En el método AASHTO 93, se simplifica el efecto del tránsito, agregando el concepto de ejes equivalentes. En otras palabras, transforma las cargas de ejes de todo tipo de vehículos en equivalentes de 8.2 Tn de peso.

El volumen de tránsito es la cantidad de vehículos que transitan por una vía durante un tiempo determinado. Se puede medir en vehículos/hora, vehículos

por día, etc. Según el criterio del proyectista y teniendo en cuenta además, la magnitud del proyecto a realizarse. Castillo (2018)

En este diseño se definen 3 categorías con respecto al tráfico y diseño de pavimentos rígidos.

a) Caminos de Bajo volumen de tránsito: comprendido desde los 150,001 hasta los 10^6 EE en el carril y periodo de diseño. Según se muestra en el cuadro **(ver anexo, gráfico n° 02)**

b) Caminos que tienen un tránsito desde 10^6+1 EE, hasta 3×10^7 EE, en el carril y periodo de diseño. Véase el cuadro **(ver anexo, gráfico n° 02)**

c) Caminos de alto tránsito, mayores a 3×10^7 EE, en el carril y periodo de diseño. Se aclara además, que ésta categoría no está incluida en el manual de carreteras, y que dichos volúmenes de tránsito serán motivo de estudio especial del proyectista.

3) Serviciabilidad.- Es definida como la aptitud que posee el pavimento, para prestar servicio al tránsito que transcurre por la vía, se clasifica en una escala de 0 a 5, donde 0 significa que la vía es intransitable y el puntaje de 5 indica una vía en excelentes condiciones, el cuál es un valor ideal que no se da en la práctica. La guía AASHTO 93, caracteriza la serviciabilidad con dos parámetros, el servicio inicial (Pi) y el indicador de servicio final (Pt). La diferencia de dichos valores, determina una variación (Δ PSI), la cual se coloca en la ecuación que determinará el espesor del pavimento. Los valores Δ PSI, recomendados por el mtc, son los siguientes **(referencia anexos, gráfico n° 03)**

4) Confiabilidad "R" y la desviación estándar (S_0) Según, Vega (2018), menciona en su tesis, que la variable (R), confiabilidad es la probabilidad que tiene el pavimento de que tendrá una duración a lo largo del período de diseño, sin que éste presente fallas estructurales.

Según el manual de carreteras del Perú, es equivalente en cierto modo, a un factor de seguridad, el cual equivale a acrecentar en cierto porcentaje o magnitud el tránsito pronosticado a lo largo del tiempo de diseño. Éste

concepto fue adicionado con el motivo de cuantificar la incertidumbre o variabilidad propia de la supervisión, procesos constructivos y los materiales usados en la construcción, factores que hacen que pavimentos construidos del mismo modo presenten deterioros distintos. Según la Guía AASHTO 93, se recomienda usar $S_0 = 0.35$, además, propone usar valores de confiabilidad, según su clasificación de tránsito.

5) El suelo y el efecto de las capas de apoyo (K_c). El módulo de reacción de la sub rasante (k), es aquel que lo caracteriza. Generalmente, se considera hacer una mejora en el nivel de soporte de la sub rasante, colocando capas intermedias granulares o tratadas, mejorando con esto, las condiciones de apoyo, pudiendo llegar a reducirse el espesor calculado de concreto. Dicha mejora se incluye con el módulo de reacción combinado (K_c).

En caso, los suelos tengan un módulo de CBR (K) $< 6\%$, se procederá a realizar una estabilización de suelos, para poder mejorar las características físicas del mismo, tomando en cuenta para ello, las diversas maneras de estabilizar que existen, y escogiendo la más adecuada.

Salazar (2017), en el resumen de su tesis, para obtener el grado de bachiller en ingeniería civil de la PUCP, menciona que un método muy poco difundido en nuestro país, pero muy efectivo, es el mejoramiento de los suelos considerados arenosos, por medio del uso de columnas de grava, ya que tiene múltiples beneficios, los cuáles van desde el incremento de la densidad relativa del terreno, hasta la disminución del riesgo de licuefacción.

Zamora (2014), en su tesis menciona que, el método de la precarga, usado para optimizar suelos consiste en aplicar, generalmente sobre suelos blandos, una carga igual o superior. Dicha carga provocará la consolidación del terreno, y por ende disminuirá los posibles asentamientos, finalizada la construcción. El objetivo principal de éste método, es poder alcanzar un adecuado grado de consolidación en un período de tiempo aceptable.

Según, Vásquez (2020), en su tesis de pregrado, señala que existen muchos métodos para la estabilización de suelos, y que el método a usarse para estabilizar suelos, depende básicamente del tipo de suelo, los costos, los

procesos constructivos y las condiciones que tendrá que soportar durante su vida de servicio.

El ensayo para determinar “k”, es conocido como ensayo de placa. Sin embargo, generalmente en el Perú se utiliza la alternativa que brinda la metodología AASHTO 93, la cual usa correlaciones directas, que posibilitan conseguir el coeficiente de reacción k en función de la clasificación de suelos y el CBR. Hecho por el cual, en el manual de carreteras, se especifica la siguiente figura con **(ver anexo, gráfico n° 04)**

Los suelos cuyo CBR sean iguales o mayores al 6%, se les considera como aptos para las capas de la sub rasante; de no ser el caso se procederá a la estabilización de suelos usando los diferentes métodos aprobados por el MTC, debiéndose elegir el más conveniente técnica y económicamente.

Para aumentar el coeficiente de reacción de diseño, es necesario poseer una sub base o base granular de mayor calidad a la sub rasante. Para tal efecto se aplicará la siguiente ecuación. **(Ver anexo, gráfico n° 05).**

Además debe considerarse, los valores mínimos de CBR recomendados para la sub base granular de pavimentos rígidos, conforme con la intensidad de tráfico, especificada en el MTC, y señalada a continuación con **(ver anexo, gráfico n° 06).**

6) Resistencia a flexo tracción del concreto (MR).- El módulo de rotura (MR) se encuentra normalizado por ASTM C – 78. Se adiciona éste parámetro, ya que los pavimentos de concreto trabajan a flexión. Los valores, varían según el siguiente cuadro con **(ver anexo, gráfico n° 06)**

El módulo de compresión ($f'c$) del concreto se correlaciona con el módulo de rotura (Mr) del concreto, mediante la siguiente regresión:

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

Donde los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18

7) Módulo elástico del concreto.- Es un parámetro, sumamente importante para el cálculo de las dimensiones de estructuras de concreto armado. Su cálculo,

es posible de obtener a partir de la resistencia a compresión o flexo tracción a través de correlaciones establecidas.

AASHTO 93 señala que el módulo elástico, puede ser precisado usando la siguiente correlación recomendada por el ACI:

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

Cabe recalcar que el ensayo ASTM C – 469 calcula el módulo de elasticidad del concreto.

8) Drenaje (C_d).- Las condiciones de drenaje manifiestan la probabilidad que existe, de que la infraestructura bajo la losa de concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto período de tiempo. El coeficiente de drenaje, varía entre 0.70 y 1.25, según las condiciones de diseño, la permeabilidad de las capas de sub base, las condiciones climáticas, el tipo de sub rasante, el grado de precipitaciones, entre otras. Cabe mencionar, que todas las secciones de pavimento que se señalan en el manual de carreteras del Perú, y el cuál usamos como fuente principal de adquisición de procedimientos y procesos en éste proyecto de investigación, utiliza un coeficiente de drenaje con un valor asumido de 1 para las capas granulares.

Para calcular el C_d , primero se determina, la calidad de material a usarse para este fin, en función de sus características de permeabilidad, granulometría y dimensiones, según las especificaciones del siguiente cuadro (**ver anexo, gráfico n° 06**).

Luego, se procede a calcular el C_d correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles próximos a la saturación, motivo por el cual, usaremos el siguiente cuadro. (**Ver anexo, gráfico n° 06**).

9) Transferencia de cargas (J).- Es un parámetro que permite darle un valor a la capacidad de la estructura de un pavimento en el instante en que se realiza la transmisión y/o distribución de cargas. Dicho parámetro, depende de la presencia de dowels y el tipo de berma elegida, Zelada (2019).

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico que manifiesta la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras. Su valor, es directamente proporcional al valor

final del espesor de la capa de rodadura de concreto. Se toman en cuenta los valores de J en función al siguiente cuadro. **(Ver anexo, gráfico n° 06).**

Cabe mencionar, que se usa el valor de 3.2 para J, al momento de señalar las secciones del manual de carreteras, conceptos que fueron plasmados y parafraseados en la presente investigación, por lo que es un factor a tener en cuenta.

Mencionaremos algunos conceptos “extras” para dilucidar algunos términos de ésta investigación.

Mejoramiento: Es el acto de regenerar o enriquecer un ente físico o inmaterial para su beneficio individual o colectivo, según la RAE. Para infraestructuras viales, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Gobierno Peruano, consiste en la ejecución de las obras imprescindibles para aumentar el performance de la vía por medio de actividades que incluyen la modificación parcial o total de la geometría y/o de la estructura del pavimento. Así como la construcción, reparación y/o modificación de las obras complementarias a una vía, incluidas las obras de arte.

Servicio: Según la Real Academia Española, presenta dos acepciones, la primera define al servicio como un trabajo que se realiza para otra persona y en su segunda acepción dice que, el servicio es la utilidad o función que desempeña una cosa.

Nivel de servicio: Es el estudio de la aptitud que poseen las calles y caminos con el propósito de brindar una adecuada de calidad de servicio a los vehículos que transitan por la vía en cuestión.

IMDA: (ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL), Es el volumen de tránsito de vehículos promedio anual, que transitan por una carretera, en ambos sentidos, tomados de una muestra vehicular (conteo vehicular). Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Conteo Vehicular: Proceso realizado para diseñar un pavimento, se realiza en un punto fijo y se cuenta durante una semana las 24 horas del día la cantidad de vehículos que pasan por dicho punto.

Transitabilidad: Según el glosario de términos de uso frecuente del MTC, la transitabilidad se determina como el grado de servicio de la infraestructura vial que garantiza un estado tal de la misma, que admite un volumen vehicular promedio, durante un establecido período de tiempo dado.

Calle Principal: Es un camino que generalmente se encuentra en el centro de una localidad, de mayor tránsito y acceso, usado por los pobladores de la comuna en cuestión.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Nuestra investigación se considera como aplicada, pues se centra en la aplicación práctica de teorías anteriormente estudiadas para generar una propuesta aplicable a la realidad.

Diseño de investigación, De tipo no experimental, “Se define como la investigación que se elabora sin manejar premeditadamente variables ya que sólo se analizaran los fenómenos en su ámbito natural para después tener que ser estudiados” Hernández et al (2014).

Este proyecto es de tipo cuantitativa y transversal, debido a que investigaremos parámetros numéricos y además el trabajo se realizará en un corto período de plazo, pues no requiere un tratamiento que demore dicho diseño, ni la respectiva toma de datos.

“El diseño no experimental se fracciona tomando en consideración el tiempo durante el recojo de los datos, estos son: Diseño Transversal, donde se recaban datos instantáneamente, en un tiempo real, su intención es detallar las variables y su influencia de relacionarse en un instante dado; y el diseño longitudinal, donde se recauda información a través del tiempo en instantes o períodos, para realizar inferencias respecto a la variación, sus determinantes y sus secuelas” Hernández (2014).

3.2. Variables y Operacionalización

“Operacionalizar es especificar las variables para que sean ponderables y manejables”. Es decir “se solicita los conceptos de la variable a situaciones supeditadas a observación y así cuantificarla para conseguir el cálculo de la misma” Ávila (2006) p.31.

Cómo variable independiente tenemos el “Diseño estructural de un pavimento rígido”, la cual es una variable de carácter cuantitativo.

Definición Conceptual:

Conceptualmente el diseño estructural de un pavimento rígido, se define como aquel diseño que está abocado fundamentalmente a la deducción

de los espesores de las diferentes capas que conforman los pavimentos de concreto de cemento Portland” – “Diseño y construcción de Pavimentos Vivar (1995).

Definición Operacional:

El Diseño Estructural, consiste en hallar los espesores de las capas que conforman un pavimento rígido, basado en parámetros establecidos y comprobados, los cuáles garantizan el correcto funcionamiento y la calidad de un pavimento rígido.

Indicadores: Se usarán varios indicadores, los cuáles son: Los Manuales de Carreteras establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; un estudio de tránsito, que incluye el conteo de tráfico y el cálculo del IMD, contaremos además con un levantamiento topográfico, y un estudio de mecánica de suelos, para clasificar el suelo, saber su granulometría, sus límites de atterberg y su capacidad de carga portante, para por último diseñar los espesores de las capas que conformarán nuestro pavimento.

Escala de Medición:

Todos serán de intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

Población.

Es el todo de objetos y/o personas de los cuáles se desea saber algo en una investigación. La población puede estar conformada por personas, registros médicos, animales, los accidentes viales entre otros. (PINEDA et al 1994:108). En nuestra investigación, la población será el total de recorrido de la vía a analizar, la cual consta de 1.12 kilómetros.

Criterios de Inclusión: Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, al diseñar una carretera, se debe tener en cuenta todo el recorrido de ésta, por lo que no hay lugar a muestras de pequeños tramos, debiéndose trabajar con el tramo completo. Además, se debe tomar en cuenta cuál será el tramo a trabajar, a través de un levantamiento topográfico.

Criterios de Exclusión: Aquellas zonas que no figuran en el “trazo” de la vía, y/o en el levantamiento topográfica, se encuentran excluidas como objeto de estudio de ésta investigación.

Muestreo.

Consiste en el método usado para escoger a los elementos de la muestra del total de la población o universo. Es un conjunto de procedimientos, criterios y reglas por medio de los cuales se escoge un conjunto de integrantes de una población que simbolizan lo que ocurre en toda esa población. López (2004).

En nuestro caso, el muestreo para el proyecto es no probabilístico.

En este tipo de muestreo, todos los elementos que constituyen la población no tienen la misma probabilidad de ser escogido, se le conoce también como muestreo por conveniencia, no es aleatorio, motivo por el cual se desconoce la probabilidad de escogimiento de cada elemento o unidad de la población. Pineda et al (1994).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de los datos; utilizaremos diversos recursos, de entre los más simples utilizaremos la observación en campo, fichas y formatos técnicos elaborados por las entidades competentes para el correcto diseño de una vía. Además usaremos los mismos recursos, pero elaborados por nosotros mismos, de tal manera que la recolección de datos, cumpla con todos los elementos necesarios para la realización de nuestra investigación.

3.5. Procedimientos.

De manera excepcional, recabaremos estudios hechos con anterioridad para trabajar con dichos resultados, puesto que por la situación en la que nos encontramos, se hace muy difícil la inspección en campo. Para ello, contaremos con estudios hechos por la Municipalidad Provincial de Huaraz en dicha zona, pues también existen un estudio de pre inversión e inversión pública, hechos con el fin de pavimentar una parte de nuestro tramo abarcado.

3.6. Métodos de Análisis de Datos

Para analizar los datos recopilados usaremos diversos tipos de herramientas; siendo éstas nuestro propio criterio, ensayos, pruebas y normativas que regulen, validen y contrasten de manera adecuada los valores obtenidos para la correcta realización de nuestro proyecto. Las técnicas a usar serán las siguientes:

- a) Estudio en oficina usando métodos estadísticos, cálculos y operaciones de las muestras en base a parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, cuyos manuales, están basados en el método AASHTO 93.
 - Manual de Carreteras del Perú – MTC - 2014.
- b) Estudio de laboratorio que se da mediante el instrumento Formato de ensayo de suelos.
 - NTP 339.129.1999 Límite de Atterberg.
- c) Estudio de laboratorio que se convalida mediante el instrumento Formato de Compactación Proctor Modificado.
 - NTP 339.141 (ASTM D1557) peruana 2006.
- d) Estudio de laboratorio que se verifica mediante el instrumento de Formato de cálculo de las dimensiones del material de cantera.
 - Norma Técnica CE.010 peruana 2010 de pavimentos urbanos.
- e) Estudio de laboratorio que se obtiene mediante el instrumento de Formato para ensayos de agregados.
 - NTP 400.037 – 2018.

3.7. Aspectos Éticos

Nosotros como estudiantes y aspirantes a ejercer la carrera de ingeniería civil, fuimos conscientes del grado de responsabilidad que esto acarrea; por ende, realizamos ésta investigación con la mayor objetividad, diligencia e imparcialidad posible, dando fe de que nuestros instrumentos y posterior análisis de datos, se realizaron con suma responsabilidad, garantizando que los ensayos y estudios realizados en diversos laboratorios competentes, se hicieron con total honestidad y veracidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de los objetivos de Estudio.

i. Resultados según Objetivo General.

El objetivo general de nuestra investigación fue diseñar estructuralmente un pavimento rígido para el mejoramiento de la Transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha, para lo cual se hicieron los respectivos ensayos, y así poder determinar los espesores de las capas componentes del pavimento rígido a diseñar, por ello procedimos a realizar un levantamiento topográfico, con el fin de ubicar, localizar y especificar el tramo de carretera a diseñarse. En segundo lugar, procedimos a realizar el estudio de tráfico correspondiente, para el cual nos valimos de un conteo realizado en diciembre del 2018, hecho para un proyecto de pre inversión pública realizado para la Municipalidad Provincial de Huaraz, el cual nos sirve como antecedente y como dato fiable para realizar ésta investigación, cuya denominación es como a la letra sigue : “Mejoramiento del servicio de transitabilidad del Centro Poblado de Shansha, distrito de Huaraz – Huaraz – Áncash; con dichos datos, proyectamos el conteo vehicular hasta nuestras épocas y calculamos el ESAL de diseño; posteriormente, procedimos a realizar un estudio de mecánica de suelos, para el cual se mandó a realizar 4 calicatas diferentes, aunque la norma especifique que en vías de bajo tráfico menores a 200 vehículos diarios, sólo se debe realizar una calicata por kilómetro; sin embargo, para tener datos más exactos y eficientes, realizamos cuatro calicatas de las cuales tomamos el valor CBR más crítico, cuyo valor fue de 39% para la sub rasante, siendo clasificado de acuerdo a éste valor como un suelo muy bueno. Luego, mediante la tabla de relaciones del tipo de suelos, CBR y módulo de resiliencia (Mr.), calculamos ésta última variable para un CBR del 39% y un tipo de suelo GC según clasificación SUCS, osea gravas arcillosas con arena. Posteriormente, analizamos y obtuvimos los valores numéricos de cada variable requerida en la ecuación AASHTO para calcular el espesor de la superficie de rodadura; cabe mencionar que por motivos de la situación actual mundial, pues todo el país se encuentra en emergencia sanitaria y de confinamiento, no pudimos realizar las pruebas in situ para

calcular el coeficiente de drenaje (Cd) de nuestro pavimento, por lo que tomamos el valor $Cd=1$, para el diseño de nuestro pavimento, dicho valor, fue extraído del expediente técnico: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha – Distrito de Huaraz- Huaraz – Áncash”, trabajo que también usaremos para comparar los resultados de nuestra investigación. Por último, procedimos a reemplazar los datos obtenidos de los estudios anteriormente mencionados, en la ecuación AASHTO 93 para obtener el espesor de la capa de rodadura planteada, el cual nos arrojó un valor de 14 cm, pero ya que en el Manual de Carreteras se establece un mínimo de espesor de 15 cm, y al estar muy cerca de éste, trabajamos con dicho valor mínimo establecido. Además, se colocará una sub base granular de 15 cm de espesor, la cual servirá fundamentalmente como drenaje del pavimento, pues el suelo de por sí ya es bueno, por lo que no es necesario diseñar un drenaje de manera técnica, debido a que esto corresponde al diseño geométrico de un pavimento, tema que no se encuentra englobado en nuestra investigación; sin embargo, consideramos que es necesario tener un sistema de drenaje en base a los alcances del diseño estructural, y es por ello que se decidió colocar dicha sub base granular, con una pendiente mínima de 2% como una medida de seguridad “extra” para el drenaje de pavimentos, aunque por las condiciones del suelo, no sería necesario y mucho menos la elaboración de cunetas o drenajes más elaborados. Obtenidos los valores de los espesores del pavimento, se procedió a diseñar las juntas que iban a ser colocadas en el pavimento, y por último se diseñó las cajas de sello de dichas juntas, con el objetivo de salvaguardar que no se infiltren partículas impermeables a través de las juntas, hecho que podría ocasionar daños serios en el pavimento.

Fuente: Elaboración propia, Mayo – 2020

Fuente: Municipalidad Provincial de Huaraz – Septiembre – 2019

Fuente: Municipalidad Provincial de Huaraz – Diciembre – 2018

ii. Resultados según Objetivos específicos.

Según nuestros objetivos planteados y especificados en la introducción del

presente proyecto de investigación, iremos detallando los resultados, enumerándolos en forma correlativa.

a) Como primer objetivo planteamos realizar el levantamiento topográfico.

El presente trabajo de campo corresponde al levantamiento topográfico para la elaboración de la tesis “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA-HUARAZ-ÁNCASH” el cual contiene los parámetros que permiten obtener el plano topográfico y de ubicación que determinan el terreno en estudio.

Ubicación:

Región : Áncash

Provincia : Huaraz

Distrito : Shansha- Huaraz

Ubicación Geográfica: El proyecto se encuentra ubicado dentro del centro poblado de Shansha, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Tabla 1.

Ubicación geográfica Plaza de Shansha

Punto	Este	Norte	Cota
Inicial	222982	8939197	3160.8575
Final	222673.2387	8939327.888	3138.9013

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 1 se observa la ubicación geográfica para el cual tenemos los puntos del Este al inicio 222982 y en la final 222673.2387. En el Norte al inicio 8939197 y al final 8939327.888. Cuyas cotas son de 3160.8575 y 3138.9013 respectivamente.

La zona donde se ubica el proyecto se encuentra en el Centro Poblado de Shansha, iniciando el tramo en el desvío de la carretera Huaraz – Cátac, pero con rumbo al C.P. de Shansha, y finalizando a aproximadamente 300 metros de distancia, pasando la plaza de dicho Centro poblado. El área de la zona, presenta una topografía escarpada con pendientes transversales, que superan al 100%, y cuyas pendientes longitudinales, poseen en promedio un

valor de 12%, siendo la máxima de -41.73% y la mínima de 0.08%. Dichas pendientes se encuentran especificadas en el perfil longitudinal de la carretera (Ver anexo).

Además, para hallar dichos valores, se tomaron puntos topográficos por toda la vía proyectada, para establecer su ubicación, y análisis topográfico. Dichos puntos tomados, pasarán a ser mencionados a continuación.

Tabla 2.

Puntos topográficos

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
0	222982	8939197	3160.8575	E1
1	223148.887	8939182.27	3165.1541	R
2	223132.473	8939178.07	3162.8686	R
3	223132.218	8939180.61	3162.9253	R
4	223119.59	8939179.98	3161.4891	R
5	223119.481	8939179.97	3161.497	R
6	223068.458	8939187.42	3159.4295	R
7	223067.731	8939185.33	3159.4654	R
8	223068.091	8939186.19	3159.398	R
9	223044.765	8939187.62	3159.5122	R
10	223045.79	8939190.98	3159.6155	R
11	223045.361	8939189.45	3159.5326	EJE
12	223039.457	8939191.2	3159.7411	BZ
13	223006.799	8939192.19	3160.3082	R
14	223007.153	8939194.88	3160.2762	R
15	223007.063	8939193.42	3160.2719	EJE
16	222990.745	8939193.01	3160.8581	R
17	222990.563	8939196.03	3160.6685	R
18	222990.808	8939194.54	3160.6768	EJE
19	222994.112	8939192.46	3160.8875	CASA
20	222989.448	8939193.27	3160.9003	CASA
21	222985.88	8939192.51	3161.7562	CASA
22	222989.787	8939175.87	3162.7159	CASA

23	222966.626	8939165.96	3163.009	CASA
24	222982.151	8939173.98	3161.8451	CASA
25	222958.569	8939169.52	3161.4839	PUENT
26	222955.072	8939168.46	3161.1966	PUENT
27	222956.762	8939174.75	3161.3761	PUENT
28	222957.917	8939183.71	3161.3181	CASA
29	222963.664	8939188.52	3161.2842	CASA
30	222972.401	8939195.37	3161.3131	CASA
31	222973.628	8939196.47	3161.0701	CASA
32	222985.27	8939199.24	3160.9708	CASA
33	222985.538	8939195.41	3160.8228	R
34	222984.356	8939198.77	3160.7896	R
35	222979.276	8939194.82	3161.1653	BZ
36	222976.151	8939192.13	3161.2125	R
37	222974.695	8939195.89	3161.0172	R
38	222970.486	8939189.2	3161.1972	R
39	222968.418	8939192.39	3161.2219	R
40	222953.015	8939171.2	3161.3752	E2
40	222953.015	8939171.2	3161.451	
41	222951.778	8939174.77	3161.308	CASA
42	222943.388	8939170.48	3161.3967	CASA
43	222936.005	8939165.96	3161.3761	CASA
44	222959.214	8939166.58	3160.1414	CAL
45	222952.873	8939174.37	3160.8509	PUENT
46	222951.14	8939169.46	3161.4564	R
47	222945.38	8939167.11	3161.5006	R
48	222941.211	8939165.2	3161.3245	R
49	222933.53	8939164.65	3161.6458	R
50	222935.581	8939162.21	3161.5618	R
51	222934.693	8939163.29	3161.4935	EJ
52	222928.723	8939162.5	3161.6553	R
53	222920.555	8939153.94	3161.9563	R

54	222930.051	8939158.98	3161.635	R
55	222929.208	8939160.26	3161.5967	R
56	222929.22	8939160.25	3161.5967	EJ
57	222920.205	8939155.39	3161.8743	EJ
58	222910.374	8939151.88	3162.7598	BZ
59	222913.521	8939155.58	3162.4255	R
60	222910.639	8939149.59	3163.0923	R
61	222898.914	8939147.88	3164.3777	R
62	222899.028	8939148.56	3163.9471	E4
62	222899.028	8939148.56	3163.9471	R
65	222953.096	8939171.22	3161.4459	R
66	222896.399	8939147.61	3164.4179	R
67	222896.32	8939151.07	3164.4672	R
68	222889.281	8939151.71	3164.8314	R
69	222888.806	8939148.03	3164.7502	R
70	222888.898	8939149.4	3164.7586	EJ
71	222883.799	8939151.02	3165.214	R
72	222883.509	8939147.51	3165.4446	R
73	222874.351	8939146.82	3166.187	R
74	222874.482	8939150.12	3166.1515	R
75	222874.359	8939148.29	3166.0968	EJ
76	222862.332	8939146.77	3167.0765	EJ
77	222862.144	8939149.68	3166.9457	EJ
78	222862.085	8939148.56	3166.9251	EJ
79	222851.667	8939145.88	3167.151	R
80	222851.088	8939149.23	3167.029	R
81	222851.368	8939147.38	3167.0073	EJ
82	222843.133	8939146.04	3166.9305	E5
82	222843.133	8939146.04	3166.9228	R
83	222851.473	8939145.21	3167.2194	CASA
84	222845.995	8939142.96	3167.1747	CASA
85	222846.975	8939146.89	3167.0378	CASA

86	222846.982	8939146.89	3167.0383	BZ
87	222846.99	8939148.65	3166.9321	R
88	222831.675	8939141.11	3166.6153	R
89	222839.642	8939141.11	3166.667	R
90	222832.7	8939138.38	3166.4564	R
91	222832.075	8939139.25	3166.4653	EJ
92	222818.293	8939129.13	3165.8371	EJ
93	222818.766	8939133.82	3166.1982	EJ
94	222819.51	8939132.42	3165.9416	EJ
95	222800.175	8939116.36	3166.5061	E6
95	222800.175	8939116.36	3166.5028	R
96	222801.364	8939119.22	3166.3305	PUENTE
97	222802.45	8939116.09	3166.2845	PUENTE
98	222810.204	8939118.96	3165.9325	PUENTE
99	222807.684	8939122.24	3165.8558	PUENTE
100	222815.955	8939125.28	3165.8514	R
101	222805.292	8939131.42	3164.9291	R
102	222813.778	8939132.88	3165.4357	R
103	222808.774	8939136.9	3164.3975	R
104	222806.079	8939136.54	3164.0609	EJ
105	222796.562	8939144.09	3162.0049	EJ
106	222796.683	8939144.13	3162.0136	R
107	222799.482	8939146.6	3161.9032	R
108	222798.153	8939145.58	3161.8757	EJ
109	222792.187	8939156.75	3160.7962	R
110	222796.127	8939157.61	3160.8699	R
111	222794.345	8939157.67	3160.6152	EJ
112	222795.198	8939172.21	3158.9408	R
113	222791.868	8939170.69	3158.8918	R
114	222793.447	8939171.61	3158.8209	R
115	222792.079	8939174.23	3158.5955	E7
116	222792.078	8939174.23	3158.5955	E8

117	222795.127	8939168.86	3159.3069	E9
116	222792.078	8939174.23	3158.6042	R
118	222799.082	8939166.55	3160.1636	R
119	222787.574	8939174.99	3158.3048	R
120	222789.342	8939177.66	3158.2984	R
121	222788.102	8939176.45	3158.1758	EJ
122	222782.291	8939185.95	3156.8099	EJ
123	222779.421	8939184.27	3156.6416	EJ
124	222780.685	8939185.24	3156.6328	R
125	222777.141	8939194.06	3155.318	E9
125	222777.141	8939194.06	3155.2554	R
127	222781.485	8939192.12	3155.4759	R
128	222777.142	8939190.77	3155.8854	R
129	222780.465	8939196.56	3155.168	R
130	222781.563	8939190.76	3156.196	R
131	222774.904	8939205.33	3153.5634	R
132	222777.786	8939206.26	3153.3218	R
133	222776.405	8939206.31	3153.2296	R
134	222773.009	8939216.38	3151.6515	R
135	222776.49	8939217.16	3151.3711	R
136	222777.866	8939225.61	3150.1878	R
137	222773.973	8939226.92	3150.2787	R
138	222778.788	8939264.4	3144.9209	E10
138	222778.788	8939264.4	3144.7778	R
139	222782.838	8939234.21	3149.3741	R
140	222778.772	8939235.67	3149.0396	R
141	222781.303	8939238.03	3148.708	EJ
142	222780.484	8939248.19	3147.2524	EJ
143	222783.97	8939246.71	3147.4853	EJ
144	222784.359	8939257.61	3145.8664	EJ
145	222781.787	8939256.99	3145.6677	EJ
146	222779.489	8939256.17	3145.6537	EJ

147	222767.825	8939266.74	3144.3165	EJ
148	222767.811	8939266.75	3144.3158	R
149	222769.539	8939268.56	3144.3413	R
150	222759.612	8939271.03	3143.9684	R
151	222760.218	8939275.63	3143.8267	R
152	222759.534	8939273.63	3143.7801	EJ
153	222750.419	8939278.25	3143.2985	R
154	222737.634	8939276.93	3143.807	E11
155	222744.563	8939278.3	3143.2561	E12
154	222737.634	8939276.93	3143.72	R
156	222752.565	8939271.95	3143.2194	R
157	222745.766	8939267.26	3141.9087	R
158	222740.676	8939259.4	3140.581	R
159	222753.956	8939277.99	3143.6216	R
160	222737.493	8939263.88	3140.7837	R
161	222753.295	8939274.63	3143.3575	R
162	222739.284	8939261.78	3140.5097	R
163	222732.001	8939252.88	3138.9168	R
164	222728.481	8939257.06	3138.6722	R
165	222730.114	8939254.8	3138.6561	R
166	222716.047	8939251.59	3136.7449	R
167	222714.421	8939253.77	3136.4242	R
168	222710.98	8939256.3	3136.6065	R
169	222727.681	8939297.48	3129.5257	R
170	222720.55	8939297.66	3129.4841	PUET
171	222723.363	8939300.35	3129.4127	PUET
172	222708.854	8939316.5	3129.463	PUET
173	222705.19	8939314.59	3129.6017	PUET
174	222707.261	8939315.84	3129.5257	R
175	222697.383	8939318.82	3131.455	R
176	222700.744	8939323.89	3130.931	R
177	222698.427	8939326.79	3131.4028	R

178	222697.121	8939324.11	3131.4541	R
179	222692.633	8939317.21	3132.7833	R
180	222688.22	8939320.86	3133.3247	R
181	222690.617	8939318.5	3133.0029	R
182	222682.979	8939307.17	3135.515	R
183	222678.397	8939311.94	3135.8351	R
184	222679.756	8939309.83	3135.7219	R
185	222674.462	8939302.19	3137.2367	R
186	222670.513	8939306.61	3137.5162	R
187	222672.742	8939304.44	3137.2136	R
188	222664.94	8939298.3	3139.0226	R
189	222661.969	8939301.78	3139.2158	R
190	222662.818	8939300.59	3139.0608	R
191	222659.288	8939295.52	3139.8894	ESM
192	222655.437	8939295.36	3140.3951	ESM
193	222655.446	8939295.36	3140.3954	ESM
191	222659.288	8939295.52	3139.8122	R
194	222723.591	8939267.98	3133.9969	R
195	222718.476	8939269.9	3134.0605	R
196	222721.328	8939277.7	3132.554	R
197	222725.721	8939277.3	3132.2804	R
198	222729.03	8939285.39	3130.6896	R
199	222724.357	8939286.77	3130.71	R
200	222650.68	8939298.94	3141.1067	R
201	222648.509	8939296.12	3141.1284	R
202	222640.002	8939296.67	3141.4833	PUENT
203	222637.731	8939304.32	3141.166	PUENT
204	222584.286	8939306.72	3142.8026	PUENT
205	222578.238	8939298.92	3142.8845	PUENT
206	222676.891	8939315.79	3140.428	CAR
207	222668.379	8939309.03	3140.7926	CAR
208	222658.685	8939303.02	3141.0502	CAR

209	222654.519	8939312.97	3139.2621	CAR
210	222665.152	8939319.59	3138.9825	CAR
211	222673.239	8939327.89	3138.9013	CAR
212	222983.74	8939039.57	3162	R
213	222979.2	8939041.28	3162	R
214	222984.49	8939024.84	3162	R
215	222987.75	8939026.92	3163	R
216	222992.15	939015.16	3162	R
217	222989.76	8939012.52	3162	R
218	223029.1	8938987.27	3160	R
219	223024.85	8938984.38	3162	R
220	223049.88	8938966.61	3159	R
221	223042.85	8938965.52	3162	R
222	223081.13	8938927.21	3158	R
223	223075.98	8938925.48	3158	R
224	223100.31	8938874.63	3169	R
225	223095.41	8938873.75	3170	R
226	223109.48	8938847.43	3172	R
227	223112.41	8938851.66	3172	R
228	223141.86	8938820.47	3174	R
229	223145.2	8938825.18	3173	R
230	223141.46	8938821.3	3173	R
231	223186.68	8938799.28	3169	R
232	223187.41	8938808.34	3167	R
233	223207.04	8938817.69	3159	R
234	223212.61	8938812.98	3158	R
235	223266.85	8938878.47	3136	R
236	223269.92	8938874.5	3136	R

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 2 se observa los puntos geográficos de toda la vía a analizar.

b) Cómo segundo objetivo específico se planteó realizar un estudio de tráfico, para ello, nos basaremos en los estudios hechos en el expediente técnico arriba mencionados, puesto que consideramos que corresponde a un dato válido, ya que es un referente que, al ser actualizado mediante métodos estadísticos (factor de crecimiento vehicular), es viable su uso actual. A continuación se presentarán los diferentes cuadros especificando el proceso para cumplir éste objetivo.

Primero se Procedió a observar el conteo vehicular, y después se hizo un resumen de conteo vehicular, el cual se muestra a continuación:

Tabla 3.

Total de vehículos contabilizados en el mes de diciembre del 2018.

Sent.	VEHÍCULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			TOTAL
	Autos	Station Wagon	Pick up	Combi Rural	2E	3E	2E	3E	4E	
TOTAL	117	252	34	40	6	2	7	2	0	460
%	25.43%	54.78%	7.39%	8.70%	1.30%	0.43%	1.52%	0.43%	0.0%	100%
%	96.30%				3.70%					
	VEHICULOS LIGEROS				VEHÍCULOS PESADOS					

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 3 se observa el resumen del conteo vehicular.

Luego, se procedió a calcular el IMD'S para cada tipo de vehículo, a la fecha de Diciembre del 2018.

Tabla 4.

Tipo de Vehículo	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Total	IMD'S
AUTO	21	21	15	16	18	14	12	117	16.71
Station Wagon	40	38	40	37	39	30	28	252	36.00
Pick Up	8	3	6	4	6	3	4	34	4.86
Combi Rural	10	6	2	5	5	4	8	40	5.71
Bus 2E	0	3	1	2	0	0	0	6	0.86
Bus 3E	0	0	1	1	0	0	0	2	0.29
Camión 2E	2	0	0	0	2	1	2	7	1.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	2	2	0.29
TOTAL	81	71	65	65	70	52	56	460	65.71

IMD'S - 2018

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 4 se observa el índice medio diario semanal por tipo de vehículo en el año 2018.

Para posteriormente calcular el IMDA, usando la siguiente fórmula:

$$IMDa = IMDs * FC \quad IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Dónde:

IMDs = Índice medio diario semanal de muestra vehicular tomada

IMDa = índice medio anual

Vi = volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC= Factores de Corrección Estacional

Para ello usamos los factores de corrección del peaje de Cátac (2010 – 2018), brindados en la Ficha Técnica Estándar para Carreteras Inter Urbanas – Sector Transporte, establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

Tabla 5.

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje promedio - (2010 - 2018)

Nº	Peaje	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
		Lig.	Lig.	Lig.	Lig.	Lig.	Lig.							
		FC	FC	FC	FC	FC	FC							
1	CATAC	1.099	1.058	1.353	1.040	1.077	1.076	0.831	0.877	0.963	0.951	1.116	0.974	1.000

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 5 se observa los factores de corrección para vehículos ligeros actualizados al 2018.

Tabla 6.

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje promedio - (2010 -2018)

Nº	Peaje	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
		Pes.												
		FC												
1	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 6 se observa los factores de corrección para vehículos pesados actualizados al 2018.

Cómo el conteo se realizó en el mes de diciembre del 2018, los fce de vehículos ligeros y pesados son:

FCE ligero = 0.974

FCE pesado= 0.968

Calculamos el IMD para el año 2018:

Tabla 7.

IMD - 2018

Tipo de Vehículo	IMD'S (1*)	FCE (2*)	IMDA (2018) (3*= 1*x 2*)	IMDA (2018)
AUTO	16.71	0.9747	16.29	16
Station Wagon	36.00	0.9747	35.09	35
Pick Up	4.86	0.9747	4.73	5
Combi Rural	5.71	0.9747	5.57	6
Bus 2E	0.86	0.9684	0.83	1
Bus 3E	0.29	0.9684	0.28	1
Camión 2E	1.00	0.9684	0.97	1
Camión 3E	0.29	0.9684	0.28	1
TOTAL	65.71		64.04	66

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 7 se observa el índice medio diaria anual 2018.

Después procedimos a realizar el cálculo de tráfico proyectado, primero para el año 2020 y luego para el 2040, pues nuestro período de diseño es de 20 años.

Utilizamos los valores proporcionados por el INEI a la fecha de diciembre del 2018:

Tasa de crecimiento vehicular para vehículos ligeros (INEI - diciembre, 2018)

Rvehículos ligeros = 7%

Tasa de crecimiento vehicular para vehículos pesados (INEI - diciembre 2018)

Rvehículos pesados = 2.90%

Tasa de crecimiento vehicular para vehículos pesados de carga de 3 a 7 ejes (INEI - diciembre, 2018)

Rvehículos de carga = 4.40%

Proyección del IMD al año de inicio del proyecto (2020):

Índice Medio Diario Anual para el año de inicio del proyecto

Usando la expresión:

$$\text{IMD (año de inicio proyectado)} = \text{IMD año de medición} \cdot (1 + r)^Y$$

Tabla 8.

IMDA – Proyectado 2020

Tipo de Vehículo	IMDA (2018)	R	(1 + r) ^Y	IMDA (2020)
AUTO	16	7%	1.14	19.00
Station Wagon	35	7%	1.14	41.00
Pick Up	5	7%	1.14	7.00
Combi Rural	6	7%	1.14	7.00
Bus 2E	1	2.90%	1.059	3.00
Bus 3E	1	2.90%	1.059	3.00
Camión 2E	1	2.90%	1.059	3.00
Camión 3E	1	4.40%	1.0899	3.00
TOTAL	66			86

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 8 se observa el índice medio diario anual proyectado para el 2020.

Se procedió a calcular el Índice Medio Diario Anual para el período de diseño:

Usando la expresión:

$$\text{IMDA (año de inicio proyectado)} = \text{IMDA año de medición} \cdot (1 + r)^Y$$

Tabla 9.

IMDA - 2040

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>IMDA (2020)</i>	<i>r</i>	$(1 + r)^Y$	<i>IMDA (2040)</i>
<i>AUTO</i>	19.00	7%	3.87	75.00
<i>Station Wagon</i>	41.00	7%	3.87	159.00
<i>Pick Up</i>	7.00	7%	3.87	29.00
<i>Combi Rural</i>	7.00	7%	3.87	29.00
<i>Bus 2E</i>	3.00	2.90%	1.77	7.00
<i>Bus 3E</i>	3.00	2.90%	1.77	7.00
<i>Camión 2E</i>	3.00	2.90%	1.77	7.00
<i>Camión 3E</i>	3.00	4.40%	2.37	9.00
<i>TOTAL</i>	86			322

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 9 se observa el índice medio diario anual para el 2040.

Dónde:

Año de Inicio del Proyecto: 2020

Año de Fin del proyecto: 2040

Y: 20 años

Luego se procedió con el cálculo del número de pasadas o índice medio diario anual acumulado:

$$IMDA (\text{año}) = IMDA \text{ año} * \left(\frac{(1+r)^Y - 1}{r} \right)$$

Usando la expresión:

Tabla 10.

Número de pasadas - 2040

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>IMDA (2020)</i>	<i>R</i>	$(1+r)^Y - 1$	<i>IMDA (2040)</i>
			<i>r</i>	
	(1*)	(2*)	(3*)	(1*)*(3*)*365
<i>AUTO</i>	19.00	0.07	41.00	284305.00
<i>Station Wagon</i>	41.00	0.07	41.00	613499.00
<i>Pick Up</i>	7.00	0.07	41.00	104745.00
<i>Combi Rural</i>	7.00	0.07	41.00	104745.00
<i>Bus 2E</i>	3.00	0.029	26.60	29127.00

Bus 3E	3.00	0.029	26.60	29127.00
Camión 2E	3.00	0.029	26.60	29127.00
Camión 3E	3.00	0.044	31.04	33995.00
TOTAL	86			1228670

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 10 se observa el número de pasadas hasta el año 2040

Dónde:

IMDA año (n) : Índice Medio Diario Anual Acumulado para el período de análisis “Y”.

IMDA año (0) : Índice Medio Diario Anual Acumulado para el año de inicio del proyecto.

Año 0 : 2020 (Año de Inicio de Proyecto)

Año n : 2040 (Año de Fin de Proyecto)

Y : 20 Años (Proyección de tránsito)

Cálculo del número de ejes equivalentes para el diseño:

Para éste cálculo, nos basamos en el manual de suelos y pavimentos del manual de carreteras del país, encontrando los siguientes valores:

Tabla 11.

Relación de Cargas por eje, para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos – MTC, 2014

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{8.2Tn}$)
Eje Simple de Ruedas Simples (EE_{S1})	$EE_{S1}=[P/6.6]^{4.1}$
Eje Simple de Ruedas Dobles (EE_{S2})	$EE_{S2}=[P/8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1}=[P/13.0]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2}=[P/13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1}=[P/16.6]^{4.0}$

simple) (EE_{TR1})	
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P/17.5]^{4.0}$
P= Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 11 se observa la relación de Cargas por eje para Pavimentos Rígidos

Colocamos los tipos de ejes equivalentes por tipo de eje y vehículo:

Tabla 12.

Factores de Equivalencia de Carga

TIPO DE VEHÍCULO	Carga bruta por eje								Factor de equivalencia de carga FEE (según MTC)			Factor EAL (factor camión)	
	Eje delantero		Eje posterior						Eje delantero	Eje posterior			
	Tn	Lb	Eje 1		Eje 2		Eje 3			Eje 1	Eje 2		Eje 3
			Tn	Lb	Tn	Lb	Tn	Lb					
(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)=(11)+(12)+(13)+(14)					
AUTO	1.5	3307	1.5	3307					0.0011	0.0011			0.0022
Station Wagon	1.5	3307	1.5	3307					0.0011	0.0011			0.0022
Pick Up	1.5	3307	1.5	3307					0.0011	0.0011			0.0022
Combi Rural	1.5	3307	1.5	3307					0.0011	0.0011			0.0022
Bus 2E	7	1543 2	11	2425 1					1.273	3.335			4.60766045
Bus 3E	7	1543 2	15	3527 4					1.273	1.798			3.07090344
Camión 2E	7	1543 2	10	2425 1					1.273	2.256			3.52895942
Camión 3E	7	1543 2	16	3968 3					1.273	2.134			3.40637129

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 12 se observa los factores de equivalencia de carga por tipo de vehículo y eje.

Para un período de Diseño de 20 años, tenemos:

Tabla 13.

ESAL'S

Tipo de Vehículo	IMDA (2040) (1*)	FACTOR CAMIÓN (2*)	ESAL DE DISEÑO (3*) = (1*)*(2*)
AUTO	284305.00	0.0022	625.471
Station Wagon	613499.00	0.0022	1349.6978

Pick Up	104745.00	0.0022	230.439
Combi Rural	104745.00	0.0022	230.439
Bus 2E	29127.00	4.607660451	134207.3259
Bus 3E	29127.00	3.070903443	89446.20459
Camión 2E	29127.00	3.528959423	102788.0011
Camión 3E	33995.00	3.406371286	115799.5919
TOTAL			444677.1703

Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 13 se observa el número de ejes equivalentes hasta el año 2040.

DÓNDE:

ESAL = 444677.17

- c) Como tercer objetivo se planteó realizar un estudio de mecánica de suelos, para calcular el CBR de la sub rasante y verificar la calidad, propiedades y el tipo de suelo, y así poder analizar y concluir si es o no adecuado para colocar nuestro pavimento, o si es que acaso se necesita de una estabilización de suelos. Obtuvimos que el CBR de la sub rasante más crítica es de 39% al 100% MDS y a 0.1", dándonos como módulo de reacción, según el método AASHTO 93, un valor de 119Mpa/m, lo que lo hace óptimo para la construcción de pavimentos, y no lo hace acreedor de una estabilización de suelos. Sin embargo, para efectos de análisis y como capa de drenaje, se colocará una sub base granular de 15 cm de espesor con un material cuyo CBR sea como mínimo de 40% al 100% MDS y a 0.1", y por ende su K=120 Mpa/m, mejorando el suelo y elevando su coeficiente de reacción a 128 Mpa/m. Además el tipo de clasificación de suelos es GC, según SUCS, denominado como suelo gravoso, arcilloso - arenoso, mientras que los tipos de clasificación según AASHTO resultan variables según las calicatas dadas. A continuación, colocaremos datos relevantes para el diseño, independientemente de colocar sólo el CBR y tipo de suelo, pues son datos a tener en cuenta para el diseño del pavimento y además son generalmente colocados en los informes técnicos de mecánica de suelos en la elaboración de expedientes técnicos, por lo que seguiremos un formato

similar, y además usaremos los datos establecidos y brindados por la empresa.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GENERALIDADES:

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Nuestro proyecto denominado “Diseño Estructural De Un Pavimento Rígido Para La Calle Principal Del Centro Poblado De Shansha-Huaraz-Áncash”, se encuentra ubicado en:

CC.PP. : Shansha
Distrito : Huaraz
Provincia : Huaraz
Departamento : Áncash

El terreno cuenta con una superficie escarpada, y una clasificación SUCS (GC), clasificado según el CBR, cómo un suelo muy bueno para cimentar un pavimentado.

ASPECTOS GEOLÓGICOS:

Clima: la zona en estudio es fría con temperaturas que descienden hasta 3° C y la máxima de 22° C.

Topografía: el plano topográfico indica el desarrollo inclinado con pendientes medianas y altas; es así que las vías se encuentran con medianas pendientes con las cuales se desarrollará el proyecto, teniendo cuidado de no exceder los límites establecidos por el Manual de Carreteras; es válido mencionar, que dicho análisis corresponde a un diseño geométrico, hecho por el cual no se realizó en la presente tesis, si no, que sólo se menciona a manera referencial y a tener en cuenta, y del mismo modo sucede con los planos ubicados en los anexos.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO:

Ubicación de las calicatas:

Se realizó de manera general un reconocimiento de toda el área a estudiar. Con una longitud lineal de 1.12 km, se hicieron 4 calicatas dentro del tramo de la carretera. Los resultados emitidos por el laboratorio de mecánica de

suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT son detallados en los anexos.
(Referencia al Anexo N° 12)

Todas las calicatas se hicieron a hasta una profundidad de 1.50 m y no se encontró nivel freático. (Ver anexo, plano de planta y ubicación de calicatas)

- Ubicación de la Calicata C-01
- Ubicación de la Calicata C-02
- Ubicación de la Calicata C-03
- Ubicación de la Calicata C-04

Se hicieron 4 calicatas para el estudio del tramo, teniendo así el perfil estratigráfico de las mismas, haciendo un estudio visual - manual de éstas.

Luego del estudio visual manual del perfil estratigráfico se concluyó tener las mismas condiciones de suelo en toda la zona proyectada.

Muestreo y Registros de Excavaciones:

Muestreo Alterado:

Se sacaron las muestras alteradas en una bolsa, correspondiente a cada estrato de la calicata realizada, seleccionándose una muestra representativa para ser ensayada en el laboratorio con fines de identificación y clasificación.

Registro de Excavación:

Se hizo un registro de excavación, indicando las características más importantes de cada uno de los estratos hallados, como por ejemplo, la humedad, la compacidad, la consistencia, N.F., el peso específico del suelo, etc.

Ensayos de Laboratorio:

Los ensayos de laboratorio realizados por la empresa GEOSTRUCT se encuentran en los anexos. (Ver anexo)

Clasificación de suelos:

Las muestras se han distribuido usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Perfil Estratigráfico:

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente:

Calicata: C - 01.- de 0.00 a – 1.50 m. El estrato evidencia presencia de grava arcillosa con arena, mezcla de grava, arena y arcillas; no se encontró nivel

freático. Ésta se realizó para el diseño de pavimento. Específicamente en el ensayo de suelos se obtuvo una muestra con 51.51% de Gravas, 22.65% de arena y 25.85% de finos. Además, se obtuvo que en dicha calicata el suelo según su clasificación SUCS era GC, correspondiendo a gravas arcillosas con arenas; su clasificación según AASHTO es A-2-6(1), que son identificados como suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un contenido de arcilla. El peso volumétrico seco máximo fue de 2.17 Ton/m³ y el contenido de humedad óptima es de 6.28%. Se encontró además que el CBR en ésta calicata al 100% del peso volumétrico seco máximo fue de 42.63%, calificándose como un suelo “excelente” para pavimentación, según la guía AASHTO 93 y el manual de carreteras del Perú. Su límite líquido (L.L.) fue de 26.06, su límite plástico tenía un valor de 9.33, y el índice de plasticidad en ésta muestra fue de 16.73.

Calicata: C - 02.- de 0.00 a – 1.50 m. Estrato con presencia de grava arcillosa con arena, mezcla de grava, arena y arcillas; no se encontró nivel freático. Esta se realizó para el diseño de pavimento. Específicamente en el ensayo de suelos se obtuvo una muestra con 39.53% de Gravas, 23.73% de arena y 36.74% de finos. Además, se obtuvo que en dicha calicata el suelo según su clasificación SUCS era GC, correspondiendo a gravas arcillosas con arenas; su clasificación según AASHTO fue A-6(1), que son identificados como arcillas de baja a mediana compresión. Su peso volumétrico seco máximo fue de 2.17 Ton/m³ y el contenido de humedad óptima es de 7.26%. Se encontró además que el CBR en ésta calicata al 100% del peso volumétrico seco máximo fue de 39.69%, calificándose como un suelo “excelente” para pavimentación, según la guía AASHTO 93 y el manual de carreteras del Perú. Su límite líquido (L.L.) fue de 28.60, su límite plástico (L.P.) de 12.76 y su Índice de Plasticidad fue de 15.83.

Calicata: C - 03.- de 0.00 a – 1.50 m. Estrato con presencia de grava arcillosa con arena, mezcla de grava, arena y arcillas; no se encontró nivel freático. Esta se realizó para el diseño de pavimento. Específicamente en el ensayo de suelos se obtuvo una muestra con 35.34% de Gravas, 22.68% de arena y 41.97% de finos. Además, se obtuvo que en dicha calicata el suelo según su clasificación SUCS era GC, correspondiendo a gravas arcillosas;

su clasificación según AASHTO es A-6(2), que son identificados como suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un contenido de arcilla. Su peso volumétrico máximo fue de 2.15 Ton/m³ y el contenido de humedad óptima es de 7.10%. Se encontró además que el CBR en ésta calicata al 100% del peso volumétrico seco máximo fue de 38.95%, calificándose como un suelo “excelente” para pavimentación, según la guía AASHTO 93 y el manual de carreteras del Perú. Su límite líquido (L.L.) fue de 26.25, su límite plástico (L.P.) de 11.58, y su índice de plasticidad de 14.66.

Calicata: C - 04.- de 0.00 a – 1.50 m. Estrato con presencia de grava arcillosa con arena, mezcla de grava, arena y arcillas; no se encontró nivel freático. Esta se realizó para el diseño de pavimento. Específicamente en el estudio de la granulometría de suelos, se obtuvo una muestra con 42.54% de Gravas, 28.93% de arena y 28.52% de finos. Además, se obtuvo que en dicha calicata el suelo según su clasificación SUCS era GC, correspondiendo a gravas arcillosas; su clasificación según AASHTO es A-2-6(1), que son identificados como suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un contenido de arcilla. Su peso volumétrico seco máximo fue de 2.15 Ton/m³ y el contenido de humedad óptima es de 7.55%. Se encontró además que el CBR en ésta calicata al 100% del peso volumétrico seco máximo fue de 41.89%, calificándose como un suelo “excelente” para pavimentación, según la guía AASHTO 93 y el manual de carreteras del Perú. Su límite líquido (L.L.) salió con el valor de 27.52, su límite plástico (L.P.) fue de 11.28 y por ende su índice de plasticidad es de 16.24.

Conclusiones:

Del estudio de mecánica de suelos, se concluyó, que el suelo en el que se planea ejecutar la obra, es óptimo y de buena capacidad de drenaje, por ser su coeficiente de reacción equivalente a 120 Mpa/m, dándonos un CBR DE 40% aproximadamente, además según su clasificación SUCS, es un tipo de suelo GC, correspondiendo a la categoría de gravoso arcilloso, y cuyas categorías AASHTO son variables entre calicatas, pero con un muy parecido porcentaje de CBR al 100%DMS.

Además, se debe tener en cuenta, que algunos datos, así como los factores climatológicos y algunos elementos topográficos, fueron sacados del Expediente Técnico “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad de la Calle Principal del Centro Poblado de Shansha del Distrito de Huaraz – Provincia de Huaraz-Departamento de Ancash”, esto es debido a que el estudio se mandó a realizar en plena cuarentena por el COVID -19, motivo por el cual no pudimos apersonarnos al lugar.

d) Como cuarto objetivo determinamos el diseño de las capas que conforman el pavimento rígido con la metodología AASHTO 93, y es como a continuación prosigue:

Información general del proyecto ““Diseño Estructural De Un Pavimento Rígido Para La Calle Principal Del Centro Poblado De Shansha-Huaraz-Áncash”.

Parámetros de diseño

W8.2 : Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn. a lo largo del período de diseño.

Zr : Desviación normal estándar.

So : Error estándar combinado de la predicción del tráfico y la variación del comportamiento esperado del pavimento.

Δ PSI : Diferencia entre la Serviciabilidad Inicial (Po) y final (Pt)

Pt : Serviciabilidad Final

D : Espesor de la capa de rodadura de concreto.

Mr : Resistencia media del concreto (en Mpa)

J : Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

Cd : Coeficiente de drenaje

K : Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, sub base o sub rasante) en la que se apoya la capa de rodadura de concreto.

Ec : Módulo de Elasticidad del concreto, en Mpa.

Los parámetros antes mencionados, se usan para calcular el espesor de la capa de rodadura de concreto, mediante la ecuación AASHTO 93.

Variables de diseño:

Período de Análisis

Debido a que es un pavimentado de bajo volumen de tráfico, el periodo de análisis será:

$$T = 20 \text{ años}$$

Tráfico

Transito futuro estimado (W₁₈)

$$W_{18} = D_D * D_L * W'_{18}$$

Factor direccional (Fd):

$$Fd = 0.50$$

Factor Carril (Fc):

Tabla 14.

Factor Carril

Número de carriles en cada dirección	Carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 14 se observa el factor de carril de acuerdo al número de carriles en cada dirección.

Como tenemos solo 01 carril por dirección entonces

Para un ESAL 100%:

$$Fc = 1.00$$

W8.2 = Unidades ESAL de 8.2 Tn acumulados, previstas para una sección específica en el periodo de análisis.

Del análisis vehicular

$$W8.2 = 444677.17$$

Por lo tanto, según la fórmula del comienzo, el ESAL de diseño será:

$$W8.2 = 444677.17 * 0.5 * 1.00 = 222338.585$$

Por lo tanto, estamos ante un tipo de tráfico pesado Tp1 (Ver gráfico)

Confiabilidad

El rango típico sugerido por AASHTO para el error estándar combinado $S_0 = 0.35$

Al tener un tráfico de tipo Tp2, y basándonos en la tabla dada por el manual de carreteras, usaremos:

$$R = 75\% \text{ y } Z_r = -0.674$$

Para el nivel de confiabilidad y la desviación estándar normal respectivamente, como se muestra a continuación:

Desviación estándar normal (ZR):

Tabla 15.

Desviación estándar

Confiabilidad R (%)	ZR
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34

92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-5.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 15 se observa los valores de la desviación estándar normal según la confiabilidad que se requiere o que indique en el manual de carreteras.

Según la tabla:

ZR= -0.674

Serviciabilidad de Diseño

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

Índice de Serviabilidad inicial:

Tomamos éste valor, ya que la metodología AASHTO, dijo que en la prueba de test AASHO, se obtuvo que para pavimentos rígidos el valor debe ser de

$$P_0 = 4.5$$

Índice de Serviabilidad final:

$$P_t = 2.0$$

Para carreteras con bajo volumen de tráfico (Tp1), el índice final de serviabilidad será de:

$$P_t = 2.0$$

Entonces:

$$\Delta\text{PSI} = 2.5$$

Valor del CBR y cálculo del Módulo de Reacción total (Kc)

Tabla 16.

Módulos de reacción

CALICATA	CLASIFICACIÓN		CBR (%)	K (PSI)	K (Mpa/m)	K (Kg/cm ³)
	SUCS	AASHTO				
C – 03	GC	A-6(2)	39	305	119	11.9

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 16 se observa el módulo de reacción de la sub rasante del suelo con respecto al CBR más crítico.

Cabe mencionar, que según (LIU, 1970), menciona que para el tipo de clasificación SUCS de un suelo tipo GC, si es posible encontrar suelos con clasificación A-6(2).

Usamos la calicata con el valor de CBR más crítico, y calculamos su módulo de resiliencia, mediante la tabla de correlaciones establecidas para este fin en el manual de carreteras-2014. (Véase Figura).

Sin embargo, nuestra estructura, al ser un pavimento rígido, también deberá poseer una sub base granular, tanto para mejorar el terreno como el drenaje del mismo. Asumiendo, que dicha capa posea un valor de 15 cm, y además que según el manual, dicha sub base debe tener un CBR mínimo del 40%, referido al 100% del peso volumétrico seco máximo y una penetración de carga 1”.

Calculamos Kc, el cuál será el módulo de reacción a usarse en la ecuación AASHTO 93, pues este agrupa, tanto a las resistencias y/o reacciones que ofrece la sub rasante y la sub base. Para calcularla usamos la siguiente ecuación:

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

Dónde:

Kc (Kg/cm³) = Coeficiente de Reacción combinado

K_1 (Kg/cm³) = Coeficiente de Reacción de la Sub Base Granular.

K_0 (Kg/cm³) = Coeficiente de Reacción de la Sub Rasante

h (asumido) = Espesor de la Sub Base Granular

De donde tenemos:

$K_1 = 12$ Kg/cm³ (Usando el cuadro de relaciones de CBR y K)

$K_0 = 11.9$ Kg/cm³

$h = 15$ cm

Por lo tanto:

$K_c = 12.8$ Kg/cm³ = 128 Mpa/m

Resistencia a la Flexo-tracción del Concreto

Para hallar dicha variable (M_r), se escogió una resistencia f'_c del concreto, el cual fue de $f'_c = 210$ Kg/cm².

Se procedió a calcular el M_r , usando la siguiente ecuación:

$$M_r = a\sqrt{f'_c}$$

Donde los valores de "a" oscilan entre 1.99 y 3.18

Cómo el manual de carreteras, no menciona una resistencia de $f'_c = 210$, usamos, el coeficiente $a = 2.2$, para obtener un $M_r = 32$ Kg/cm². Valor que obtuvimos, porque, luego de iterar con $f'_c = 280$ Kg/cm², el valor del espesor del pavimento, hubiera salido con menos de 10cm de espesor, cosa que no es aceptable, y por ello redujimos la resistencia del concreto, además, se justifica, pues el pavimento abarata su costo de producción, sin descuidar su "rendimiento".

$M_r = 3$ Mpa.

Módulo Elástico del Concreto

$$E = 57000 * \sqrt{f'_c}; (f'_c \text{ en PSI})$$

$f'_c = 210$ kg/cm²

$E_C = 3115247$ PSI

$f'_c=2987$ Psi

EC= 21475 MPa

EC= 21475 MPa

Drenaje (Cd)

Se usaron los procedimientos establecidos por el manual de carreteras, para lo cual se usó el siguiente cuadro:

Tabla 17.

Porcentaje de saturación y calidad del suelo para drenaje

Calidad de Drenaje	50% de Saturación en:	85% de Saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 17 se observa la relación entre porcentaje de saturación y la calidad de suelo para drenaje.

Según, los datos obtenidos se verificaron el siguiente cuadro:

Tabla N° 18.

Calidad de drenaje

CALIDAD DE DRENAJE	%TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD A LA SATURACIÓN			
	<1	1-5	5-25	25>
excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	1.00-0.90	0.80
muy pobre	1.00-0.90	1.00-0.90	0.90-0.80	0.70
muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 18 se observa la calidad de drenaje según el porcentaje de exposición de la estructura con respecto a la humedad.

Por lo tanto, se usará un valor de $C_d = 1$

Coefficiente de Transferencia de Carga

Tabla 19.

Coefficiente de transferencia de carga

BERMA	GRANULAR O ASFALTICA		Concreto hidráulico	
	SI (Con pasadores)	NO(Sin pasadores)	SI (Con pasadores)	NO(Sin pasadores)
VALORES DE J	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 19 se observa los coeficientes de transferencia de carga con respecto al tipo de berma.

Usamos el valor de 3.8, pues existen y se construirán bermas de concreto, sin pasadores.

$$J=3.8$$

Resumen de Datos

Tabla 20.

Datos para el diseño

RESUMEN DE DATOS:	
$W_{18} = 222338.585$	$C_d = 1.00$
$K_C = 128 \text{ Mpa/m}$	$M_r = 3 \text{ Mpa}$
$R = 75\%$	$Z_r = -0.674$
$\Delta PSI = 2.5$	$S_o = 0.35$
$P_t = 2.0$	$J = 3.8$
$E_c = 21475 \text{ Mpa}$	$CBR_{\text{subrasante}} = 39.00 \%$

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 20 se observa el resumen del diseño de datos.

Calculo del Espesor “D”

Usamos la fórmula AASHTO 93 para pavimentos rígidos, especificado en el Manual de Carreteras – 2014 (ver anexo, grafico 1)

Reemplazando datos en la fórmula:

Obtuvimos, el valor de D

D= 140 mm

Pero, siguiendo lo estipulado por el manual de carreteras, consideramos un valor mínimo de 15 cm de espesor de capa de rodadura.

D=15.00 cm

Por lo tanto obtuvimos un valor de D= 15 cm para la capa de rodadura de concreto, y un valor de 15 cm de espesor para la sub base granular, la cual, como se especificó anteriormente, tendrá una resistencia de 40% de CBR al 100% de máxima densidad seca.

Obtenidos estos cálculos, como paso final, procedimos a diseñar las dimensiones y las juntas del pavimento, y son tal como sigue:

Diseños de Dimensiones del Pavimento y Espesores de Juntas y Losas

Diseño de Dimensiones del Pavimento

Tomamos en cuenta, lo dicho por el manual de carreteras, según el siguiente cuadro:

Tabla 21.

Dimensiones de losa

Ancho de carril(M)= Ancho de losa	Longitud de Losa (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 21 se observa las dimensiones de la losa según el manual del MTC.

El ancho será variable, de acuerdo al trazado que se dé en la carretera, pero, al ser Shansha una zona ubicada a más de 3000 m.s.n.m., se procurará que la losa tienda a ser cuadrada, por ende, según la norma de carreteras, no excederemos que la longitud de la losa sea mayor que 1.25 veces el ancho del pavimento, y por las condiciones dadas anteriormente, usaremos para este diseño una longitud de 2.25 metros, el cual no será mayor a 1.1 veces el ancho de la vía.

Por lo tanto, usamos:

L= 2.25 metros

A= Variable, pero no menor de 2.00 m, ni mayor que 2.25 metros.

Diseño de Juntas

Se colocarán las juntas longitudinales y transversales de acuerdo a lo indicado en el manual de carreteras.

Juntas Transversales

Pasadores

Para ellas, usaremos el siguiente cuadro, para la colocación de sus pasadores:

Tabla 22.

Pasadores para juntas transversales

Rango de Espesor de Losa (mm)	Diámetro		Longitud del Pasador o Dowells (mm)	Separación entre pasadores (mm)
	mm	Pulgada		
150 – 200	25	1"	410	300
200 -300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½ "	510	380

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 22 se observa las características que deben de tener los pasadores según los espesores de losa.

Por lo tanto:

Para las juntas de construcción transversal, se usarán varillas de acero liso de $\varnothing=1"$ de $L=0.41m @0.30m$, como pasadores. Además se realizará con el procedimiento indicado por el manual de carreteras, el cual dice, que se debe de realizar un corte hasta la tercera parte del espesor de la losa, con un disco de corte de 3mm.

Caja de Sello

Para ello se procedió a calcular el movimiento de las juntas transversales, mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta L = L \times (a\Delta T + \epsilon)$$

Dónde:

$$L : 2250 \text{ mm}$$

$$a : 3.5 \times 10^{-6} \text{ (Asumiendo concreto de gravas y arenas finas)}$$

$$\Delta T : 17^{\circ}\text{C} \text{ (Diferencia entre la } T^{\circ} \text{ máx. en la colocación del concreto y la } T^{\circ} \text{ mínima registrada)}$$

$$\epsilon : 0.0006 \text{ (Pues nuestra resistencia mínima a la flexo tracción es 3 Mpa)}$$

Valores con los que obtuvimos:

$$\Delta L = 1.48 \text{ mm}$$

Ahora, la mayoría de selladores líquidos tienen un porcentaje de elongación del 20%, por lo que escogeremos asfalto para sellar las juntas transversales.

Sea:

X = Ancho de corte para el sello de junta.

$$0.2 \times X = 1.48 \text{ mm}$$

$$X = 7.4 \text{ mm}$$

Por lo tanto:

X= 8 mm (Por fines constructivos).

Juntas Longitudinales

Pasadores

Para el diseño de los pasadores de las juntas longitudinales, usaremos el siguiente cuadro:

Tabla 23.

Barras para juntas longitudinales

Espesor de Losa (mm)	Tamaño de Varilla (cm) Diám. X Long.	Distancia de la Junta al Extremo Libre	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27x66	@76 cm	@76 cm
160	1.27x69	@76 cm	@76 cm
170	1.27x70	@76 cm	@76 cm
180	1.27x71	@ 76 cm	@76 cm

Propia Fuente: Base de datos del propio investigador, Junio – 2020

Descripción: en la tabla 23 se observa las dimensiones de las barras longitudinales según espesores de losa.

Por lo tanto:

Para las juntas longitudinales de construcción, usaremos dowels de acero corrugado de $\varnothing=1/2"$ de L=0.66m @0.76m. Además se realizará con el procedimiento indicado por el manual de carreteras, el cual dice, que se debe de realizar un corte hasta la tercera parte del espesor de la losa, con un disco de corte de 3mm.

Caja de Sello

Se usará el mismo espesor, calculado de manera general, X=8 mm.

V. DISCUSIÓN

Para poder llegar a este capítulo se hizo las comparaciones respectivas con los objetivos y los trabajos previos, es así que se inicia con el objetivo general de nuestra investigación, el cual fue diseñar el pavimento rígido, para el mejoramiento de la transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha.

Con respecto al objetivo general, obtuvimos los siguientes resultados, descritos de manera general, y los cuáles serán profundizados de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

Para realizar nuestro estudio y diseño, tomamos como referente la trocha existente tomada desde el punto de desvío hacia el mismo centro poblado de Shansha, hasta una extensión de 300 metros aproximadamente pasada su plaza principal, contando en total con 1.12 Km lineales de carretera a diseñar. Dados los datos del terreno y la longitud del mismo correspondería el diseño de un pavimento flexible; sin embargo, es debido a factores climatológicos, cercanía urbana y factores socio – económicos, observables a simple vista, pues Huaraz tiende a crecer hacia esa zona, es que, es recomendable y aceptable ejecutar un pavimento rígido para dicho tramo. Se desarrolló el diseño del pavimento rígido, con el método AASHTO 93 y teniendo en cuenta además los Manuales de Carreteras del Gobierno Peruano, obteniendo como resultados los siguientes espesores estructurales: la superficie de rodadura o losa de concreto tiene como espesor un valor de 15 cm, y un espesor de sub base granular equivalente a 15 cm, cabe recalcar que por las características del suelo y su valor CBR, no era necesario colocar una sub base ni un sistema de drenaje, sin embargo, se coloca la sub base para que tenga la función principal de drenar las aguas provenientes de las lluvias, a través de la filtración de la capa de rodadura hacia esta, y posteriormente hacia la sub rasante, dicha operación se hizo, como medida preventiva de drenaje, pues ya que debido a las características del suelo, no era necesario uno, se le consideró para tenerlo como un parámetro de seguridad y una medida de contingencia de drenaje de aguas, por éstos motivos, también se le dio una pendiente de inclinación transversal de 2%, como medida de drenaje pluvial, y

se debe considerar, de acuerdo a ésta propuesta, una inclinación transversal de 2% también en las bermas, para que el agua no tienda a inundar la pista. Las medidas obtenidas concuerdan con el expediente técnico “Mejoramiento del Servicio de transitabilidad del Centro Poblado de Shansha, Distrito de Huaraz – Huaraz – Áncash”, 2019, pues, en dicho expediente se obtuvo un espesor de 20 cm y una sub base de 15 cm, además que tampoco consideraron el diseño de ningún drenaje, a excepción del uso de una sub base con tal fin, concordando con nuestra investigación y las medidas planteadas en éste. Con respecto al diseño de juntas, se usaron los criterios que se plantean en el manual de carreteras, obteniendo como valores que para las juntas de construcción transversal se usarán pasadores de acero liso de $\varnothing=1"$ de $L=0.41m @0.30m$. Con un corte para la caja de sello de 8mm; y, para las juntas longitudinales se determinó que se iban a usar dowells de acero corrugado de $\varnothing=1/2"$ de $L=0.66m @0.76m$, con un ancho para la caja de sello de 8 mm. Para determinar éstos anchos, se asumió que el sellado de juntas se iba a realizar con asfalto líquido.

Además, coincidimos con el autor, Apriyatno (2015), que dice que, es mejor realizar el diseño de un pavimento rígido sobre uno flexible, siempre y cuando el espesor de la capa de rodadura no sea muy grande, pues también hay que tener en cuenta el factor económico, y siendo mucho más económico a largo plazo los pavimentos rígidos. Concordamos con los autores Walubita, Nyamuhokya, Romanoschi, Xiaodi y Souliman (2017), que mencionan que un pavimento rígido, consta de tres capas de superficie, las cuáles son la sub rasante, la sub base y la losa de concreto; espesores con los cuáles diseñamos nuestro pavimento.

De acuerdo al primer objetivo específico se hizo el levantamiento topográfico. El análisis se realizó con DATUM WGS-84, el cual rige el sistema en nuestro país, según resolución jefatura N° 079-2006-ING-OAJ-DGC. El área del proyecto presenta pendientes que varían entre los 0.08% y 41.73%, lo que corresponde a un tipo de terreno escarpado. También a ello se le suma el clima que presenta la zona en estudio es tropical con una templado- frío que varía entre 5°C a 22°C. Para realizar el levantamiento se utilizó, una estación

total marca Leyca, un GPS y dos radios comunicadores con pilas recargables, los cuáles fueron muy útiles para realizar dicha actividad. Se pudo obtener, que la longitud exacta del tramo de vía a analizar es de 1.12 kilómetros, proyectados desde la desviación de la carretera Huaraz – Cátac que permite llegar a Shansha, hasta aproximadamente 300 metros pasando la plaza del mismo centro poblado. Se tomaron, los puntos respectivos y se hizo el plano de planta y de perfil longitudinal de la vía, cumpliendo con los requisitos demandados por el objetivo y quedando conformes con el mismo

Como segundo objetivo específico realizamos el estudio de tráfico, para lo cual tomamos el conteo vehicular del estudio de pre inversión pública de la Municipalidad Provincial de Huaraz, el cual lleva por nombre “Mejoramiento del servicio de transitabilidad de la calle principal del Centro Poblado de Shansha, distrito de Huaraz – Huaraz - Áncash”, conteo que fue realizado en Diciembre del 2018, y el cuál proyectamos hasta nuestros días con métodos estadísticos válidos en todo diseño de pavimentos. Cabe recalcar, que tomamos dichos datos, ya que, al momento de ejecutar ésta tesis, nuestro país pasaba por un momento de confinamiento nacional, razón por lo que se nos era imposible realizar el conteo, ya que también, no nos hubiera arrojado valores normales, pues la situación es muy inusual y no hubiera tenido validez dicho conteo. Pues coincidimos con lo dicho por el autor Condori (2013), en decir que hay que realizar un estudio de tráfico adecuado y de modo cuidadoso, además que se debe realizar en un lugar donde transiten la mayor cantidad de vehículos. Sin embargo, si realizábamos el conteo en pleno confinamiento, nuestros valores no hubieran reflejado la cantidad real en un caso normal de carros que transcurren por la vía. Independientemente que los pobladores de dicha zona no hubieran permitido el ingreso de personas foráneas al centro poblado además de no poder conseguir un lugar donde pernoctar para contabilizar los 7 días requeridos y especificados según la norma.

No coincidimos con Prado (2016) el cual en su investigación manifiesta que el factor más importante para ser tomado en cuenta es qué inversión será mayor al comienzo, pues es de conocimiento popular, que el coste de construcción

de un pavimento rígido es superior al de un pavimento flexible; sin embargo, a largo plazo es más económico un pavimento rígido sobre uno flexible, según expone Apriyatno (2015), en su investigación. Hecho que es reforzado por Chávez (2018), el cual concluye en su tesis para obtener el grado de ingeniero civil que los pavimentos rígidos son más durables que los flexibles, pero que el costo de construcción inmediato de los pavimentos flexibles es menor que el de los rígidos.

El estudio sobre el tráfico, permitió determinar el IMD que corresponde a 66 vehículos por día; además en la zona aproximadamente transitan 96.30% de vehículos ligeros y 3.70% son vehículos pesados, del total de vehículos contabilizados. El conteo realizado en el expediente se hizo por el lapso de 24 horas durante un tiempo de 7 días, los cuáles se realizaron en Diciembre del 2018, el cual está contemplado según el manual de carreteras del ministerio de transportes y comunicaciones, pues es suficiente contar dos días laborables de la semana el tráfico vehicular y especialmente en las horas de mayor tráfico en la zona, a menos que existan factores externos que según el especialista que diseñe el pavimento sea necesaria un conteo más específico, el cual no es el caso, pero ya que se realizó un estudio más minucioso en ese expediente, decidimos tomarlo como un referente válido. Debido a que el conteo se realizó en esa fecha se usaron los factores de corrección y datos válidos dados por el INEI hasta esa fecha, siendo éstos, los factores de corrección estacional tomados del peaje de Cátac para vehículos ligeros y pesados. Con los cuáles se obtuvo un índice Medio Diario de 66 vehículos por día. Se usaron los factores de crecimiento de Flujo vehicular, establecidos para el mes de Diciembre del 2018, los cuáles fueron sacados del INEI, los cuáles se colocaron respectivamente como factores de crecimiento de vehículos ligeros y pesados, los cuáles arrojaron cómo factores de crecimiento 7% para vehículos ligeros y 2.9% para vehículos pesados, para vehículos pesados de carga de 3 a 7 ejes de 4.4% pesados respectivamente, Como último paso, se procedió a calcular el ESAL de diseño, usando los coeficientes de carga para tipos de vehículos establecidos en el MTC, el cual nos dio un valor de 444,677.17 de ejes equivalentes para un período de

diseño de 20 años.

En concordancia con Intini, Berloco, Colonna y Ranieri (2020), los cuáles mencionan que existen varias incertidumbres al diseñar pavimentos, y que pueden terminar en una determinación inapropiada del grosor de las capas, es que se extrae un conteo vehicular de una fuente confiable, como lo es un estudio de pre – inversión; concordando también con lo expresado por GUOYANG Lu et al (2019), que mencionan que para volúmenes de tráfico en constante aumento, se requieren diseños precisos para garantizar una vida útil óptima del pavimento. Hecho por el que se escogió dicho conteo vehicular en combinación con el método AASHTO 93, pues es un método mundialmente utilizado y válido para diseño de carreteras con gran precisión.

Como tercer objetivo específico tenemos realizar el estudio de mecánica de suelos para ello el siguiente autor nos manifiesta lo siguiente Según García (2015), en su proyecto de investigación, diseño de pavimento en la habilitación urbana las dunas de Lambayeque en la Universidad Pedro Ruiz Gallo, nos indica que de su ensayo de mecánica de suelos se obtuvo dos clases de suelo: ML (arenas finas –limos o arcillosas), CL (arcillosos), llegando a obtener redimensionamiento de estructura de 0.40 m, con la metodología de NAASRA, obteniendo un ancho de superficie de la sub-base de aproximadamente 0.20 m, con un espesor de base de la estructura donde se apoya el pavimento de aproximadamente 0.15 m y un espesor de carpeta asfáltica de aproximadamente 0.15 m también. Motivo por el cual coincidimos con él, en la materia que es muy importante realizar un adecuado estudio de suelos para obtener, espesores de diseño acorde a la realidad objetiva de estudio.

De los análisis de mecánica de suelos que se realizaron en el laboratorio GEOSTRUCT se llegó a obtener un CBR crítico de sub rasante de 39%, el cual fue observado en la tercera calicata, pues las demás superan dicho valor, además se obtuvo una clasificación de vía local de suelo correspondiente a GC (gravas arcillosas con arena) según la clasificación SUCS, Relacionado con los criterios del MTC el suelo es catalogado como excelente en su capacidad de carga a nivel de la sub-rasante. Motivo por el cual, no se

considera necesario hacer el tratamiento de estabilización de suelos, ni tampoco sería necesario colocar una sub base, sin embargo, ya que no se considerará el diseño de un sistema de drenaje de aguas, se colocará una sub base granular de 15 cm de espesor, asumido, con una pendiente mínima transversal del 2%, con el objetivo principal de mejorar la capacidad drenadora del suelo, cosa que no es necesaria, pero que fue colocada a nuestro criterio con el objetivo de tener una contingencia en casos excepcionales por factores ambientales.

Como cuarto objetivo, se planteó determinar los espesores de los componentes del pavimento, para lo cual utilizamos la ecuación AASHTO 93 para diseño de pavimentos rígidos, el cual nos arrojó un espesor de 14 cm, pero dado que la norma establece un valor mínimo de 15 cm de espesor de capa de rodadura, se usará dicho valor mínimo admisible. Además, se propone usar 15 cm como capa de sub base de CBR mínimo 40%, y compactado al 100% M.D.S.

También se usarán juntas longitudinales y transversales según lo especificado en los resultados.

Valores que se contrastan con lo planteado en el Expediente Técnico “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad de la Calle Principal del Centro Poblado de Shansha, distrito de Huaraz – Huaraz – Áncash”, el cual fue aprobado por la Sub Gerencia de Estudios e Ingeniería de la Municipalidad Provincial de Huaraz”, cuyos valores fueron de 20 cm de capa de rodadura y 15 cm de sub base, además de usar un espaciamiento de juntas parecido a nuestro proyecto, coincidiendo en al menos un 80% en las medidas del pavimento. Cabe mencionar, que el campo de acción de dicho expediente es más pequeño que el abarcado por la presente investigación; sin embargo, nuestra investigación también abarca ese trayecto proyectado en dicho expediente, por lo que se podría decir, que dicho proyecto, aprobado por especialistas, sirve de aval y concordancia con nuestro proyecto.

Esto quiere decir, que en la praxis, el método AASHTO 93 abarca mayores variables y es más efectivo que otros métodos dados para el diseño de pavimentos rígidos, pues, al ser usado para una obra que se realizará en un

espacio y tiempo reales, da credibilidad de su uso, motivo por el que estamos en concordancia y correlación por lo dicho por Fernandes, Specht, Da Silva y Teixeira, que compararon el método AASHTO 93 con el método SisPaBR, resultando que el método AASHTO produce como resultado espesores de capas mayores, debido a ser más cauteloso y abarcar mayores variables que el otro método especificado.

VI. CONCLUSIONES

Primero: Se realizó el levantamiento topográfico y con ello el perfil longitudinal; además se realizó el levantamiento de coordenadas tomando la información necesaria como las cotas de la carretera y las (estructuras existentes) hasta llegar a los BMs, monumentados a utilizar utilizados para los levantamientos que sirvieron para el diseño del estudio, se utilizó estación total LEYCA modelo T S02 POWER 7" con sus respectivas prismas y herramientas complementarias.

Segundo: Del diseño del estudio de tráfico concluimos que el IMD fue de 66 vehículos para el año 2018, año en que se hizo el conteo de tráfico vehicular, pero el dato fue proyectado hasta nuestros días, a través de las tasas de crecimiento dadas por el INEI para diciembre del 2018, las cuáles fueron de 7% para vehículos ligeros, 2.9% para vehículos pesados y 4.4% para vehículos pesados de 3 a 7 ejes, obteniendo para Junio del 2020, un IMD de 86 vehículos por día, luego se procedió a calcular a calcular el IMD al 2040, para un período de diseño de 20 años, el cual asciende 322 vehículos por día. Posteriormente, se usaron los factores de ejes equivalentes establecidas por el MTC, y se calculó el número de ejes equivalentes de 8.2Tn durante todo el período de diseño, el cual asciende a 222308.59 ESAL'S.

Tercero: Del estudio de suelo realizado, como son las muestras extraídas de las 4 calicatas de una profundidad (1.50m), que fueron dirigidas a las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos se determinó que el tipo de suelo de las 4 calicatas según la clasificación SUCS es grava arcillosa con arena (GC), el limite liquido mayor fue 28.60% registrada en la calicata n°2 y el menor registro del 26.06% mostrada en la calicata n° 01 y el limite plástico mayor fue de 12.76% mostrada en la calicata N°2 y el menor fue de 9.33% en la calicata 1; su índice de plasticidad oscila entre 16.73 (C1) y 14.66% (C3) , mostrando una humedad

natural promedio 8.33%. Los CBR se encuentran especificados en los resultados, pero cabe recalcar que estamos usando el valor crítico de CBR=39% al 100% P.V.S.M.

Cuarto: El diseño del pavimento rígido se realizó utilizando la metodología AASHTO 93 llegando a determinar que las dimensiones de dicho pavimento son de 15 cm de losa de concreto, con una resistencia de 210 kg/cm², una sub base de material granular de 15cm con un CBR mínimo establecido del 40% al 100% de la máxima densidad seca, paños de 2.25m de longitud por un ancho variable, el cual en promedio es de 2m de ancho, cuya sección transversal será de 2%, con bermas de concreto hidráulico sin pasadores, inclinadas 2% hacia el lado del pavimento. Además se colocarán juntas longitudinales con dowels de acero corrugado de Ø=1/2" de L=0.66m @0.76m. Cuya caja de sellado tendrá un espesor de 10mm, y las juntas transversales tendrán pasadores de acero liso de Ø=1" de L=0.41m @0.30m, cuyas cajas de sellado tendrán un ancho de 8 mm . Además serán selladas con asfalto líquido.

VII. RECOMENDACIONES

Primero: Se dé conocimiento a las autoridades pertinentes que el presente proyecto de investigación, puede contribuir con el plan estratégico originado de acuerdo a las necesidades de la población en mención, y compartir criterios con los demás centros poblados o comunidades adyacentes que busquen tener una mejor transitabilidad dentro de las carreteras o trochas que unan sus localidades, generando progreso para sus comunidades, sirviendo nuestra investigación como un antecedente y/o referente para que se pueda dar inicio de un proyecto de inversión y posteriormente se ejecute una obra específica. Teniendo en cuenta, que los parámetros, las leyes y manuales de carreteras, están en constante cambio y por ello, se deben verificar éstos antes de la posible aplicación, si se diera, de esta tesis.

Segundo: Se recomienda que el centro poblado de Shansha conjuntamente con su población y los encargados respectivos; realicen los trámites para que haga ingresar el proyecto a la unidad formuladora para la posterior ejecución de dicho proyecto, porque es de mucha importancia para el progreso del centro poblado. Realizar los cálculos y toma de datos con cautela ya que éstos podrían cambiar el resultado final de cada ensayo y diferenciarse mucho de la realidad. Lo ideal es volver a comprobar los datos por lo menos dos veces.

Tercero: se recomienda volver a realizar un estudio de tráfico, en una situación “normal” actual, para tener datos actuales y verídicos del conteo, y no sólo tener los datos proyectados tomados en ésta investigación, ya que es fundamental para el diseño del pavimento.

Cuarto: Con respecto a los trabajos previos, se necesita verificar los resultados, para comprobar si son distintos a nuestra investigación, y así se pueda llegar a complementar mejor los resultados que se buscan para tener un mejor diseño de pavimento rígido y que dicha obra pueda tener una durabilidad

máxima y no se deteriore en un periodo no indicado.

REFERENCIAS

- GALEANO, Jesús y LEÓN, Jean. Propuesta de diseño para la construcción de pavimento rígido para la carrera 28 entre calle 2 barrio 1 de mayo Ocaña norte de Santander. Tesis (Título de Tecnólogo en Obras Civiles). Norte de Santander: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Disponible en <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1012>
- The Impact of Heavy Vehicle Traffic Trends on the Overdesign of Flexible Asphalt Pavements por INTINI, Paolo [et al]. MDPI [en línea]. Marzo 2020. [Fecha de Consulta: 09 de Mayo del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su12072688> ISSN: 2071-1050
- Comparison of Mechanical Responses of Asphalt Mixtures under Uniform and Non-Uniform Loads Using Microscale Finite Element Simulation por LU, Guoyang[et al].MDPI [en línea]. Septiembre 2019. [Fecha de Consulta: 09 de Mayo del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ma12193058> ISSN: 1996-1944
- Fatigue Evaluation of Recycled Asphalt Mixture Based on Energy-Controlled Mode por MA, Tao [et al]. Hindawi [en línea]. Septiembre 2017. [Fecha de Consulta: 09 de Mayo del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2017/3623658> ISSN: 1687-8434
- Comparisons of Faulting-Based Pavement Performance Prediction Models por WANG, Weina[et al]. Hindawi Limited [en línea]. Septiembre 2017. [Fecha de Consulta: 09 de Mayo del 2020]. Disponible en [10.1155/2017/6845215](https://doi.org/10.1155/2017/6845215) ISSN: 1687-8442
- Comparativo de Projeto de Pavimentos Flexíveis através Métodos de Dimensionamiento do Brasil e da AASHTO por DAMBROS, Wagner[et al]. Faculdade Meridional IMED[en línea]. 2018. [Fecha de Consulta: 08 de Mayo del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.18256/2358-6508.2018.v5i2.2234> ISSN: 2358-6508

- BEJARANO, Andrés y LOZANO, Juan. Estudios y diseños de la spa estructura de pavimento para la vía ubicada en la calle 10 en el municipio de Acacias – Meta. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2020. Disponible en <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21698>
- Uji Komparasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Kaku Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus Proyek Kbk Peningkatan Jalan Nasional Banyumanik Bawen) por APRIYATNO, Totok. Universitas Negeri Semarang [*en línea*]. 2015. [Fecha de consulta: 07 de Mayo del 2020]. Disponible en <https://doaj.org/article/7b77bd9c42e84b6ebcaff413057fb709> ISSN: 2503-1899
- A Mechanistic – Empirical Impact Analysis of Different Truck Configurations On a Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP) por WALUBITA [*et al*]. Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering[*en línea*]. Abril 2017, n° 41. [Fecha de Consulta 06 de Mayo del 2020]. Disponible en 10.14311/CEJ.2017.04.0041 ISSN: 1805-2576
- Asociación de Productores de Cemento. Ing. Juan Carlos Mori. 21 de septiembre del 2016. Disponible en <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>
- CONDORI, Rene. Mejoramiento de la Infraestructura Vial Urbana en la Urbanización Chacarilla Del Lago N° 02 de la Ciudad de Puno, Provincia de Puno – Puno. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2013.
- YUCRA, José. Estudio Definitivo para el Mejoramiento de Pistas y Veredas de los Jirones Ramón Castilla, Lambayeque y Pasaje San Miguel de la Ciudad de Ilave. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2011. Disponible en http://biblioteca.unap.edu.pe/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=63103
- GARCÍA, Javier. Diseño de pavimentación en la habilitación urbana las dunas de Lambayeque. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil) Lambayeque: Universidad

Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015. Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/327>

CHAVEZ, Alexander. Análisis comparativo entre el pavimento flexible y pavimento rígido en el tramo Mullaca a Chavín. Huaraz – 2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil) Huaraz: Universidad César Vallejo. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25965>

CARRIÓN, Juan [et al]. Factores que generan fisuras en los principales pavimentos rígidos de la Urbanización Paseo del Mar, Ciudad de Nuevo Chimbote – 2018. Tesis (Grado de Bachiller). Chimbote: Universidad César Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33764>

DISEÑO. *En*: Real Academia Española. 23.^a ed. [en línea]. 2014. Disponible en: <https://dle.rae.es/dise%C3%B1o>

DESIGN. *En*: Merriam-Webster.com Dictionary. [Fecha de Consulta: 05 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/design#:~:text=English%20Language%20Learners%20Definition%20of%20design&text=%3A%20the%20way%20something%20has%20been,machine%2C%20book%2C%20etc.>)

What is the Engineering Design Process? [en línea]. Reino Unido. Science buddies.org. [Fecha de consulta: 05 de Mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/engineering-design-process/engineering-design-process-steps>

Structural Design Concepts.[en línea]. Estados Unidos. Danteengineering.com. [Fecha de consulta: 06 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.danteengineering.com/blog/structural-design-concepts>

MELI, Roberto. Diseño Estructural. Segunda Edición. México. LIMUSA, NORIEGA EDITORES. 2001. 596 pp. ISBN: 9789681853914

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. “Glosario de Términos” de uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial. R.D. N°02-2018-MTC/14. 2018. Lima: 2018. 23 pp.

- DWI, Jati y SETIADJI, Bagus y AGUNG, Mohammad. Investigating causal factors of road damage: a case study. *Edosciences* [en línea]. 25 de Enero del 2019, n° 258. [Fecha de Consulta: 08 de Mayo del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201925802007> ISSN: 2261-236X
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. R.D. N°10-2014-MTC/14. Lima: 2014. 301 pp.
- Pavimentos Rígidos.[Mensaje en un blog]. Venezuela. Ing. Oswaldo D. Centeno. (20 de Abril del 2010). [Fecha de Consulta: 19 de junio del 2020]. Disponible en: <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/>
- SAWANT, V y NORAZZLINA,M. FLEXURAL STRESS ANALYSIS OF RIGID PAVEMENTS USING AXI-SYMMETRIC AND PLANE STRAIN FEM. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*. 16 de Noviembre del 2017, vol 24, n° 4. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2020]. Disponible en: 10.29037/ajstd.218 ISSN: 2224-9028
- Pavimentos Urbanos de Hormigón en Argentina*[en línea]. Argentina. Diego CALO. 21 de Octubre del 2015. [Fecha de consulta: 11 de Mayo del 2020]. Disponible en: https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/3_Diego_Calo-Pavimentos_urbanos_de_hormigon_en_arg.pdf
- RENGIFO, Kimiko. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (Km 188 a 189). Tesis (Título en Ingeniería Civil) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2015. 91 pp.
- PRAHARA, Eduardi y SUNARSA, Andika. Perencanaan dan Analisis Biaya Investasi antara Perkerasan Kaku dengan Perkerasan Lentur pada Jalur Trans Jakarta Busway: Studi Kasus pada Trans Jakarta Busway Koridor 8 antara Halte Pondok Indah 2 hingga Halte Permata Hijau. *Binus University*[en línea]. 2012, vol 3, n°2. [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2020]. Disponible en: <https://journal.binus.ac.id/index.php/comtech/article/view/2334> ISSN: 2476-907X

- VIVAR, German. Diseño y Construcción de Pavimentos. 2^{da} edición. Lima. CIP, 1995. 297 pp.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de edificaciones, 2014. Lima: 2019. 703 pp.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E.060 – Estructuras – Concreto Armado. Lima: 2019. 97 pp.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma CE.010 – Componentes Estructurales – Pavimentos Urbanos, 2019. Lima: 2019. 32 pp.
- ROEL, Karla. Diseño del pavimento de un aeropuerto internacional de Pisco. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil).Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de ciencias e ingeniería. 28 de febrero del 2018. 100pp
- MONTALVO, Marco. Pavimentos Rígidos Reforzados con fibras de acero versus Pavimentos Tradicionales. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de ciencias e ingeniería. Mayo del 2015. 101 pp.
- LUNA, David. Diseño Estructural del Pavimento Rígido para el Mejoramiento de las Obras Viales Yauli-Oroya, 2016. Tesis (Magister en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de empresas de la Construcción).Perú: 2018. 114 pp.
- PEÑALOZA, Jhon. Análisis y mejora de la carretera M-607 tramo Colmenar Viejo – Cerceda, Madrid. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: 2017. 91 pp.
- CASTILLO, Noemi. Diseño del pavimento para el mejoramiento de la transitabilidad vial entre los jirones Helmes y Ortiz – Los Olivos, 2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Callao: 2018. 168 pp.
- VEGA, Daniel. Diseño de los Pavimentos de la Carretera de Acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (Km 1+000 a 2+000). Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: 2018. 117 pp.
- SALAZAR, Rubén. Mejoramiento de suelos arenosos mediante el uso de columnas de grava. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: 2017.

- ZAMORA, Juan. Optimización de Tratamientos de Suelos Blandos Bajo Terraplenes. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil) Lima: 2015. 86 pp.
- VÁSQUEZ, Melvin. Pavimentos no tradicionales para carreteras de selva baja con bajo volumen de tránsito, aplicación: Carretera Contamana – Aguas Calientes, Loreto. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: 2010.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Batista, María del Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. 6^{ta} edición. México: Mc Graw Hill, 2014. [Fecha de consulta: 04 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISBN: 978-1-4562-2396-0
- AVILA, Héctor. Introducción a la Metodología de la Investigación [en línea]. Edición electrónica. México: eumed.net, 2006. [Fecha de Consulta: 08 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/INTRODUCCION%20A%20LA%20METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf> ISBN: 84-690-1999-6
- DE CANALES, Francisca; DE ALVARADO, Eva y Pineda, Beatriz. Metodología de la Investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud. 2^{da}. Edición. Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud, 1994. [Fecha de Consulta: 02 de Mayo del 2020]. Disponible en: <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20Manual%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Personal%20de%20Salud.pdf> ISBN: 92-75-32135-3
- LÓPEZ, Pedro. Población, muestra y muestreo. Punto Cero [en línea]. Vol. 09, n°08. 2004. [Fecha de consulta: 02 de mayo del 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=La%20muestra%20y%20el%20muestreo,a\)%20Poblaci%C3%B3n.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=La%20muestra%20y%20el%20muestreo,a)%20Poblaci%C3%B3n.) ISSN: 1815-0276

ANEXOS

Anexo. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño estructural de un Pavimento Rígido	<p>“Está referido fundamentalmente al cálculo de los espesores de las diferentes capas que conforman los pavimentos de concreto de cemento Portland”</p> <p>– “Diseño y construcción de Pavimentos – Germán Vivar Romero-2da Edición”</p>	<p>Consiste en hallar los espesores de las capas que conforman un pavimento rígido, basado en parámetros establecidos y comprobados, los cuáles garantizan el correcto funcionamiento y la calidad de un pavimento rígido”</p>	<p>Manuales y Normas para el Diseño Estructural de Pavimentos Rígidos</p>	<p>-Método Aashto 93. De Carreteras. -Reglamento Nacional de Edificaciones.</p>	Intervalo
			<p>Estudios para el Diseño Estructural de Pavimentos Rígidos</p>	<p>- Estudio Topográfico. - Ensayo CBR. - Clasificación de Suelos. - Granulometría. De -Límites Atterberg. -Humedad Natural. - Humedad Óptima.</p>	Intervalo

Anexo. Instrumento de recolección de datos
 Formato de clasificación vehicular (MTC)



FORMATO N° 2

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
 ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		
SENTIDO	CHAVIN	E ←	S →
UBICACIÓN		

ESTACION		
CODIGO DE LA ESTACION	E-1		
DIA Y FECHA	DOMINGO		

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00 - 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
01 - 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
02 - 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
03 - 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
04 - 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05 - 06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06 - 07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07 - 08	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
08 - 09	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
09 - 10	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10 - 11	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
11 - 12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12 - 13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13 - 14	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
14 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15 - 16	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
16 - 17	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
17 - 18	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
18 - 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL	5	4	3	2	3	2			1												20

ENCUESTADOR: _____

JEFE DE BRIGADA: _____

ING. RESPON.: _____

V.B.: _____

Formato de conteo vehicular – Día 1

TRAMO DE LA CARRETERA	CENTRO POBLADO DE SHANSHA
CÓDIGO DE ESTACIÓN	N.A.
ESTACIÓN	0+00

UBICACIÓN	SHANSHA - HUARAZ - ÁNCASH
FECHA	DICIEMBRE DEL 2018

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3 - 1	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00 - 01 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
01 - 02 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
02 - 03 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
03 - 04 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
04 - 05 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
05 - 06 am	ESTE - OESTE	3	3	2		1					1												10	12.345679
	OESTE - ESTE	2	3	2		1				1													9	11.111111
06 - 07 am	ESTE - OESTE		2																				2	2.4691358
	OESTE - ESTE		2																				2	2.4691358
07 - 08 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE		2																				2	2.4691358
08 - 09 am	ESTE - OESTE	2	3																				5	6.1728395
	OESTE - ESTE	1	2																				3	3.7037037
09 - 10 am	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE	1																					1	1.2345679
10 - 11 am	ESTE - OESTE		1																				1	1.2345679
	OESTE - ESTE					1																	1	1.2345679
11 - 12 am	ESTE - OESTE	1	2	1																			4	4.9382716
	OESTE - ESTE	1	1	1																			3	3.7037037
12 - 13 pm	ESTE - OESTE				1																		0	0
	OESTE - ESTE				1																		1	1.2345679
13 - 14 pm	ESTE - OESTE		2																				0	0
	OESTE - ESTE																						2	2.4691358
14 - 15 pm	ESTE - OESTE	2																					0	0
	OESTE - ESTE	2																					2	2.4691358
15 - 16 pm	ESTE - OESTE	2	3			1																	6	7.4074074
	OESTE - ESTE	1	1			2																	4	4.9382716
16 - 17 pm	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
17 - 18 pm	ESTE - OESTE		2	1																			3	3.7037037
	OESTE - ESTE	2	2																				4	4.9382716
18 - 19 pm	ESTE - OESTE	1	2			2																	5	6.1728395
	OESTE - ESTE		2																				2	2.4691358
19 - 20 pm	ESTE - OESTE	1	1			1																	3	3.7037037
	OESTE - ESTE	1	2			1																	4	4.9382716
20 - 21 pm	ESTE - OESTE		2																				2	2.4691358
	OESTE - ESTE																						0	0
21 - 22 pm	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
22 - 23 pm	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
23 - 24 pm	ESTE - OESTE																						0	0
	OESTE - ESTE																						0	0
TOTAL		21	40	8	0	10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	
%		25.925926	49.382716	9.8765432	0	12.345679	0	0	0	2.4691358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	100

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Pág 1 de 7

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRYAN FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCIS
 LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA: 26/05/2020

CERT-200445

PROGRESIV:	-		
CALCATA N°:	001		
MUESTRA N°:	M82/01		
PROFUND. (m):	1.50		
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	100.00%	
	1"	84.70%	
	3/4"	72.61%	
	3/8"	45.14%	
	Nº4	40.49%	
	Nº10	39.38%	
	Nº40	29.96%	
Coef. de Uniformidad Cu	Nº100	27.02%	
	Nº200	25.85%	
		--	
Coef. de Concacidad Cc		--	
	Porcentaje de Material	Grava	51.51%
		arena	22.65%
Finos		25.85%	
Midad de Fraccion Gruesa		37.98%	
Límites de Consistencia	LL	28.08%	
	LP	9.20%	
	IP	16.73%	
Contenido de Humedad Natural		5.37%	
Clasificación SUCS		GC	
Descripcion		Gravas arcillosas con arena	
Clasificación AASHTO		A-2-6(1)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m ³)	2.17
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	6.28

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1863)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	42.63
C.B.R. 85 % P.V.S.M. (%)	36.07

Muestra preparada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 002-96-INDECOPI-CR/ del 27.01.96). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: AGLAÑA HUERTA YORDI BRYAN FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCYS
 LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
 PROPIEDAD: -
 CALICATA N°: C01
 MUESTRA N°: MAB 01
 PROFUNDO. (m): 1.50

FECHA: 26/05/2020

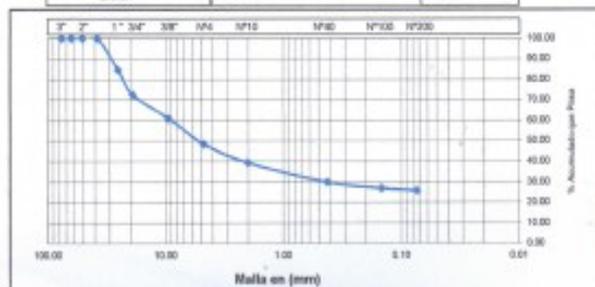
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 209.128

PESO INICIAL SECO (gr) : 3400.00 % Pasa N° 200 : 25.85
 PESO LAVADO SECO (gr) : 2921.20 % Peso Retenido T° (gr) : 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% 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
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	520.30	15.30	15.30	84.70
3/4"	19.050	410.80	12.08	27.39	72.61
3/8"	9.525	290.10	11.47	38.86	61.14
Nº4	4.750	430.00	12.65	51.51	48.49
Nº10	2.000	310.00	9.12	60.62	39.38
Nº40	0.425	320.00	9.41	70.04	29.96
Nº100	0.148	100.00	2.94	72.98	27.02
Nº200	0.074	40.00	1.18	74.15	25.85
TOTAL		2921.20	74.15		--

GRASA ARENA FINOS



Gravas (%) :	51.51	Areña (%) :	22.65	Finos (%) :	25.85
3/0 (mm) :	--	0/30 (mm) :	0.43	0/60 (mm) :	8.95
Coef. Unif. (Cu) :	--			Coef. Conc. (Cc) :	--



CERT-200445



INGENIERO CIVIL
 MSc. CARLOS BARRERO PALMA
 INGENIERO EN INGENIERIA ESTRUCTURAL Y GEOTECNICA



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00678368
RUC N° 10316289552 RNP: C7390 50389686

Página 4 de 7

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAVAN FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCIS

LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALCATA N°: 001

MUESTRA N°: MNB 01

PROFUND. (m): 1.50 FECHA: 26/05/2020

LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO
ASTM D 4318 NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	43.00	41.00	40.00	39.00
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	35.20	34.60	34.30	33.80
Peso frasco (gr)	12.00	12.15	12.40	12.80
Peso del agua (gr)	6.80	6.20	5.70	5.20
Peso Suelo Seco (gr)	24.20	22.65	21.90	21.00
Contenido de Humedad (%)	28.10	27.37	26.03	24.76



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO
ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	20.00	22.00	24.10
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	19.40	21.14	22.81
Peso frasco (gr)	11.00	12.12	11.40
Peso del agua (gr)	0.60	0.86	1.29
Peso Suelo Seco (gr)	8.40	9.02	11.41
Contenido de Humedad (%)	7.14	9.53	11.21

Límite Líquido (L.L.)	26.06
Límite Plástico (L.P.)	9.33
Índice de Plasticidad (I.P.)	16.73



JOHN PASTOR LUIS DOMESTICO SANCHEZ
Ingeniero Civil
Nº de Colegiado: 47866
Médico en Ingeniería Geotécnica



CERT: 200445



Fig 6 de 7

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA-HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCIS
 LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
 PROGRESIVA: -
 CALICATA N°: 001
 MUESTRA N°: MAB 01
 PROFUND. (m): 1.50
 FECHA: 26/05/2020

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR - (ASTM D - 1586 MTC E 532)

Molde	1		2		3	
Capas	8		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	8990.00	13680.00	8908.00	13713.00	8818.00	13400.00
Peso del Molde (gr)	4700.00	9500.00	4713.00	9490.00	4708.00	9480.00
Peso del Suelo Húmedo	4190.00	4180.00	4195.00	4290.00	4110.00	3940.00
Volumen del molde	1894.00		1894.00		1894.00	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.21	2.21	2.21	2.25	2.17	2.06
% de Humedad	3.33	6.21	4.65	7.38	3.41	9.88
Peso Vol Seco (g/cm ³)	2.14	2.08	2.11	2.10	2.10	1.89
Tarro MP	1	2	1	2	1	2
Tarro + Suelo Húmedo	290.40	200.60	200.30	200.30	205.60	215.80
Tarro + Suelo Seco	195.40	191.50	190.40	190.20	200.20	200.30
Peso del Agua	5.00	9.10	6.90	10.70	5.30	15.30
Peso del Tarro	45.10	45.00	45.00	45.20	45.00	45.00
Peso del Suelo Seco	190.30	146.50	146.40	145.00	155.30	155.30
% Humedad	3.33	6.21	4.65	7.38	3.41	9.88
Humedad Promedio (%)	3.33	6.21	4.65	7.38	3.41	9.88

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (kg/cm ²)	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)			
		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²				
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--	--		
0.025		240.50	12.43	--	290.30	10.35	--	150.20	7.76	--	--		
0.050		390.80	20.19	--	320.40	16.55	--	290.30	15.00	--	--		
0.075		450.10	23.26	--	390.40	20.17	--	250.10	12.92	--	--		
0.100	70.30	580.00	29.57	40.63	520.40	26.89	36.25	460.80	25.36	33.76	33.76		
0.200	105.45	860.00	44.43	42.14	810.50	41.88	39.71	720.10	37.21	33.76	33.76		
0.300	135.57	1080.20	55.81	41.78	960.30	49.82	37.15	860.60	46.01	34.45	34.45		
0.400	161.69	1240.30	64.08	39.63	1140.20	58.91	36.40	1080.20	54.78	34.45	34.45		
0.500	182.76	1300.20	70.28	38.45	1260.90	65.15	35.64	1120.60	67.90	34.45	34.45		



HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTAS YORDI BRAUN FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCIS
LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
FECHA: 26/05/2020

CERT:200446

PROGRESION:	-	
CALICATA N°:	032	
MUESTRA N°:	MAS 01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	100.00%
	1"	96.49%
	3/4"	84.90%
	3/8"	73.24%
	N°4	60.47%
	N°10	50.32%
	N°40	40.64%
	N°100	37.90%
	N°200	36.74%
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concandad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	29.52%
	Arena	23.73%
	Finos	36.74%
Mitad de fraccion Gruesa	31.63%	
Lmites de Consistencia	L.L.	28.60%
	L.P.	12.70%
	I.P.	15.60%
Contenido de Humedad Natural	6.33%	
Clasificacion SUCS	GC	
Descripcion	Gravas arcillosas con arena.	
Clasificacion AASH-ITC	A-6(1)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 389.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m ³):	2.16
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%):	7.26

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1863)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%):	39.69
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%):	35.28

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 2002-SE/INDECOP/CIVI del 21.01.06). Este documento no acredita el empleo de materiales analizados, sino de la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



RUC: 14316289652



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00678358
ROC N° 10316289552 RNP: C7390 S0386686

Pág 5 de 7

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANGHA-HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ADOÑA HUERTA YORDI BRAHAN-FIGUEROA COLONIA YAMYR FRANCYS

LUGAR: SHANGHA-HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: 002

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 26/05/2020

CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO
USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557

Golpes / capa : 56 Nº capas : 5.00
P. Martillo (gr) : 4.50 P. molde (kg) : 2620.00

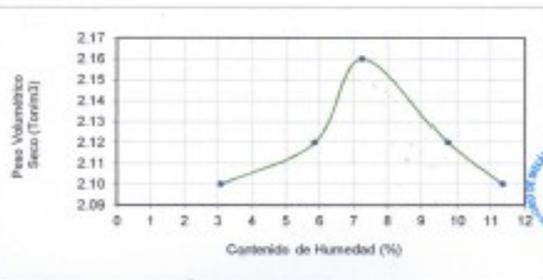
DIMENSIONES DEL MOLDE:
Diámetro (cm) : 15.34 H (cm) : 11.50 Volumen (cm³): 2124.00

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 NTP 399.127

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	140.20	144.00	132.20	162.10	177.20
Peso suelo seco + recipiente (gr)	137.20	140.90	127.20	148.00	155.00
Peso recipiente (gr)	40.00	40.20	40.20	39.20	40.80
Peso del agua (gr)	3	3.1	5.1	6.20	9.20
Peso Suelo Seco (gr)	97.20	100.70	87.20	102.80	127.20
Contenido de Humedad (%)	3.09	3.00	5.85	5.86	7.26

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM BS 1377 NTP 399.139

Cont. De Humedad Promedio	3.09	5.86	7.26	9.73	11.35
Peso suelo + molde (gr)	7493.00	7580.00	7750.00	7760.00	7780.00
Peso molde (gr)	2620.00	2620.00	2620.00	2620.00	2620.00
Peso suelo (gr)	4873.00	4960.00	5130.00	5140.00	5160.00
Peso volumen Húmedo (gr)	2.17	2.34	2.32	2.33	2.34
Peso Volumen Seco (Ton/m ³)	2.10	2.12	2.16	2.13	2.10



Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m ³):	2.16
Contenido de Humedad Óptima (%):	7.26



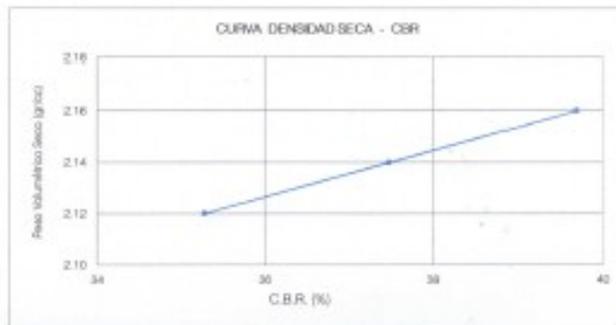
CERT:200446



ESTE PROYECTO FUE REALIZADO POR:
ING. YORDI BRAHAN-FIGUEROA
MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL
Especialidad en Ingeniería Geotécnica y Geología

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANGSHA-HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRIYAN FIGUEROA COLONIA YAMIRY FRANCIS
LUGAR: SHANGSHA-HUARAZ-ANCASH
PROGRESIVA: -
CALICATA N°: 002
MUESTRA N°: MA0 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 26/05/2020



CERT:200446

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	33.89
C.B.R. 85 % P.V.S.M. (%)	31.28

JOSE PROSPER BARBETO PALMA
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Geología

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAYAN-FIGUEROA COLONIA YAMIRI FRANCYS

LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH

FECHA: 26/05/2020

CERT:200447

PROGRESIVA:	-	
CAUCATA N°:	033	
MUESTRA N°:	MA2-11	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	100.00%
	1"	100.00%
	3/4"	86.13%
	3/8"	75.26%
	N°4	64.88%
	N°10	54.71%
	N°40	45.48%
	N°100	43.07%
N°200	41.97%	
Coef. de Uniformidad C _u :	--	
Coef. de Concavidad C _c :	--	
Porcentaje de Material	Grava	35.34%
	arena	32.88%
	Fines	41.97%
Mtad de Fraccion Gruesa	39.01%	
Límites de Consistencia	L.L.	26.25%
	L.P.	11.56%
	LP	14.88%
Contenido de Humedad Natural	8.24%	
Clasificación SUCS	GC	
Descripcion	Grava arcillosa con arena.	
Clasificación AASHTO	A-4(2)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 338.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m ³)	2.15
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	7.10

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

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	26.95
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	34.55

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como unificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0050-86/INDECOPI-OT del 27-01-86). Este documento no cubre el análisis de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ENCUENTRO DE SUELOS

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA YAMIRI FRANCIS
LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
FECHA: 26/05/2020

CERT:200447

PROGRESIVA:	-	
CAUCAIA N°:	023	
MUESTRA N°:	MA2 31	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	100.00%
	1"	100.00%
	3/4"	86.13%
	3/8"	75.26%
	Nº4	64.88%
	Nº10	54.71%
	Nº40	45.48%
Nº100	43.07%	
Nº200	41.97%	
Coef. de Uniformidad C _u :	∞	
Coef. de Concavidad C _c :	∞	
Porcentaje de Material	Grava	35.34%
	Arena	22.68%
	Fino	41.97%
Mitad de Fraccion Gruesa	29.01%	
Límites de Consistencia	L.L.	26.25%
	L.P.	11.58%
	I.P.	14.68%
Contenido de Humedad Natural	8.24%	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Grava arcillosa con arena.	
Clasificación AASHTO	A-6(2)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 338.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m ³):	2.15
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%):	7.10

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

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%):	38.95
C.B.R. 65 % P.V.S.M. (%):	34.33

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-86-URDECOR-CIT del 27.01.86). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.





PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

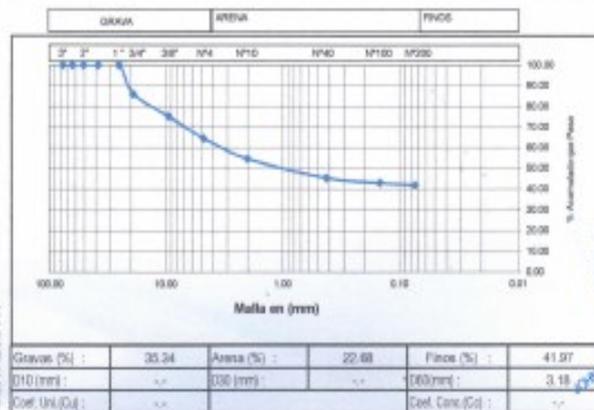
SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA YAMIRY FRANCIS
 LUGAR: SHANSHA HUARAZ ANCASH
 PROGRESIVA: -
 CALICATA N°: C05
 MUESTRA N°: MAB 01
 PROFUND. (m): 1.50
 FECHA: 29/05/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 338.120

PESO INICIAL SECO (gr) : 3880.00 % Pasa N° 200 : 41.97
 PESO LAVADO SECO (gr) : 2125.40 % Peso Retenido 3" (gr) : 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% 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
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	590.40	15.21	15.21	84.79
3/8"	9.525	490.00	12.63	27.84	72.16
Nº4	4.750	390.20	10.05	37.89	62.11
Nº10	2.000	398.20	10.26	48.15	51.85
Nº40	0.425	340.20	8.77	56.92	43.08
Nº100	0.148	88.20	2.27	59.19	40.81
Nº200	0.074	40.20	1.03	60.22	39.78
TOTAL		2125.40	52.19		



CERT-200447



PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRYAN FIGUEROA COLONA YAMY FRANCYS

LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C03

MUESTRA N°: MMB (1)

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 26/05/2020

LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO
ASTM D 4318 NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	34.10	35.00	33.40	34.10
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	29.20	30.10	29.40	29.80
Peso frasco (gr)	12.00	12.40	13.80	12.80
Peso del agua (gr)	4.90	4.90	4.00	4.30
Peso Suelo Seco (gr)	17.20	17.70	15.60	17.00
Contenido de Humedad (%)	28.48	27.88	25.64	25.29



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO
ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	19.40	22.30	20.10
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	19.00	21.80	19.80
Peso frasco (gr)	15.00	15.40	14.20
Peso del agua (gr)	0.40	0.70	0.70
Peso Suelo Seco (gr)	4.00	6.20	5.20
Contenido de Humedad (%)	10.00	11.29	13.46

Límite Líquido (L.L.):	26.25
Límite Plástico (L.P.):	11.58
Índice de Plasticidad (I.P.):	14.66



CERT:200447



IMPRESO EN
INDUSTRIA DE PAPEL
MAY 2020
Muestra en
C/Carretera a Huancayo



Fig 5 de 7

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA-HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: AGLIÑA HUERTA YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA YANIR FRANCIS

LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C03

PROFUND. (m): 1.30

FECHA: 26/05/2020

CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO
USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557

Golpes / capa : 56 Nº capas : 5.00
P. Martillo (gr) : 4.50 P. molde (kg) : 2820.00

DIMENSIONES DEL MOLDE

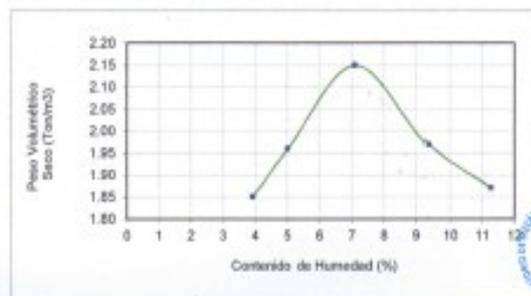
Diámetro (cm) : 15.34 H (cm) : 11.50 Volumen (cm³) : 2124.00

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 NTP 339.127

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	152.30	160.00	140.80	144.20	130.00
Peso suelo seco + recipiente (gr)	148.00	155.50	136.00	139.20	124.04
Peso recipiente (gr)	39.40	40.00	40.40	39.20	39.80
Peso del agua (gr)	4.3	4.5	4.8	5.00	5.96
Peso Suelo Seco (gr)	108.60	115.50	95.60	100.00	84.24
Contenido de Humedad (%)	3.96	3.90	5.02	5.00	7.08

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM BS 1377 NTP 339.139

Cont. De Humedad Promedio	3.93	5.01	7.10	9.34	11.26
Peso suelo + molde (gr)	690.00	720.00	770.00	740.00	720.00
Peso molde (gr)	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00	2820.00
Peso suelo (gr)	408.00	439.00	490.00	458.00	440.00
Peso volumen Húmedo (gr)	1.92	2.08	2.30	2.16	2.09
Peso Volumen Seco (Ton/m ³)	1.86	1.86	2.15	1.97	1.87



CERT:200447

Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m ³):	2.15
Contenido de Humedad Óptima (%):	7.16



Oficina: Jr. Huancan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043503230 - 943048865 - 942916776 - WhatsApp: 943048865 - 942916776

Email: geoestructura@gmail.com - jramos@geoestructura.com - informes@geoestructura.com.pe

www.geoestructura.com.pe



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Laboratorio en Ingeniería Estructural
Laboratorio en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
ROC N° 10316289162 RNP: C7390 50395696

Pág 6 de 7

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANGHA-HUAFRAZ - ANCASH

SOLICITANTE: AGLIA HUERTA YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA YAMYR FRANCIS
LUGAR: SHANGHA-HUAFRAZ-ANCASH
PROGRESIVA: -
CALICATA N°: 003
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 26/05/2020

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASTM D - 1883 MTC E132)

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	8910.00	13680.00	8940.00	13710.00	8930.00	13400.00
Peso del Molde (gr)	4700.00	3500.00	4710.00	9450.00	4700.00	9490.00
Peso del Suelo Húmedo	4210.00	4180.00	4230.00	4260.00	4130.00	3940.00
Volumen del molde	1894.00		1894.00		1894.00	
Peso Vol. Húmedo (g/cm ³)	2.22	2.21	2.23	2.25	2.18	2.08
% de Humedad	3.12	6.02	4.74	6.86	3.16	9.94
Peso Vol Seco (g/cm ³)	2.15	2.08	2.13	2.11	2.11	1.89
Tarro N°	1	2	1	2	1	2
Tarro + Suelo Húmedo	215.10	215.00	215.00	215.40	220.30	230.40
Tarro + Suelo Seco	210.40	206.20	208.00	205.40	215.40	215.00
Peso del Agua	4.70	8.80	7.00	10.00	4.90	15.40
Peso del Tarro	80.00	60.00	60.20	60.00	60.40	60.00
Peso del Suelo Seco	156.40	146.20	147.80	145.40	155.00	155.00
% Humedad	3.12	6.02	4.74	6.86	3.16	9.94
Humedad Promedio (%)	3.12	6.02	4.74	6.86	3.16	9.94

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (kg/cm ²)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	--	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025	300.00	15.30	--	220.00	11.37	--	180.00	9.56	--	--
0.050	390.80	20.19	--	325.00	16.79	--	260.00	13.43	--	--
0.075	440.00	22.73	--	380.00	19.63	--	300.00	15.90	--	--
0.100	70.30	530.00	27.39	38.95	900.00	25.83	36.75	470.10	24.29	34.55
0.200	108.45	770.00	39.76	37.73	730.00	37.72	36.77	690.00	35.95	33.01
0.300	133.57	960.00	49.09	36.75	880.00	45.47	34.04	840.00	43.40	32.49
0.400	161.69	1120.00	57.87	35.79	1080.00	54.77	33.87	1000.00	51.57	31.85
0.500	182.78	1290.00	63.55	34.77	1160.00	59.93	32.79	1070.00	57.92	30.81



CERT:200447



INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
INGENIERO EN INGENIERIA GEOTECNICA
INGENIERO EN INGENIERIA ESTRUCTURAL

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCIS
LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
PROGRESIVA: -
CALICATA N°: 004
MUESTRA N°: MAD 01
PROFUND. (m): 1.50

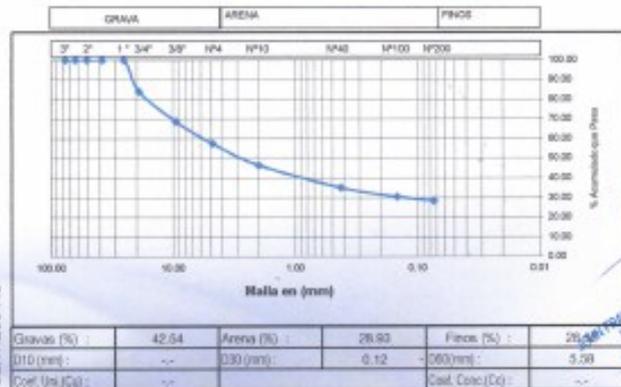
FECHA: 28/05/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 338.126

PESO INICIAL SECO (gr) : 3010.00 % Pasa N° 200 : 28.52
PESO LAVADO SECO (gr) : 2151.40 % Peso Retenido 3" (gr) : 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO DE 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
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	480.20	15.95	15.95	84.05
3/8"	9.525	460.20	15.29	31.24	68.76
N#4	4.750	340.20	11.30	42.54	57.46
N#10	2.000	330.20	10.97	53.51	46.49
N#40	0.425	340.20	11.30	64.82	35.18
N#100	0.149	140.20	4.65	69.48	30.52
N#200	0.074	60.20	2.00	71.48	28.52
TOTAL		2151.40	71.48		--



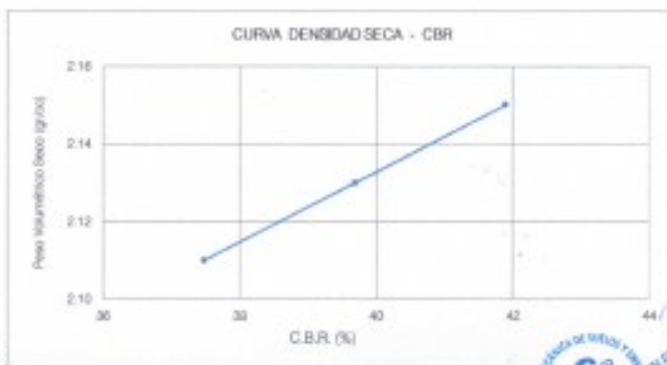
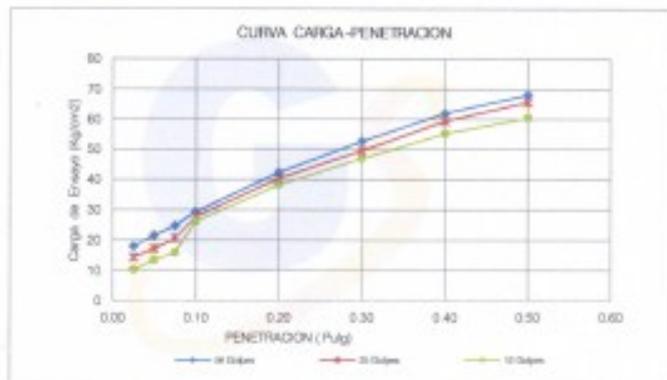
CERT:200448



LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT
ING. YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA
M. Sc. en Ingeniería Civil
M. Sc. en Ingeniería Geotécnica

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA-HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ACUÑA HUERTA YORDI BRAYAN-FIGUEROA COLONIA YAMIR FRANCIS
LUGAR: SHANSHA-HUARAZ-ANCASH
PROGRESIVA: -
CALICATA N°: C04
MUESTRA N°: NAB 01
PROFUND. (m): 1.50
FECHA: 26/05/2020



CERT-200448

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	41.89
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	37.48



FRANCIS HUERTO DE LA
HUERTA
Ingeniero Civil
RUC: 20101010101
Mantenedor de la
Estructura y Calificación

Validación y autorización del estudio de pre inversión y expediente técnico

**Municipalidad Provincial de Huaraz**
Huaraz, Paraíso Natural.

"Año de la universalización de la salud"

20 de Julio del 2020.

CARTA N° 030 - 2020- MPH/GDUR/SGEI/SG/WERC

Srs.
**ACUÑA HUERTA YORDI
FIGUEROA COLONIA FRANCYS**

ASUNTO : VALIDACIÓN DE EXPEDIENTE TECNICO Y PERFIL DE PROYECTO:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CALLE
PRINCIPAL DEL ENTRO POBLADO DE SHANSHA DEL DISTRITO DE
HUARAZ, PROVINCIA DE HUARAZ-DEPARTAMENTO DE ANCASH"

REFERENCIA : RESOLUCIÓN DE ALCALDIA N° 608-2019-MPH-A **EXP: 21724**

La Sub Gerencia de Estudios e Ingeniería y la Oficina de Unidad Formuladora, se da conocimiento que con respecto al estado de emergencia que se está suscitando en nuestro país. Los estudiantes Acuña Huerta Yordi Brayan - Figueroa Colonia Yamyrcy Francys que se encuentran realizando su proyecto de investigación - tesis se le otorga la validación de datos adquiridos del expediente técnico y del estudio de pre-inversión denominado: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CALLE PRINCIPAL DEL ENTRO POBLADO DE SHANSHA DEL DISTRITO DE HUARAZ, PROVINCIA DE HUARAZ-DEPARTAMENTO DE ANCASH", CUI N° 2436005, con fines académicos a utilizar.

Sin otro particular, hago propicio la ocasión de dar la viabilidad del solicitante para muestras de validez del sustento emitido.

Atentamente;


Econ. Rosa L. Paríamachi Rodríguez
RESPONSABLE DE LA UNIDAD FORMULADORA
CEA 238


Ing. Walter E. Revilla Cardón
REG. N° 96194
SUB GERENTE DE ESTUDIOS E INGENIERIA (M)

www.munihuaraz.gob.pe
Av. Luzuriaga N° 734 - Plazo de Armas
Telf. Central (043) 421661
Correo electrónico: munihuaraz2019.2022@gmail.com
Facebook: Municipalidad Provincial de Huaraz 2019-2022

Huaraz
Rumbo al Bicentenario

Ecuación AASHTO 93

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Dónde:

W8.2	Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, a lo largo del periodo de diseño
Z _R	Desviación normal estándar
S ₀	Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.
D	Espesor de la losa de pavimento, en milímetros.
Δ PSI	Diferencia entre el índice de diseño inicial de servicio P ₀ y el índice final de Servicio P _t .
P _t	índice final de servicio
M _r	Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (Método de carga en los tercios de luz).
C _d	Coefficiente de drenaje
J	Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
E _c	Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
K	Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, sub base o sub rasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Gráfico N° 01 Descripción de la fórmula de AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia, extraída del Manual de Carreteras – 2014.

Clasificación de tráfico según el número de ejes equivalentes.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{PX}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{PX}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

Fuente: Extraído del Manual de Carretera, Sección Suelos y Pavimentos – 2014.

Gráfico N° 02 Números de repeticiones acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño

Índices de Serviabilidad.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras – MTC - 2014

Gráfico N° 03 Gráfica de índice de serviabilidad inicial (pi) índice de serviabilidad o terminal (pt), según rango de tráfico.

Correlación de los módulos de reacción con el CBR, según el método AASHTO 93.

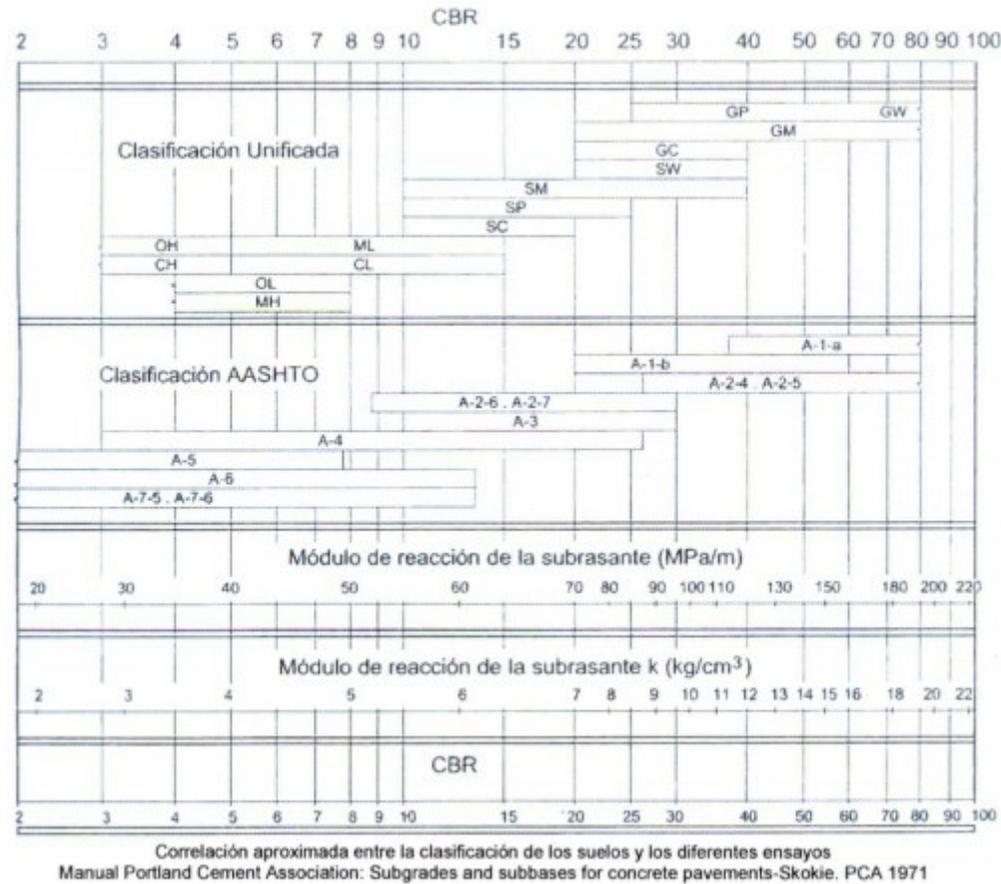
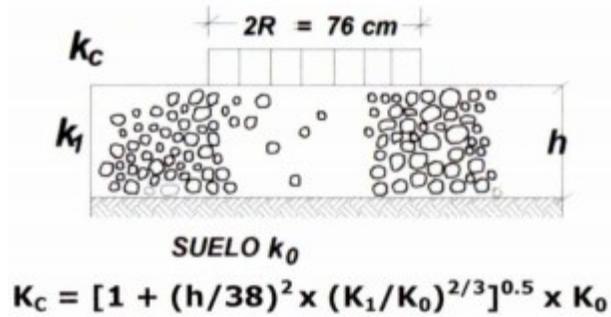


Gráfico N° 04 Correlación de los módulos de reacción con el CBR

Fuente: Extraído del Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos – 2014

Cálculo del coeficiente combinado del suelo.



K_1 (Kg/cm^3)	Coeficiente de reacción de la sub base granular
K_C (Kg/cm^3)	Coeficiente de reacción combinado
K_0 (Kg/cm^3)	Coeficiente de reacción de la sub rasante
H	Espesor de la sub base granular

Gráfico N° 05: Gráfica de la fórmula del coeficiente combinado del suelo

Fuente: Elaboración Propia extraída del manual de suelos, geología, suelos y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos - 2014

Condiciones de drenaje, valores recomendados de resistencia del concreto, valores de transmisión de carga y condiciones de CBR para sub bases granulares.

CBR mínimos recomendados para la SubBase Granular de Pavimentos Rígidos según Intensidad de Tráfico expresado en EE

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

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm)

Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

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

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

Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

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

Condiciones de Drenaje

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

Gráfico N° 06: condiciones de drenaje, valores recomendados de resistencia del concreto, valores de transmisión de carga y condiciones de CBR para sub bases granulares

FUENTE: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos – 2014

ANEXO.

-PERFIL LONGITUDINAL Y PLANO DE PLANTA.

-PLANO DE PLANTA Y UBICACIÓN DE CALICATAS.

-SECCIONES TRANSVERSALES.

-PLANO DE DETALLES DEL PAVIMENTO.

Gráfico N° 07: Perfil Longitudinal y plano de planta

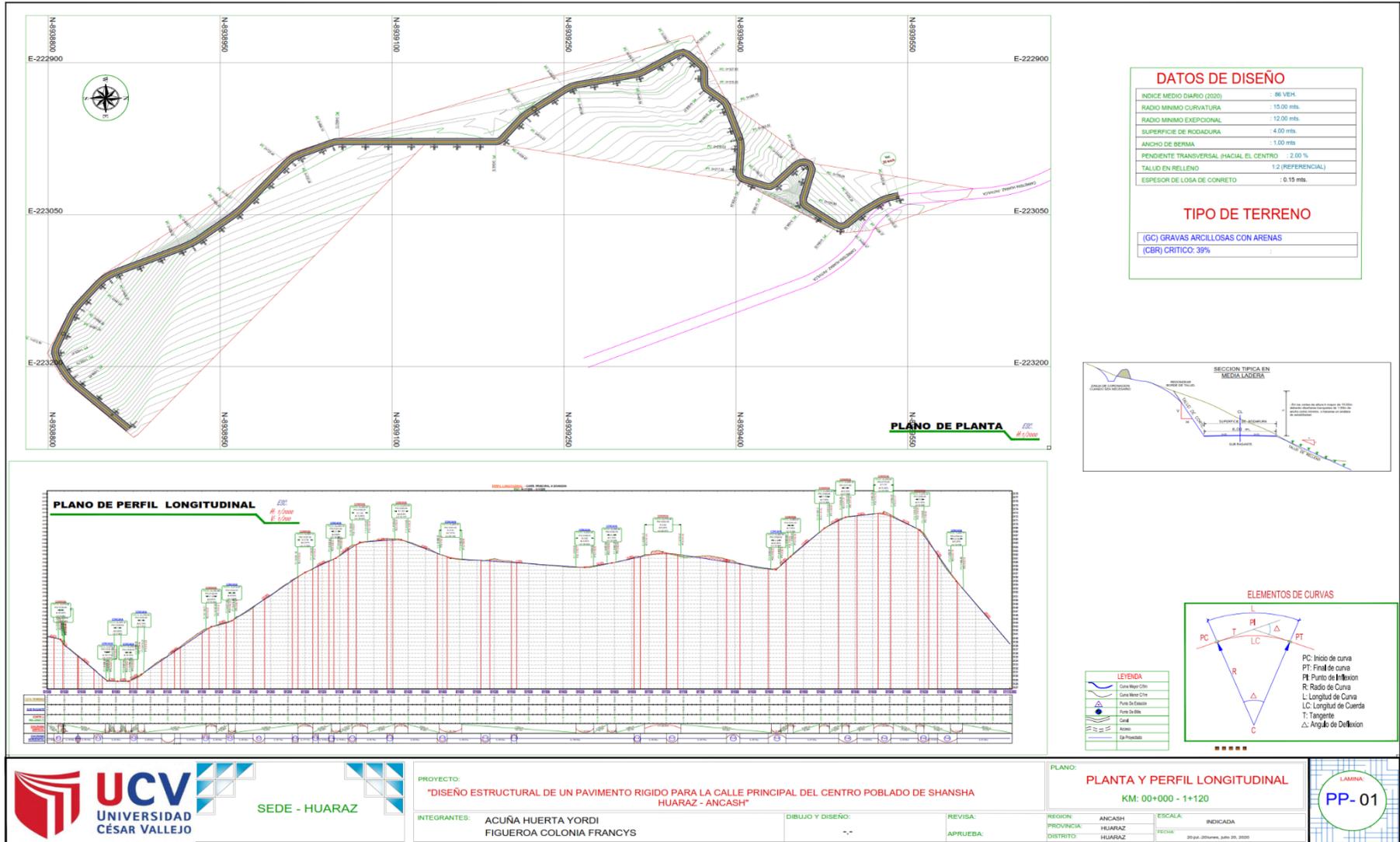
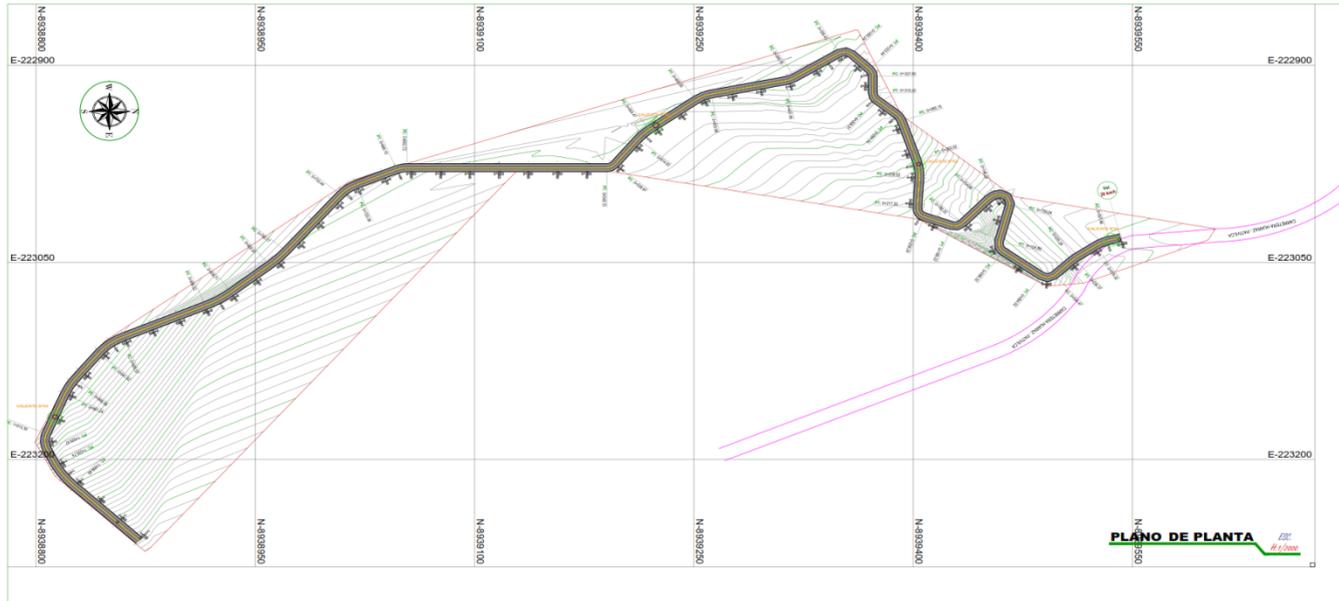
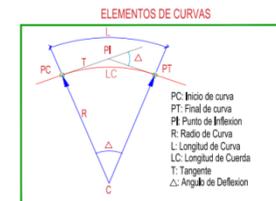


Gráfico N° 08 Plano de Planta y Ubicación de calicatas



LEYENDA

	Curva Tipo
	Curva Meter
	Punto de Estación
	Punto de Intersección
	Punto de Tangencia
	Curva
	Road
	Manhole
	Spot Elevation



CALICATA N° 01

NORTE: 22302,738
 ESTE: 893640,655
 PROFUNDIDAD DE CALICATA: 1,50 M
 DISTANCIA: CADA +0,2

CALICATA N° 02

NORTE: 222975,1667
 ESTE: 893640,3833
 PROFUNDIDAD DE CALICATA: 1,50 M
 DISTANCIA: +250, M

CALICATA N° 03

NORTE: 222945,8699
 ESTE: 893822,9707
 PROFUNDIDAD DE CALICATA: 1,50 M
 DISTANCIA: + 500, M

CALICATA N° 04

NORTE: 223167,2757
 ESTE: 8938813,1307
 PROFUNDIDAD DE CALICATA: 1,50 M
 DISTANCIA: 1,000 m



SEDE - HUARAZ

PROYECTO: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA CALLE PRINCIPAL DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA HUARAZ - ANCASH"

INTEGRANTES: ACUÑA HUERTA YORDI
 FIGUEROA COLONIA FRANCYS

DIBUJO Y DISEÑO: --

REVISIA:
 APRUEBA:

PLANO: CALICATAS
 KM: 00+000 - 1+120

REGION: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ

ESCALA: INDICADA
 FECHA: 20 de Julio del 2016

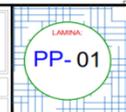


GRÁFICO N° 09: SECCIONES TRANSVERSALES 1



REGION: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ

ESCALA: INDICADA
 FECHA: 29 de Octubre, Año 2020

GRÁFICO N° 10: SECCIONES TRANSVERSALES 2

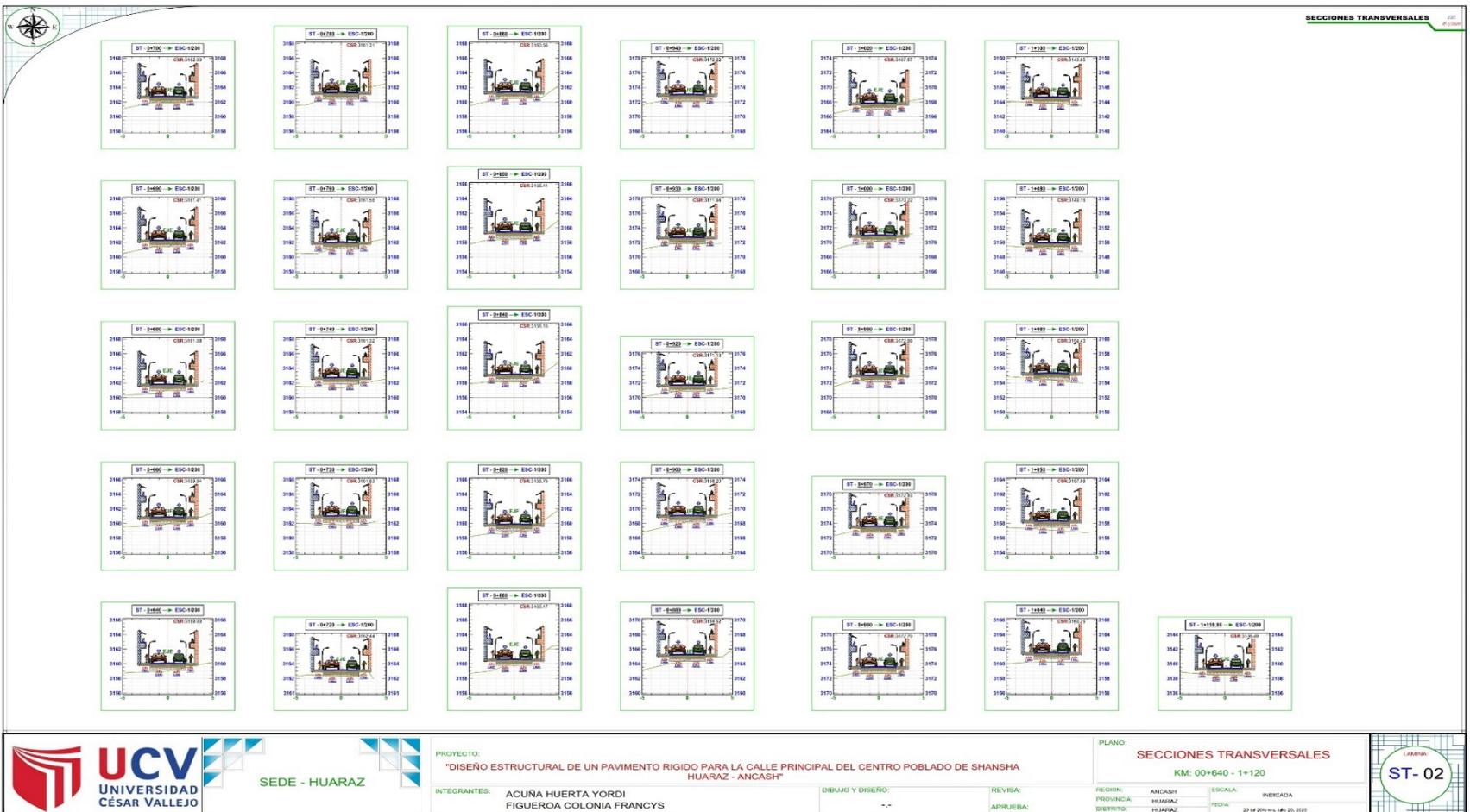
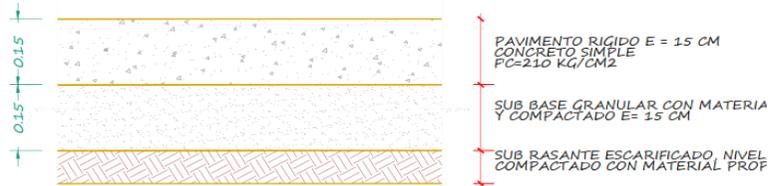
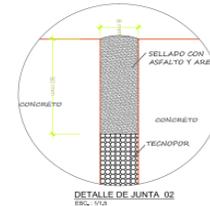
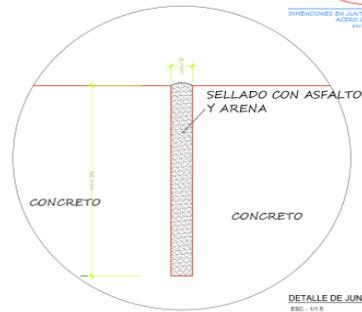
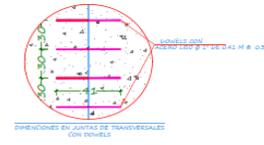
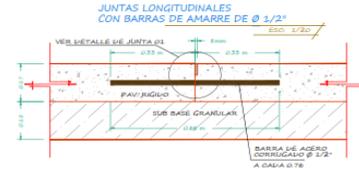
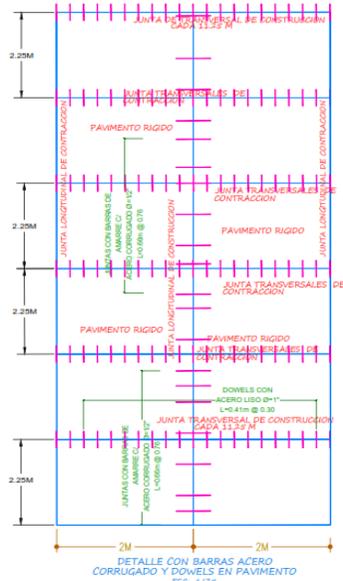


GRÁFICO N° 11: DETALLES DEL PAVIMENTO



ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

ESC. 1/10

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	Proyecto: Diseño Estructural de un Pavimento Rígido para la calle Principal del Centro Poblado de Shansha - Huaraz - Ancash, PLANO: DETALLES DEL PAVIMENTO RÍGIDO	
	Integrantes: ACUÑA HUERTA, YORDI BRAYAN FIGUEROA COLONIA, YAMYR FRANCYS	DOCENTE: CASTAÑEDA SÁNCHEZ Willy Alex

UBICACIÓN DE LA VÍA Y DEL CENTRO POBLADO DE SHANSHA:

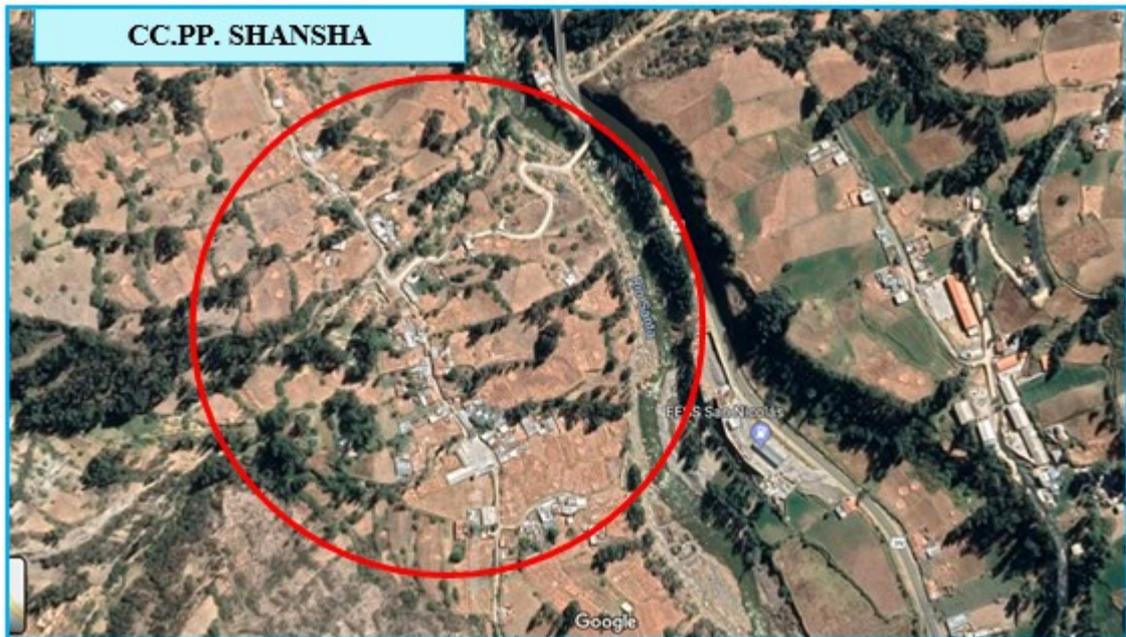


Gráfico N° 12. Localización de Shansha

Fuente: Google Earth 2020

PANEL FOTOGRÁFICO



Gráfico N° 13: Punto de inicio del levantamiento topográfico con referencia a la plaza del centro poblado de Shansha

INSPECCIÓN DE CAMPO



Gráfico N° 14: Inspección de campo

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Gráfico N° 15. Levantamiento topográfico