



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de la estructura vial urbana con pavimento flexible poroso para  
mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ancobamba, Apurímac  
2022

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Ancco Sarmiento, Juan Hugo ([ORCID: 0000-0003-4576-3944](https://orcid.org/0000-0003-4576-3944))

**ASESOR:**

Mg. Luis Mariano Villegas Granados ( [ORCID: 0000-0001-5401-2566](https://orcid.org/0000-0001-5401-2566))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2022

**DEDICATORIA**

*Dedico esta investigación a toda mi familia que me ha apoyado durante todo este proceso de profesionalización, particularmente mis hijos y a mi hija, así como a todos mis hermanos*

## AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento muy especial a mi alma mater, la Universidad César Vallejo, la cual, gracias a su sacrificada plana docente, ha logrado que alcance mis metas profesionales.*

## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	vi
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.2. Bases Teóricas .....	8
2.2.1. Variable 1: Diseño estructural.....	8
2.2.2. Variable 2: Mejora de la transitabilidad.....	20
III.METODOLOGÍA .....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	23
3.2. Variables y Operacionalización de Variables .....	24
3.3. Unidad de Análisis.....	26
3.4. Población y Muestra.....	26
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	26
3.6. Procedimientos .....	27
3.7. Rigor científico .....	28
3.8. Método de Análisis de Datos.....	28
3.9. Aspectos éticos .....	28
IV. RESULTADOS .....	30

4.1. Estudios de tráfico.....	30
4.2. Pavimento Flexible.....	33
4.3. Exploración de Campo .....	31
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	38
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES .....	45
VIII. PROPUESTA .....	46
REFERENCIAS.....	68
ANEXOS.....	73

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de la variable Independiente.....	25
<b>Tabla 2:</b> Operacionalización de la variable Independiente.....	25
<b>Tabla 3:</b> Tráfico vehicular, IDM– cantidad de vehículos/día.....	30
<b>Tabla 4:</b> De las vías equivalentes (De acuerdo a registro obtenido por AASHTO93) .....	33
<b>Tabla 5:</b> Número estructural necesario (De acuerdo a registro obtenido por AASHTO93) .....	34
<b>Tabla 6:</b> Ajustes de la ecuación para índices de seguridad .....	35
<b>Tabla 7:</b> Ajustes de la ecuación para índices de seguridad .....	31
<b>Tabla 8:</b> Pruebas de laboratorio realizadas .....	32
<b>Tabla 9:</b> Clasificación del volumen del tráfico .....	56
<b>Tabla 10:</b> Límite líquido del suelo (muestra 1) .....	58
<b>Tabla 11:</b> Límite líquido del suelo (muestra 2) .....	59
<b>Tabla 12:</b> Límite líquido del suelo (muestra 3) .....	60
<b>Tabla 13:</b> Peso de la muestra tomada = 500gr .....	65
<b>Tabla 14:</b> Peso de la muestra tomada = 500gr .....	66

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Departamento de Apurímac – Provincia de Aymaraes - Distrito de Chapimarca.....	2
<b>Figura 2:</b> Rendimiento de los diseños de pavimentos existentes.....	16
<b>Figura 3:</b> Frecuencia de tráfico vehicular.....	31
<b>Figura 4:</b> Del Proctor modificado a la primera progresiva obtenida.....	32
<b>Figura 5:</b> Evaluación CBR en la primera progresiva.....	33
<b>Figura 6:</b> Regresión lineal de los valores de variación de espesor.....	35
<b>Figura 7:</b> Triangulación Aplicada.....	35
<b>Figura 8:</b> Distribución de calles.....	36
<b>Figura 9:</b> Estructura topográfica del suelo.....	37
<b>Figura 10:</b> Detalles Losa y veredas.....	38
<b>Figura 11:</b> Distribución de calles y veredas.....	39
<b>Figura 12:</b> Estructura del Pavimento.....	40
<b>Figura 13:</b> Dispositivo para determinación del Límite Líquido usando la cazuela o copa de Casagrande.....	57
<b>Figura 14:</b> Límite líquido del suelo (muestra 1).....	59
<b>Figura 15:</b> Límite líquido del suelo (muestra 1).....	60
<b>Figura 16:</b> Límite líquido del suelo (muestra 3).....	61
<b>Figura 17:</b> Límite líquido del suelo (muestra 3).....	65
<b>Figura 18:</b> Límite líquido del suelo (muestra 3).....	66
<b>Figura 19:</b> Toma de la primera calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	129
<b>Figura 20:</b> Toma de la segunda calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	129
<b>Figura 21:</b> Toma de la tercera calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	130
<b>Figura 22:</b> Toma de la cuarta calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	130
<b>Figura 23:</b> Toma de la quinta calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	131

<b>Figura 24:</b> Toma de la sexta calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	131
<b>Figura 25:</b> Toma de la séptima calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	132
<b>Figura 26:</b> Toma de la octava calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	132
<b>Figura 27:</b> Toma de la novena calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac.....	133

## Resumen

Esta investigación fue desarrollada en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, provincia de Aymaraes, región Apurímac. Tuvo como objetivo realizar el diseño de la estructura vial urbana de pavimento flexible, para mejorar la transitabilidad del referido centro poblado.

La metodología utilizada correspondió al tipo aplicado. La población considerada estuvo en relación a todas las vías identificadas que explica un determinado flujo de tránsito vehicular. En ese contexto, se efectuó el estudio respectivo de tráfico, siendo complementado el proyecto con el respectivo estudio de mecánica de suelos que involucró ensayos de laboratorio.

Los resultados alcanzados permitieron establecer las bondades del proyecto y la viabilidad del mismo en caso fuese considerado para su aplicación en el centro poblado, objeto del presente estudio. De acuerdo a los alcances desarrollados en el presente trabajo permiten establecer la factibilidad y la necesidad de la construcción de la mencionada pavimentación y de esa forma, mejorar la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Comunidad Ancobamba.

A ello se agrega una propuesta a fin de diseñar un pavimento flexible poroso por el método del índice de grupo y el método CBR que permita una mayor durabilidad del pavimento.

Palabras clave: Pavimento Flexible, Transitabilidad, Diseño estructural.

## **Abstract**

This research was carried out in the Ancobamba community, province of Aymaraes, Apurimac region. Its objective was to design the urban road structure of flexible pavement to improve the trafficability of the aforementioned town center.

The methodology used corresponded to the applied type. The population considered was related to all the identified roads that account for a certain flow of vehicular traffic. In this context, the respective traffic study was carried out, and the project was complemented with the respective soil mechanics study involving laboratory tests.

The results obtained made it possible to establish the benefits of the project and its feasibility if it were to be considered for application in the town center, which is the subject of this study. According to the scopes developed in the present work, they allow establishing the feasibility and the need for the construction of the mentioned paving and thus, improve the quality of life of the inhabitants of the Ancobamba Community.

In addition, a proposal is made to design a porous flexible pavement by the group index method and the CBR method that allows a greater durability of the pavement.

Keywords: Flexible pavement, Trafficability, Structural design.

## **I. INTRODUCCIÓN**

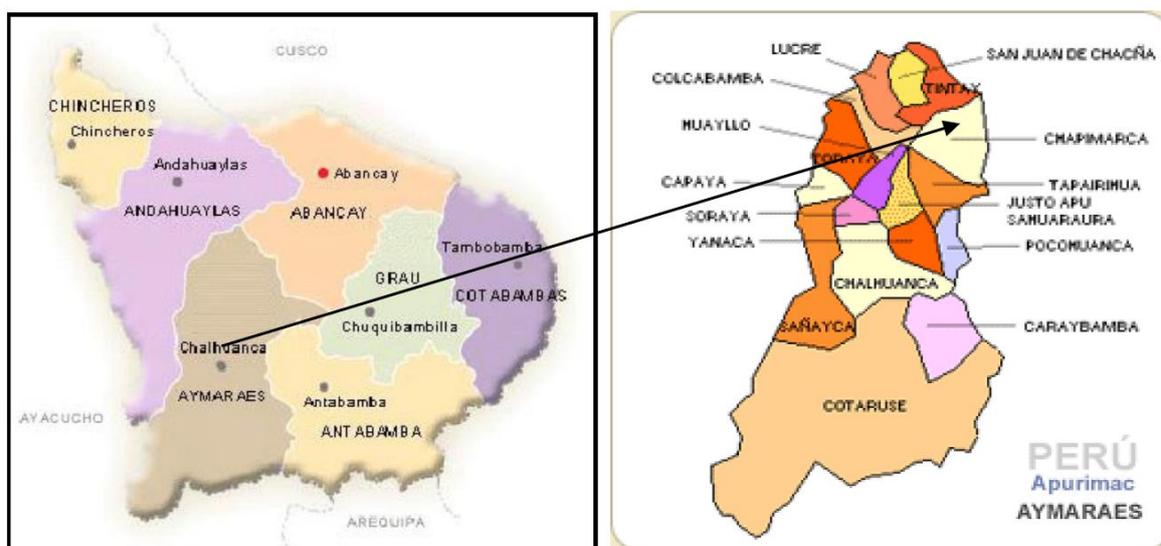
El concepto de movilidad se refiere a todo lo relacionado con el desplazamiento de personas y mercancías por el territorio, por cualquier medio de transporte. La movilidad es, por tanto, un sistema complejo, formado por infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, aparcamientos y centros de intercambio, transportes públicos y privados, ciclovías y zonas peatonales; este vasto sistema influye en el funcionamiento de las zonas urbanas y en las condiciones de vida de sus habitantes y tiene un fuerte impacto en la calidad del medio ambiente. La organización actual del transporte está dominada por el uso de vehículos privados motorizados, con consecuencias económicas, sociales y medioambientales negativas. La congestión en las ciudades causa molestias a todo el mundo, desde los que se desplazan en vehículo privado, cuyos tiempos de viaje se alargan enormemente, hasta los peatones y ciclistas, cuyos desplazamientos en las ciudades son peligrosos, sin olvidar los graves daños que causa al medio ambiente y a la salud de todos por la contaminación atmosférica generada por los gases de escape.

En el Perú, la red vial se concentra en los principales centros urbanos del país, sean en la costa, sierra o selva, pero esencialmente en la primera de ellas en donde se hallan las ciudades más grandes principalmente la capital Lima y en la que, como es lógico pensar, se concentran las mayores inversiones en cuanto a infraestructura vial, dejando en segundo plano la inversión en zonas andinas o amazónicas, pese a las grandes necesidades que tienen estos sectores poblacionales de enlazarse a esa red vial a fin de poder acceder a una mejor comunicación y, por ende, mejores perspectivas de desarrollo. En consecuencia, existe una mayor necesidad para enfocarnos en este tipo de realidades a fin de optimizar el desarrollo socio económico de esas poblaciones que viven muchas veces en la postergación del Estado. De esta manera, se podrá incidir en mejorar la calidad de vida de estas poblaciones. Al respecto, hay que señalar que nuestro país de acuerdo a datos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones disponible en su portal web, dispone de aproximadamente 78,000 km de carreteras en su red vial. De esa cantidad, proyectado al 2016 se tenía una perspectiva de 20,000 kilómetros pavimentados.

El Centro Poblado Comunidad Ancobamba, es una comunidad campesina ubicada geográficamente en los siguientes parámetros: 14° 02' 0471, Latitud Sur; 73° 06' 0224'', Longitud Oeste; a una altitud máxima de 4,824 m.s.n.m. y a una altitud mínima de 3,094 m.s.n.m. Pertenece al distrito de Chapimarca, provincia de Aymaraes, región Apurímac tal como puede visualizarse en la fig. 1.

**Figura 1:**

*Departamento de Apurímac – Provincia de Aymaraes - Distrito de Chapimarca*



Fuente: CCA (2016)

El referido centro poblado no posee estudios de transitabilidad e infraestructura vial. Se carece, asimismo, de una cultura vial específica, además, de acuerdo a las características de movilidad de los pobladores y las necesidades de transporte presentes en la comunidad, se hace necesaria una infraestructura vial acorde con dichas necesidades. Por los argumentos mencionados, la presente investigación se enfoca en la elaboración de una propuesta que dé solución a la problemática señalada introduciendo así una respuesta clara y precisa a este tipo de necesidades de la población rural de nuestro país que se oriente a su desarrollo y por tanto, mejores condiciones de vida para sus pobladores. En consecuencia, el presente estudio se va a enfocar en desarrollar un diseño estructural de pavimento flexible para la estructura vial urbana que mejore la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, durante el año 2022.

El problema principal considerado fue: ¿Cómo un diseño de la estructura vial urbana de pavimento flexible, mejora la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022? Con respecto a los problemas específicos, estos fueron: 1.- ¿Qué metodología se puede aplicar para establecer la carga vehicular en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022?; 2.- ¿Cuál es la mecánica de suelos con propósitos de pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022?; 3.- ¿Cuáles serían los parámetros y variables de diseño con la metodología AASHTO 93 necesarios para la pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022?; 4.- ¿Cuáles son los espesores del pavimento flexible necesarios para la red vial urbana del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022? Y, por último, 5.- ¿De qué manera se puede diseñar una propuesta a fin de determinar la idoneidad del pavimento flexible poroso, para la mejora la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022?

Respecto a la justificación de la investigación desde un plano teórico, se funda en el hecho de que va a explorar aspectos al diseño estructural de una red vial, que involucra cálculos, estudios y evaluaciones sustentadas desde el plano de la teoría, tanto de la física como de la ingeniería civil, orientados a dar solución a un problema real y concreto. Desde el plano práctico, la investigación a establecer un estudio que va a tener implicancias positivas en dar solución a una problemática relacionada a la mejora del transporte y, por ende, va a redundar también en la mejora de la calidad de vida de los pobladores del centro poblado donde se va a desarrollar el estudio.

Desde el punto de vista social, se justifica porque, precisamente, la investigación va a desarrollar un estudio que va a significar un aporte muy importante en el desarrollo de la comunidad elegida, lo que socialmente refleja una mejora ostensible para sus pobladores, buscando de esta forma propiciar el interés del Estado en el sector rural, el cual, lamentablemente, se encuentra muy postergado en el horizonte de la inversión pública.

En cuanto a los objetivos considerados para el presente estudio, estos son los siguientes: Como objetivo principal se estableció Realizar el diseño de la estructura vial urbana de pavimento flexible, para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022. Los objetivos específicos fueron: 1) Establecer la carga vehicular en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022 mediante la metodología del aforo; 2) Efectuar el estudio de mecánica de suelos con propósitos de pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022; 3) Determinar los parámetros y variables de diseño con la metodología AASHTO 93 necesarios para la pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022; 4) Determinar los espesores del pavimento flexible necesarios para la red vial urbana con la metodología AASHTO 93 en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022 y 5) Diseñar una propuesta a fin de determinar la idoneidad del pavimento flexible poroso, para la mejora la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022.

Por último, la tesis propuesta fue: El diseño estructural del pavimento flexible mejorará la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **Antecedentes Internacionales**

Llopis-Castelló et al. (2020), Esta investigación tenía por objeto determinar la influencia de la estructura del pavimento, la demanda de tráfico y los factores climáticos en el estado del pavimento flexible urbano a lo largo del tiempo. Para ello, se utilizó el número estructural como indicador de la capacidad del pavimento, se definieron diversas variables de tráfico y climáticas y se utilizó el índice de estado del pavimento como medida sustitutiva del estado del mismo. El análisis se centró en la calibración de los modelos de regresión mediante la técnica de validación cruzada K-Fold. Como resultado, para una edad determinada del pavimento, el estado del mismo empeora a medida que aumenta la Carga Equivalente por Eje y la Altura Media Anual de la Nieve. Asimismo, una Temperatura Media Anual fría (5-15° C) y un gran Rango Medio Anual de Temperatura (20-30° C) fomentan un proceso de deterioro del pavimento más agresivo. Por el contrario, los climas cálidos con bajas variaciones de temperatura, que se asocian con bajas precipitaciones, conducen a una mayor vida útil del pavimento. Además, se propuso una nueva clasificación de las zonas climáticas en función de la influencia del clima en el deterioro de los pavimentos.

Wilches et al. (2020) El objetivo de este estudio fue presentar un conjunto de datos que muestran las diferentes variables que intervienen en el diseño de pavimentos asfálticos, obtenidos de 84 sectores viales ubicados en vías urbanas y rurales del departamento de Sucre, al norte de Colombia. El conjunto de datos presenta los resultados de estudios geotécnicos obtenidos a partir de muestras de suelo tomadas en campo y de ensayos de laboratorio. Entre la información más relevante, se determinó la caracterización de los suelos de la subrasante, con base en las pruebas de análisis granulométrico, los límites de Atterberg, la humedad natural y la clasificación de los suelos con base en el sistema AASHTO y el sistema

USCS. También se presenta la capacidad portante de la subrasante, a partir de muestras inalteradas, para la realización del California Bearing Ratio de laboratorio. Por otro lado, se presenta información relacionada con el tráfico de diseño para cada uno de los sectores de la carretera evaluados, expresado en términos del número de cargas equivalentes por eje (ESAL). Finalmente, la información se complementó con los resultados de las estructuras de pavimento modeladas y elegidas como alternativas de diseño, para lo cual se utilizó una metodología de diseño racional y se siguieron las leyes de fatiga del TRRL (Transport and Road Research Laboratory), haciendo uso del software Pitra PAVE para modelar estructuras de pavimento.

Mshali y Steyn (2020) Esta investigación se enfoca en la red de carreteras de Sudáfrica, especialmente en las zonas urbanas, la cual está experimentando un aumento constante del volumen de tráfico y de la congestión. La velocidad tiene un efecto significativo en la respuesta de los sistemas de pavimento flexible a la carga del tráfico. Las cargas de los neumáticos de los camiones se analizan más a menudo como una carga estática para simplificar los cálculos, aunque en realidad el sistema de pavimento está sometido a una carga dinámica. Este trabajo investiga la influencia de la velocidad del camión en la respuesta del sistema de pavimento flexible a la carga de tráfico en movimiento. Se utilizó un camión con cargas de eje estándar para realizar recorridos a velocidades controladas y deambular sobre una sección de prueba de pavimento instrumentada a escala real en la carretera R104 al este de Pretoria. Los resultados de esta investigación indican que las deflexiones del pavimento aumentan exponencialmente a medida que la velocidad del camión se reduce a velocidades inferiores a 30 km/h. Además, las deformaciones disminuyen marginalmente a medida que las velocidades de los camiones aumentan a velocidades superiores a 40 km/h. Los distintos sistemas de pavimento flexible presentan diferentes factores exponenciales que reflejan las diferencias en la sensibilidad de los sistemas de pavimento a los cambios en la velocidad de los camiones. Por lo tanto, es esencial introducir factores

de ajuste en las mediciones de deflexión realizadas a diferentes velocidades de los camiones en diferentes sistemas de pavimento con el fin de comparar dichos datos de deflexión.

### **Antecedentes nacionales**

Yuto y Quiñones (2020) En esta investigación, los autores tienen como objetivo principal, describir de qué forma la introducción de pavimento flexible mejorará la transitabilidad en la av. Perú del distrito de Andahuaylas, año 2020. Metodológicamente se trató de una investigación aplicada, con un diseño cuasi – experimental. En cuanto a la población, ésta estuvo conformada por las vías colindantes al río Chumbao, las cuales registraban un alto nivel de transitabilidad vehicular. Los resultados evidencian que los ensayos Proctor modificado y CBR son ideales para encontrar el valor de la resistencia *in situ* del material de subrasante, el cual alcanzó un nivel de 31.23%, el cual es bastante bueno para aquellos terrenos que se hayan en óptima condición. También se pudo hallar un CBR menor a 6%. Considerando los indicadores de tráfico y sus respectivos correctivos se obtuvo un índice medio diario de 5815 de vehículos por día, siendo su registro clasificatorio de una congestión vehicular cercano al 32%.

Neira y Rebaza (2020), analizan la capacidad de servicio de los pavimentos flexibles en los entornos de la sierra peruana, lo cual es una cuestión importante cuando se experimenta el efecto de las heladas en la superficie de estas estructuras. Dado que el levantamiento de escarcha no suele ser uniforme, la rugosidad del pavimento suele aumentar durante el invierno debido al levantamiento de escarcha diferencial. En este trabajo se propuso una metodología de diseño para la determinación del empuje por heladas admisible, basada en la variabilidad de los suelos de la subrasante. El método permite también proponer criterios de escarcha admisibles basados en la presencia de servicios públicos enterrados, cuyas zanjas suelen estar rellenas de materiales no sensibles a las heladas, en el caso de carreteras residenciales y arteriales en el contexto urbano. Los aludes de escarcha admisibles están en función de la variabilidad de los suelos de la subrasante y, por tanto, del riesgo de aludes

de escarcha diferenciales, y concuerdan con los datos encontrados en la bibliografía.

Bermúdez y Ramos (2019) Este estudio se desarrolló a través de una investigación aplicada. El objetivo del trabajo fue el de diseñar la estructura de pavimento flexible para una avenida en un centro poblado de Alto Trujillo y de esta forma mejorar la transitabilidad. Para ello, se evaluaron todos los criterios técnicos necesarios, como volúmenes de tráfico y proyecciones del tránsito a fin de determinar los diversos desplazamientos de vehículos, así como las respectivas cargas a las que estaría sometida dicha infraestructura vial. Metodológicamente se exploraron los elementos que intervienen en este tipo de diseños constructivos a través de protocolos de recolección de datos. A ello se agregó un estudio de suelos que permitió establecer los criterios técnicos a ser considerados para el pavimento flexible y las características idóneas que debería tener para la mencionada investigación y ello respaldado con sendos informes de laboratorio, obteniéndose de esta manera un mejor alcance de datos, y un aporte significativo en la mejora de las condiciones de vida de la población en donde se desarrolló la investigación.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Variable 1: Diseño estructural**

De acuerdo a Sun (2019), el proceso de diseño estructural es sencillo en su concepto, pero complejo en sus detalles. Implica el análisis de una estructura propuesta para demostrar que su resistencia o fuerza cumplirá o superará una expectativa razonable. Esta expectativa suele expresarse mediante una carga o demanda específica y un margen de seguridad aceptable que constituye un objetivo de rendimiento para una estructura.

Los objetivos de rendimiento del diseño estructural son multifacéticos. En primer lugar, una estructura debe realizar su función prevista de forma segura durante su vida útil. El concepto de vida útil implica consideraciones de durabilidad y establece la base para considerar la exposición acumulativa a los riesgos que varían con el tiempo (es

decir, entornos corrosivos, cargas de los ocupantes, cargas de nieve, cargas de viento y cargas sísmicas). Sin embargo, dado que el rendimiento está inextricablemente ligado al coste, los propietarios, constructores y diseñadores deben considerar los límites económicos a los objetivos principales de seguridad y durabilidad (Llopis-Castelló et al., 2020).

El equilibrio adecuado entre las dos consideraciones contrapuestas de rendimiento y coste es una disciplina que guía el "arte" de determinar el valor en el diseño y la construcción de edificios. Sin embargo, el valor se juzga con el "ojo del espectador", y lo que es un valor aceptable para una persona puede no serlo para otra (es decir, demasiado costoso frente a poco seguro o poco importante frente a importante). Por esta razón, los procesos políticos median los objetivos mínimos de diseño de edificios y rendimiento estructural, con decisiones de valor mínimo plasmadas en códigos de construcción y normas de ingeniería que se adoptan como ley (Santos et al., 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, puede parecer que un diseñador de estructuras tiene poco control sobre los objetivos fundamentales del diseño estructural, excepto el de cumplir o superar los límites mínimos establecidos por la ley. Aunque esto es generalmente cierto, un diseñador puede hacer mucho para optimizar un diseño a través de medios y métodos alternativos que requieren técnicas de análisis más eficientes, detalles de diseño creativos y el uso de materiales y métodos de construcción innovadores. En resumen, los objetivos del diseño estructural suelen estar definidos por la ley y reflejan la interpretación colectiva del bienestar público general por parte de quienes participan en el desarrollo y la adopción local de los códigos de construcción (Mackiewicz et al., 2018). El papel del diseñador es cumplir los objetivos del diseño estructural de la manera más eficiente posible y satisfacer los objetivos del cliente dentro de la intención del código de construcción. Los diseñadores deben poner en práctica todas sus habilidades, incluyendo la creatividad, el conocimiento, la

experiencia, el juicio, la ética y la comunicación, aspectos del diseño que están bajo el control del diseñador individual y que forman parte de un enfoque integral del diseño. El diseño estructural es mucho, mucho más que hacer números.

### **Cargas verticales**

Las cargas gravitatorias actúan en la misma dirección que la gravedad (es decir, hacia abajo o verticalmente) e incluyen cargas muertas, vivas y de nieve. En el diseño estructural de vías, por lo general, son de naturaleza dinámica y suelen considerarse una carga no uniformemente distribuida o concentrada. Por lo tanto, la determinación de una carga de gravedad en una calle, pista o carretera, es un ejercicio nada sencillo en cuanto a sus cálculos.

### **Enfoques de diseño de pavimentos**

Los principales componentes del diseño estructural de pavimentos son el sistema de entrada, los modelos de predicción, las funciones de transferencia y un sistema de salida que consiste en el rendimiento previsto del pavimento. Los enfoques actuales de diseño de pavimentos (Knight y Adedapo, 2008) pueden dividirse en dos categorías: determinista y probabilístico. En un enfoque determinista se adoptan valores únicos para todos los parámetros de entrada y los resultados de la predicción son números únicos del rendimiento del pavimento. En cambio, el análisis probabilístico trata todos los parámetros de entrada como variables que cambian según una función de distribución de probabilidad asignada. El análisis probabilístico también ofrece una estimación más completa que el análisis determinista, ya que proporciona una gama de resultados probables.

## **Variabilidad en el diseño de Análisis probabilístico**

El análisis probabilístico, introducido por primera vez por Darter y Hudson en 1973 (Ducarne et al., 2017), ha recibido una atención considerable en la gestión de pavimentos. Existen muchos ejemplos en la literatura en los que se ha desarrollado la transformación de la predicción del comportamiento del pavimento desde un enfoque determinista a uno probabilístico. En general, el análisis probabilístico representa un enfoque basado en la fiabilidad para el diseño de pavimentos, con el fin de abordar las incertidumbres en la predicción del comportamiento de un pavimento durante su vida útil. En la literatura, a menudo las evaluaciones probabilísticas del comportamiento del pavimento se llevaron a cabo

- 1) ignorando las incertidumbres del tráfico y/o las acciones ambientales, es decir, el comportamiento del pavimento es una función de un conjunto de variables aleatorias que no varían con el tiempo (Adedeji y Mostafa, 2016); o
- 2) asumiendo que el deterioro del pavimento puede ser modelado como un proceso de Markov (Krishnamoorthy et al., 2016). El análisis probabilístico basado en la suposición dada en 1) puede llevarse a cabo utilizando, por ejemplo, el método de segundo momento de primer orden (Humphrey y Parker, 1998) o el método de fiabilidad de primer orden (FORM). El uso de FORM ha sido considerado por Lantini et al. (2020) para la predicción de la fatiga del pavimento y Wilches et al. (2020) para el diseño de la fatiga de un pavimento.

También se utilizan a menudo técnicas de simulación simples para evaluar el comportamiento del pavimento (Adedeji y Mostafa, 2016). Todas estas técnicas tratan básicamente de evaluar la integral de probabilidad multidimensional que define el fallo estructural. El enfoque de Markov se ha utilizado para abordar la variación estocástica de la carga de tráfico y los efectos ambientales. Los

modelos basados en la cadena de Markov para la predicción del comportamiento del pavimento consideran que si se puede predecir el comportamiento del pavimento en el momento  $t_1$ , el comportamiento del pavimento en el momento  $t_2$ ,  $t_2 > t_1$ , no se conoce con exactitud salvo en términos probabilísticos (Wilches et al., 2020).

### **Modelos de predicción del comportamiento**

Los modelos de predicción del comportamiento pueden dividirse en puramente mecánicos, empíricos (de regresión) y mecánicos-empíricos.

#### **Mecanicistas**

Los modelos mecanicistas requieren el conocimiento del comportamiento mecánico de los distintos materiales, en concreto de sus respuestas tensión-deformación. Sin embargo, los materiales utilizados en los pavimentos no tienen un comportamiento elástico lineal y utilizar modelos elásticos lineales es una gran simplificación. Por ejemplo, los materiales granulares tienen una respuesta elástica no lineal, que depende del confinamiento del material y del grado de compactación y saturación. El hormigón asfáltico tiene una respuesta viscoplástica a la carga, que depende de la compactación del material, el tiempo de carga y la temperatura. Las predicciones de cualquier modelo determinista o mecanicista sólo proporcionan el valor medio, y no son capaces de modelar la dispersión. El uso de enfoques probabilísticos para abordar estas limitaciones en la modelización del rendimiento se ha sugerido en otro lugar (Lantini et al., 2020).

#### **Procedimientos empíricos**

Los procedimientos empíricos son aquellos que se basan en modelos desarrollados a partir de la experiencia o de las observaciones del rendimiento pasado. Los modelos de regresión tradicionales emplean el enfoque de mínimos cuadrados o el de máxima verosimilitud, para

encontrar los valores de los coeficientes de una forma funcional determinada (lineal, exponencial, potencial, logarítmica o polinómica). Un ejemplo de modelos empíricos es la guía de la AASHTO de 1993, que se basa en modelos empíricos extraídos de los datos de rendimiento de campo medidos en la prueba de carretera de la AASHTO a finales de los años 50. Las principales limitaciones de los modelos empíricos son

- Desarrollados para su uso en condiciones particulares, son difíciles de utilizar en condiciones diferentes.
- La mayoría de ellos no contienen las propiedades de los materiales.
- No son exhaustivos (no consideran todos los factores que influyen). El método de diseño de pavimentos del Reino Unido es semi-empírico (se permiten alternativas analíticas).

### **Modelos mecanicistas-empíricos**

Los modelos mecanicistas-empíricos combinan algún tipo de modelización mecánica con una función de transferencia calibrada empíricamente, relacionando la predicción de los esfuerzos con alguna tensión/deformación crítica calculada en el pavimento. Son particularmente útiles a nivel de proyecto, para el diseño de la estructura del pavimento. Un ejemplo de modelos mecanicistas-empíricos es el proporcionado en la Guía de Diseño M-E de 2008 (AASHTO, 2008). Las principales limitaciones de los modelos M-E son

- La precisión depende tanto de los modelos de respuesta como de los modelos de comportamiento.
- Los modelos de respuesta contienen varias simplificaciones (por ejemplo, el comportamiento de los materiales).
- Es necesario introducir datos más detallados.

## **Definición de fallo**

Un pavimento está diseñado para soportar el tráfico de diseño durante su vida útil. El fallo de un pavimento se caracteriza por el desarrollo de un tipo particular de problemas (como el agrietamiento por fatiga y la formación de surcos en los pavimentos flexibles) de suficiente severidad y extensión en diferentes puntos dentro de una sección del pavimento. A pesar de que una sección de pavimento se diseña y construye de la misma manera, las variaciones aleatorias en las propiedades del material y las características de la construcción causan deficiencias localizadas.

## **Cálculo de tensiones**

De acuerdo a Santos et al. (2019), se pueden utilizar varios modelos analíticos para predecir las tensiones, deformaciones y deformaciones en un pavimento bajo condiciones simuladas de carga de las ruedas y del entorno. Los principales modelos se basan en la teoría elástica multicapa y en el análisis de elementos finitos. Los modelos elásticos multicapa son relativamente fáciles de manejar y se utilizan ampliamente. Sin embargo, no pueden abordar las cuestiones relacionadas con la carga ambiental (es decir, la debida a los cambios diarios de temperatura, las variaciones de humedad, etc.). Los modelos de EF son capaces de abordar tanto las cargas de las ruedas como las ambientales, pero son muy complicados de manejar y consumen mucho tiempo.

## **Funciones de transferencia**

Las funciones de transferencia son relaciones desarrolladas para relacionar el estado de las tensiones en un pavimento con su rendimiento global. En los actuales procedimientos de diseño M-E para pavimentos flexibles -a pesar de la multitud de relaciones disponibles- las principales funciones de transferencia son las que relacionan 1) la deformación por tracción de la carga de la rueda en la

parte inferior de las capas de asfalto con el agrietamiento eventual por fatiga y 2) la deformación (o tensión) por compresión de la carga de la rueda en la parte superior de la subrasante con la deformación permanente. Estos modelos se derivan generalmente de una amplia investigación sobre las correlaciones entre la respuesta del pavimento y el rendimiento observado de los especímenes de prueba de laboratorio, los experimentos de prueba de carretera a escala real (es decir, AASHTO), o por ambos métodos.

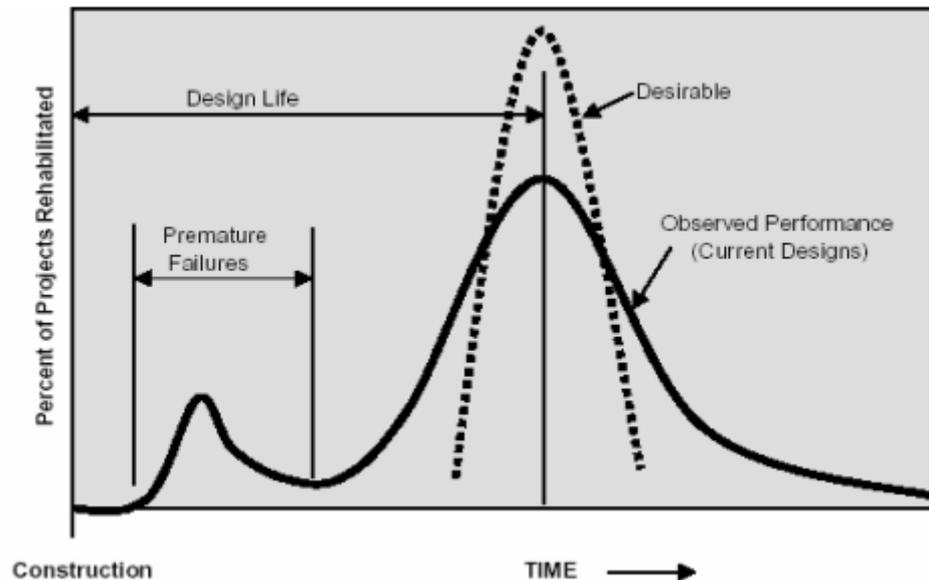
### **Desempeño de los diseños de pavimentos**

Todas las variaciones en los materiales y la construcción, si no se incorporan adecuadamente en el procedimiento de diseño, pueden contribuir al fallo prematuro de una estructura de pavimento. La experiencia del autor ha demostrado que algunas autopistas recientemente construidas en el Reino Unido han sufrido un fallo prematuro debido a la ignorancia de estas variabilidades. Además, las ecuaciones de diseño se basan a menudo en observaciones del comportamiento de tramos de carreteras construidos en el pasado en los que se empleaban propiedades de materiales y técnicas de construcción diferentes a las actuales. Esta cuestión justifica probablemente la gran diferencia que a veces se observa entre la vida útil y la vida de diseño prevista.

Estas consideraciones se expresan en la figura 2.2. Por ejemplo, aunque un pavimento se diseñe para un período de 20 años, con una reconstrucción o rehabilitación prevista al final de la vida de diseño, el pavimento real puede presentar secciones que fallen prematuramente debido, por ejemplo, a errores de diseño, de construcción, de materiales y de mantenimiento.

**Figura 2:**

*Rendimiento de los diseños de pavimentos existentes*



Nota: Tomado de Goenaga et al. (2019)

Si se conociera la variabilidad de los materiales y se incluyera en el procedimiento de diseño, debería reducirse la diferencia entre la vida de diseño y la vida en servicio. Esto también permitiría tomar decisiones mejores y más sólidas en términos de análisis de costes de toda la vida. La variabilidad de los materiales puede describirse mediante términos estadísticos como la media y la desviación estándar (suponiendo una distribución normal) o mediante su distribución de densidad de probabilidad. Una forma adimensional útil de expresar la variabilidad de la propiedad de un material es utilizar la relación de la desviación estándar sobre la media, conocida como coeficiente de variación (COV). El conocimiento del coeficiente de variación de cada insumo de diseño es extremadamente importante para estimar con mayor precisión su influencia en la vida prevista del pavimento.

## **Impacto de la variabilidad en el comportamiento del pavimento**

Muchos procedimientos de diseño de pavimentos se basan en valores únicos de las características del pavimento y del tráfico que representan condiciones medias -valores medios, a veces con un margen de seguridad, que no tienen en cuenta la variabilidad del pavimento y de las cargas de tráfico-. La variabilidad existe en los pavimentos debido a las prácticas de construcción, el control de calidad, las condiciones ambientales, las características de los materiales y las condiciones del tráfico, y esta variabilidad se conoce desde hace tiempo (Knight y Adedapo, 2008). La variabilidad comúnmente observada en las características del pavimento ha sido cuantificada por Darter y Noureldin, citados por Tailor y Shah (2015).

La variabilidad asociada a los parámetros del tráfico y del pavimento tiene un impacto significativo en el rendimiento de los pavimentos (y en la fiabilidad del diseño de los mismos) y, por lo tanto, debe ser tratada y cuantificada al modelar el rendimiento del pavimento y al desarrollar programas de mantenimiento. Por lo tanto, los principales parámetros de entrada para el diseño de pavimentos, como los módulos de las capas, el espesor de las capas, el volumen de tráfico, etc., deben definirse como una variable aleatoria con su media y desviación estándar (suponiendo una distribución normal) o su distribución de probabilidad completa. Posteriormente, la función de rendimiento del pavimento también puede caracterizarse en términos estadísticos.

## **Variaciones en la rigidez del pavimento/subrasante**

Yang et al. (2009) informaron de los resultados de la variabilidad de la rigidez del pavimento y de la subrasante en relación con 153 pavimentos en servicio en Texas, obtenidos mediante mediciones del deflectómetro de peso caído (FWD):

- Los coeficientes de rigidez del pavimento y de la subrasante provienen de distribuciones aproximadamente normales, con una tendencia a sesgar hacia los valores más bajos.
- El coeficiente de variación in situ para los distintos materiales considerados osciló entre el 9 y el 24%.
- El coeficiente de variación medio del coeficiente de rigidez de la subrasante fue del 10%.

### **Variaciones en la suavidad**

La rugosidad se relaciona con la propiedad de calidad de conducción de un pavimento y afecta el índice de serviciabilidad inicial en el manual de diseño de la AASHTO. Goenaga et al. (2019) demostraron que el índice de serviciabilidad calculado a partir de un perfilómetro de dinámica superficial seguía una distribución normal.

### **Variaciones entre los valores de diseño y los reales**

Estas variaciones se deben principalmente a las condiciones de construcción del pavimento y la variabilidad puede minimizarse mediante especificaciones estándar y procesos de control y garantía de calidad. Las variaciones corresponden a la rigidez del pavimento y de la subrasante, al espesor de la capa, a las variaciones climáticas, a la suavidad del pavimento y a las variaciones en la previsión de la carga de tráfico.

### **El pavimento**

El pavimento es un componente esencial de la construcción adecuada de carreteras. Su función principal es permitir el flujo constante de tráfico, moderar la distribución de la carga y permitir el paso seguro de vehículos y peatones por igual. Incluso en los estacionamientos de asfalto, el pavimento tiene numerosos propósitos importantes que a menudo son dados por sentado por el público en general.

Factores como las condiciones ambientales y climáticas, los vehículos pesados, la frecuencia de uso y el peso vehicular pueden degradar el pavimento con el tiempo e impedir su longevidad. Esto es especialmente cierto si no se aplica un mantenimiento adecuado durante la vida útil del pavimento (Llopis-Castelló et al., 2020).

### **Pavimento flexible**

De acuerdo a Llopis-Castelló et al. (2020), para aplicar este pavimento se utilizan áridos bituminosos o asfálticos. La estructura del pavimento está diseñada para doblarse y desviarse de acuerdo con factores externos como las cargas de tráfico y el clima. Esencialmente, el pavimento flexible es más adaptable a los elementos a los que está expuesto.

El costo inicial de mezclar y aplicar pavimento flexible es bajo y con un excelente mantenimiento regular, tiene una vida útil de aproximadamente 10-15 años. El pavimento flexible se aplica en capas extremadamente gruesas, lo que le da la capacidad de soportar flujos de tráfico pesados y más frecuentes, lo que lo convierte en la opción ideal para las principales carreteras y autopistas.

Dado que se requiere un mantenimiento regular para este tipo de pavimento, el trabajo de reparación es bastante fácil. Muchas empresas que ofrecen servicios de pavimentación prefieren trabajar en este tipo de carreteras por la noche o durante las horas valle debido a la cantidad de tráfico que atraen.

Los pavimentos flexibles se aplican en capas. Los materiales más débiles se colocan en la parte inferior, mientras que los materiales más duraderos se colocan en la parte superior para garantizar la integridad estructural y la adaptabilidad de toda la estructura. La capa superior no es completamente portante, lo que hace que el pavimento flexible sea más sólido estructuralmente y menos propenso a colapsar bajo un peso pesado. Cada capa soporta al menos una parte del peso,

especialmente a medida que el tráfico más pesado pasa sobre ella (Krishnamoorthy et al., 2016).

### **2.2.2. Variable 2: Mejora de la transitabilidad**

De acuerdo a Lantini et al. (2019), la información del terreno es muy valiosa ya que la precisión del tomador de decisiones depende de los datos de entrada para tomar la decisión correcta. Para la planificación de cualquier movimiento todoterreno exitoso, la información del terreno juega un papel vital. En los tiempos modernos, el número y el tipo de vehículos con orugas o ruedas ha aumentado muchas veces, por lo tanto, la transitabilidad fuera de la carretera para la planificación de la operación se convirtió en una tarea compleja de manejar. La precisión y confiabilidad de las mediciones involucradas en la transitabilidad jugarán un papel importante para cualquier operación exitosa. La transitabilidad fuera de la carretera muestra la capacidad del suelo requerida para el movimiento vehicular.

En ese contexto, los caminos rurales en los países en desarrollo, en los que viajan de 20 a 200 vehículos por día, han sido mejorados por los gobiernos con la asistencia financiera y técnica de los organismos donantes como parte de sus políticas de desarrollo rural (Goenaga et al., 2019). Estas políticas han incluido la creación de oportunidades de empleo, la provisión de infraestructuras y el fomento de la agricultura, como sería el caso del Centro Poblado de Ancobamba. Teniendo en cuenta la falta de oportunidades de ingresos en muchas zonas rurales y los problemas intratables inherentes al despliegue y la operación de equipos mecánicos para obras dispersas pequeñas, la tecnología basada en la mano de obra se ha considerado como la opción normal para las obras de caminos rurales.

En general, estos proyectos orientados a la construcción y pavimentación de caminos rurales o caminos regionales. Sin embargo, la eficacia y la sostenibilidad de los programas anteriores para los caminos rurales se han visto obstaculizadas por la falta de un

marco normativo coherente y de un enfoque institucional en la planificación, la financiación y el mantenimiento (Ducarne et al., 2017).

Los caminos rurales que existen en los centros poblados peruanos, son generalmente caminos de tierra de menos de 20 km de longitud. Las actividades de transporte en las carreteras rurales de acceso se realizan en cierta medida a pie, a veces por medios de transporte intermedios, como bicicletas y carros tirados por animales, y ocasionalmente por transporte motorizado. El tráfico motorizado promedio diario de cuatro ruedas en la mayoría de las carreteras de acceso rurales es inferior a 50 vehículos por día (Adedeji y Mostafa Hassan, 2016).

Los caminos de acceso rural rara vez han sido tratados por proyectos gubernamentales. Debido a las limitaciones financieras, la eficiencia de costos y el pequeño número de beneficiarios, la prioridad de los responsables de la formulación de políticas y los organismos donantes para ocuparse de estas carreteras es baja. Por lo tanto, las comunidades rurales sufren de malas condiciones de las carreteras. A menudo se argumenta que existe la necesidad de seguir investigando sobre la movilización de recursos locales y la participación de la comunidad para mantener el acceso entre los mercados y las zonas rurales (Knight y Adedapo, 2008).

En este estudio, discutimos un enfoque para mejorar los caminos de acceso rural con la iniciativa para la autosuficiencia de las comunidades a lo largo de estos caminos de acceso rurales. Para este propósito, sin embargo, es necesario superar la baja disponibilidad típica de equipos y materiales en las zonas rurales.

Por otro lado, generalmente, los caminos rurales son caminos de tierra. La transitabilidad se mantiene durante la estación seca; sin embargo, en las estaciones lluviosas, varias secciones de la carretera se vuelven intransitables.

Para no dispersar los recursos limitados, y teniendo en cuenta el bajo volumen de tráfico, los esfuerzos para mejorar los caminos de acceso rural deben centrarse en los problemas esenciales, es decir, mejoras puntuales de secciones críticas y drenaje superficial.

Convencionalmente, esas porciones críticas han sido fijadas por las comunidades de manera ad hoc utilizando piedras grandes con un tamaño de partícula superior a 100 mm o grava con un solo rango de distribución del tamaño de grano. Sin embargo, la efectividad no dura, porque las partículas se muelen hacia abajo en el subgrado debido a la carga del tráfico.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### Tipo

La presente investigación es tipo aplicada con enfoque cuantitativo. Hernández et al. (2017) señala que, la investigación aplicada utiliza conocimientos teóricos ya planteados y previamente discutidos, usándolos como metodologías completas o de forma parcial con un objetivo concreto en el que se ha demostrar la fehaciencia de dichos postulados. En el caso de la presente investigación se tomarán los lineamientos del uso del pavimento flexible a ser utilizado en el diseño de la infraestructura vial prevista para el escenario elegido en este estudio, que es el Centro Pobla de Ancobamba. Por otro lado, Vélez (2021) afirma que, las investigaciones encasilladas con enfoque cuantitativo usan datos numéricos para expresar y analizar la información obtenida por el instrumento, así poder realizar operaciones comparativas o lógicas que permitan lograr los objetivos de la investigación. Siendo en la presente investigación el caso de obtener estos datos numéricos producto de los instrumentos utilizados en el recojo de la información.

##### Diseño

EL diseño previsto para el presente estudio es de carácter descriptivo, es decir, en donde las variables serán estudiadas en su realidad factual sin manipulación alguna por parte del investigador.

AL respecto, gráficamente el diseño sería de la siguiente forma:



Dónde:

**M:** Conjunto de calles del Centro Poblado de Ancobamba.

**O:** Estudio de tráfico vial, estudio de mecánica de suelos y diseño estructural del pavimento.

### **3.2. Variables y Operacionalización de Variables**

#### **Variable 1:**

Diseño estructural: Conjunto de parámetros técnicos (forma, dimensión y resistencia) a la que está sometida una estructura en relación a la carga que va a soportar dentro del marco de un determinado proyecto constructivo (Bilodeau y Doré, 2013).

#### **Variable 2:**

Mejora de la transitabilidad: Conjunto de elementos de infraestructura vial orientados al servicio de transitabilidad vehicular y peatonal (Wilches et al., 2020).

**Tabla 1:***Operacionalización de la variable Independiente*

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
V1: Diseño estructural	Evaluación del tránsito, condición del suelo y resistencia que permiten establecer el número estructural a través de la Metodología AASHTO 93 para el respectivo diseño.	Análisis de tránsito	Volumen	Intervalo (Vel/hor)	Ficha de recolección de datos
			Peso	Intervalo (Ton)	
		Estudio de suelos	Límite de consistencia	Intervalo %	Ensayo de laboratorio
			Granulometría	Intervalo %	
			Humedad	Intervalo %	
Resistencia de suelo	Densidad	Intervalo (Und/cm <sup>3</sup> )	Ensayo de laboratorio		
	CBR	Intervalo %			
Metodología AASHTO 93		Pavimento	Nominal	Normas técnicas	
		Diseño	Intervalo %		
		Suelo	Intervalo %		

**Tabla 2:***Operacionalización de la variable Independiente*

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
V2: Mejora de la transitabilidad	Conjunto de informaciones obtenidas del estudio de suelos y de la señalización vial que permiten establecer la mejora de la transitabilidad.	Estudio de suelos	Velocidad de diseño	Intervalo (Km/hor)	Excel (Software) Normas Autocad Civil 3D
			Clasificación de red vial	Nominal	
			Capacidad vial	Intervalo (veh/hor)	
			Grado de servicio	Intervalo (%)	
		Diseño de señalización vial	Infraestructura vial	Intervalo (%)	Normas legales Normas técnicas
			Señalización horizontal	Unidad	
			Señalización vertical	Unidad	
	Semáforos	Unidad			

### **3.3. Unidad de Análisis**

Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022

### **3.4. Población y Muestra**

#### **Población**

La población del Centro Poblado Comunidad Ancobamba está conformada por una superficie total de 910.8 Km<sup>2</sup> y tiene una altitud media de 3,959 m.s.n.m. La población total es de 445 habitantes distribuidas en 136 familias (CCA, 2016).

#### **Muestra**

Todo el conjunto de vías que se encuentran distribuidas en Centro Poblado Comunidad Ancobamba: Santa Rosa-Paucapata-Ccaccasaya-Chuymay-llancay-Hatuntuyus- Santiago-Ancobamba Ancobamba –Santiago-Supalla-Santa Rosa

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnicas**

- Trabajo de campo para efectuar el correspondiente reconocimiento de las vías del Centro Poblado de Ancobamba y de esta manera identificar las vías con exactitud, así como el estudio de tráfico a través de la guía de recojo de datos.
- Estudio de mecánica de suelos y establecimientos de las principales características de la constitución del suelo con análisis de laboratorio a fin de determinar la procedibilidad de la pavimentación.
- AUTOCAD 2021: Se usará para la elaboración de toda la planimetría que ha de acompañar el estudio.

- AUTOCAD CIVIL 3D 2021: Se empleará para diseñar el área específica del terreno.

### **Instrumentos**

Ficha de recolección de datos:

A través de la ficha de recolección de datos se recogió la información siguiente:

- Con respecto al estudio vehicular, se efectuó una evaluación de acuerdo a lo que indica el manual de Calles y Carreteras establecido por el MTC, edición 2018.
- Con respecto al estudio de suelos, se efectuó un conjunto de toma de muestras del suelo en distintas áreas del centro poblado, con el objetivo de desarrollar los respectivos ensayos y pruebas de laboratorio y de esa forma, poder establecer las características del suelo.

### **3.6. Procedimientos**

Se procedió primeramente a realizar un acopio teórico de toda la información a fin de dar sustento a los aspectos relacionados a las variables del estudio. Esa búsqueda se hará en bibliotecas digitales y en base de datos como Scopus.

Seguidamente, se realizó el trabajo de campo. Para ello se hará uso, tanto de la ficha de control, así como del recojo de muestras de suelo, las mismas que serán derivadas al laboratorio respectivo.

También se hizo uso de software informático especializado con el Excel, el Autocad y Civil 3D. Seguidamente, obtenidos los valores necesarios, se aplicará la metodología AASHTO 93 con la cual se hará el cálculo correcto del número estructural para establecer los espesores necesarios de las capas asfálticas.

### **3.7. Rigor científico**

Todos los cálculos, análisis y diseños a ser desarrollados en este estudio se hicieron con respeto estricto de los parámetros científicos necesarios. Para ello se hizo una revisión sistemática, tanto de la teoría como de otros estudios similares que provean los cauces adecuados para dotar al presente estudio, no sólo del respaldo necesario en cuanto a los pasos del método científico aplicado, sino también por la reproducibilidad del diseño en la aplicación futura que puede hacerse del presente proyecto.

### **3.8. Método de Análisis de Datos**

Para el análisis de datos se utilizó la información recolectada mediante la revisión documental relacionados con las variables y sus dimensiones, éstas fueron agrupadas según los objetivos del presente estudio para determinarlos. Toda esta clasificación y gráficas se realizó en el software Microsoft Excel. Para la interpretación de la información obtenida se hizo uso del Autocad en su última versión para el respectivo levantamiento planimétrico, así como de las proyecciones del proyecto haciendo uso del Civil 3D.

### **3.9. Aspectos éticos**

La ética del estudio se sustenta en la veracidad de la información a ser obtenida, la misma que fue cuidadosamente tratada. En ese contexto, fueron consultadas diversas obras técnicas y científicas relacionadas al tema y en donde se formulan los criterios epistemológicos que dan sustento al trabajo a ser realizado. Por otro lado, se patentó el compromiso pleno del investigador con toda la información a recogida en el trabajo de campo, la misma que se ciñó a los criterios éticos de respeto pleno a la veracidad y la reserva necesaria. Asimismo, las muestras recogidas fueron debidamente cuidadas a fin de no tener contaminantes que puedan alterar los resultados. Los cálculos y diseños fueron elaborados respetando estos mismos criterios éticos lo que determinó la naturaleza plenamente científica de la investigación y de los resultados obtenidos.

Es importante subrayar, que en atención a los principios éticos (justicia, respeto a las personas, beneficencia, autonomía y no maleficencia), la investigación se ajustó plenamente de acuerdo a los siguientes criterios: en cuanto al principio de justicia, el estudio se funda en base a la propuesta de un proyecto que puede tener mucha importancia en el desarrollo de una comunidad que, como la mayoría de comunidades ubicadas en la serranía de nuestro país, se encuentran muy abandonadas por parte del Estado. Ante esta realidad, este trabajo pretende revertir precisamente esa condición injusta, siendo desde ese plano, éticamente favorable. Asimismo, el respeto a las personas es base esencial de esta investigación, por lo que a todos los involucrados, se ha enfatizado su total respeto en cuanto a la información que pudieron haber brindado, así como a su condición humana. En cuanto al principio de beneficencia, este trabajo trata sobre un proyecto que va a tener un significativo aporte en la mejora de las condiciones de vida de los pobladores de la comunidad seleccionada como objetivo. En lo relacionado al principio de autonomía, explícitamente este trabajo solo ha dependido de sus autores sin la tercerización de ninguna entidad o persona que pudiese haber tenido intereses propios en el trabajo. Por último, en cuanto al principio de no maleficencia, este trabajo tiene un carácter enteramente positivo en la introducción de una mejora en la comunidad, por lo quedan desterrados cualquier tipo de pretensión subalterna o de otra naturaleza que no sea el de alcanzar un beneficio a la comunidad, objeto del estudio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Con respecto al primer objetivo: Estudios de tráfico

**Tabla 3:**

*Tráfico vehicular, IDM– cantidad de vehículos/día*

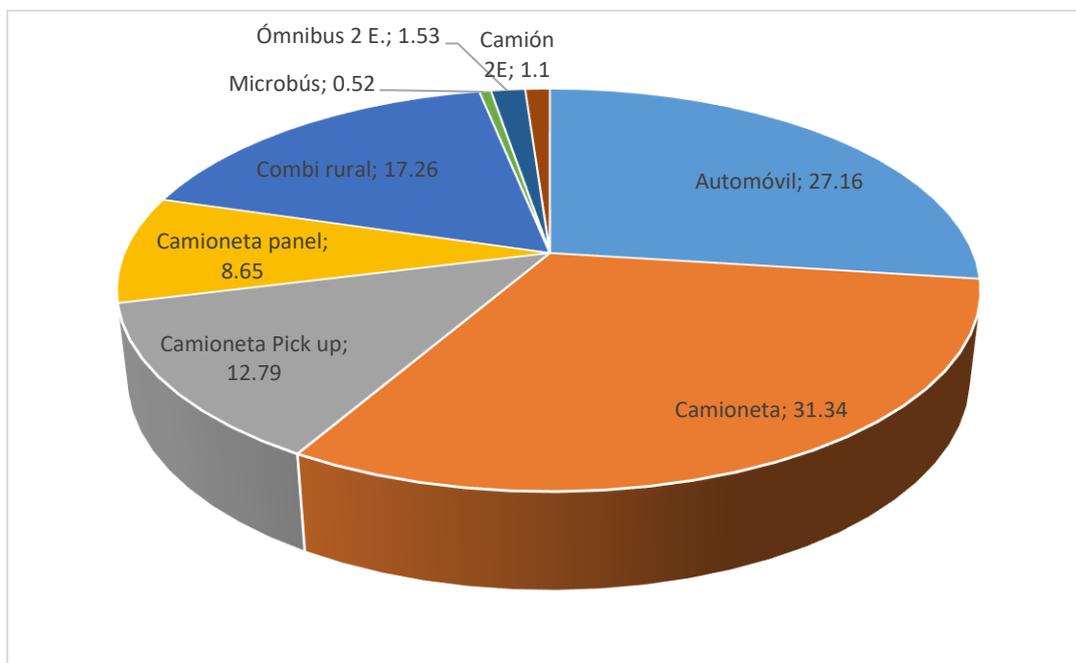
Tipo de vehículos	IMDS	% Distribución
Automóvil	1312	27.16
Camioneta	1514	31.34
Camioneta Pick up	618	12.79
Camioneta panel	418	8.65
Combi rural	834	17.26
Microbús	25	0.52
Ómnibus 2 E.	74	1.53
Camión 2E	36	1.1
Camión 3E	0	0
Camión 4E	0	0
Semi Tráiler	0	0
Tráiler	0	0
<b>Total IMD</b>	<b>4831</b>	<b>100%</b>

De acuerdo a la tabla N° 3, se tiene que el promedio de tráfico vehicular anual es de 4831 vehículos, de los cuales, los de tipo ligero (autos y camionetas), con el 58.4% del volumen total, son los que más circulan en el centro poblado.

Esta frecuencia de tránsito la podemos observar gráficamente en la figura de acuerdo a la distribución obtenida.

**Figura 3:**

*Frecuencia de tráfico vehicular*



Se ha podido evaluar el índice promedio de tráfico vehicular con una media de por día de 4831 vehículos por día.

#### **4.2. Con respecto a nuestro segundo objetivo: Exploración de Campo**

Para realizar el estudio de suelos, se procedió a la perforación de pozos para la exploración respectiva (calicatas) hasta una profundidad de 1.5 metros, efectuándose 8 calicatas, las mismas que fueron usadas para el análisis de laboratorio respectivo.

**Tabla 4:**

*Ajustes de la ecuación para índices de seguridad*

Número de calicata	Muestra	Profundidad
C - 1	M - 1	1.5 m
C - 2	M - 2	1.5 m
C - 3	M - 3	1.5 m
C - 4	M - 4	1.5 m
C - 5	M - 5	1.5 m

C - 6	M - 6	1.5 m
C - 7	M - 7	1.5 m
C - 8	M - 8	1.5 m

## Ensayos de Laboratorio

Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de FAMI Contratistas Generales, desarrollándose las siguientes pruebas:

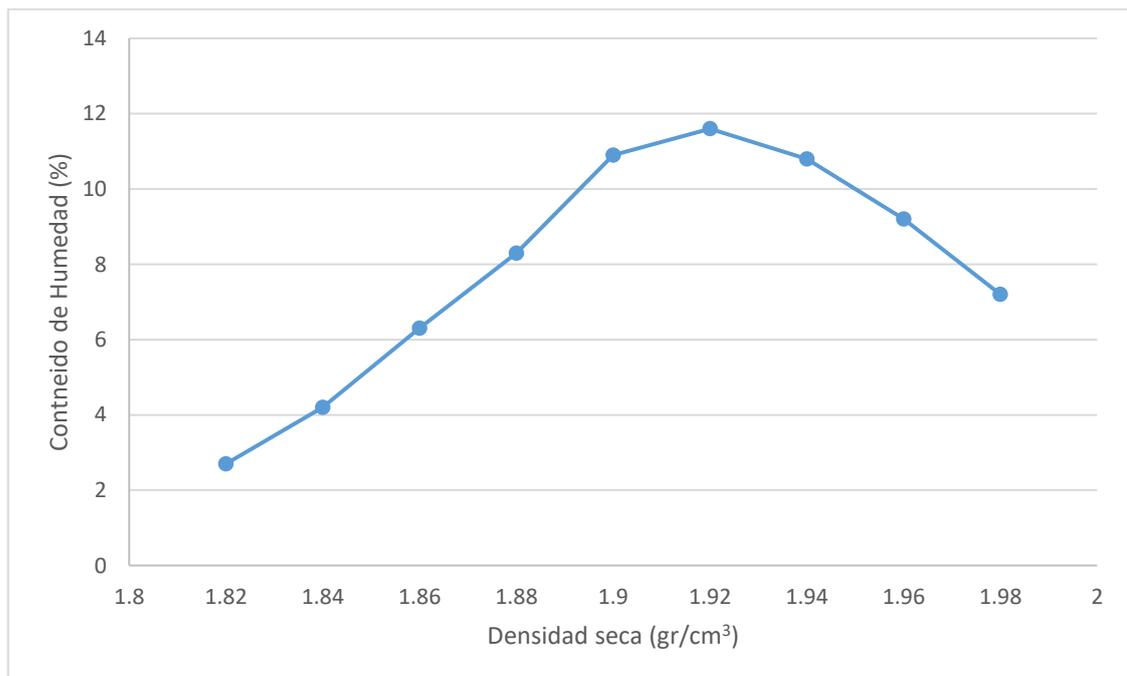
**Tabla 5:**

*Pruebas de laboratorio realizadas*

Tipo de prueba	Normas de Medición
Análisis granulométrico	ASTM D- 422
Índices de plasticidad	
Nivel de humedad	ASTM D- 2216
Nivel de gravedad específica	ASTM D- 854
Cálculo de compactación	N.T.P. 339.141
California Bearing Ratio	ASTM D- 1883
Prueba de carga de penetración	

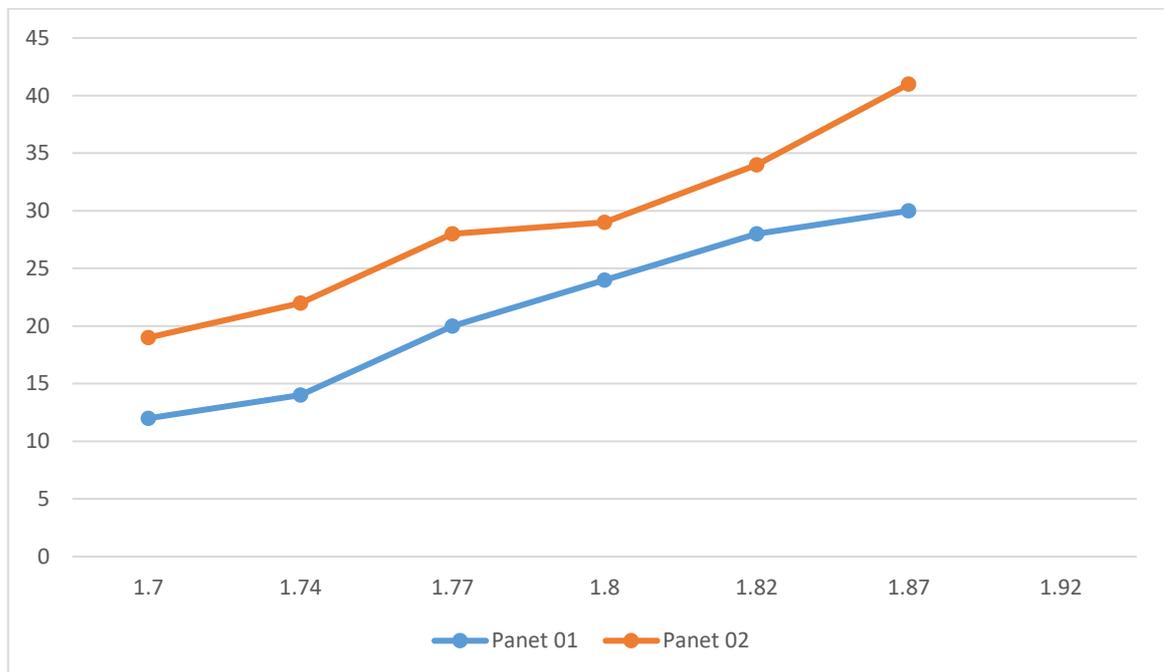
**Figura 4:**

Del Proctor modificado a la primera progresiva obtenida.



**Figura 5:**

Evaluación CBR en la primera progresiva.



#### 4.3. Con respecto a nuestro tercer objetivo: Pavimento Flexible

**Tabla 6:**

De las vías equivalentes (De acuerdo a registro obtenido por AASHTO93)

Pavimento flexible			
Tasa anual de crecimiento Vehiculos pesados		r:	4.45 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)		n:	20
Factor Fca vehiculos pesados	$actor\ ca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	31.27
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido			1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)		Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)		ESAL	2 956 517
<b>#EE = 365 * (Σf.IMDa) * Fd * Fc * Fca</b>			

**Tabla 7:**

Número estructural necesario (De acuerdo a registro obtenido por AASHTO93)

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)	2 956 517
Suelo de la subrasante		CBR =	31.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	MR (psi)=	22742.23
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo:	TP7
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		conf.	90.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		ZR	-1.062
Desviación estandar combinado		So	0.54
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		$\Delta$ PSI	1.5

Esto nos conduce a utilizar la ecuación correspondiente:

$$SNR = \log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 1.5 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.5 \log_{10}(M_R) - 8.7$$

$$= 2.442$$

### Transitabilidad

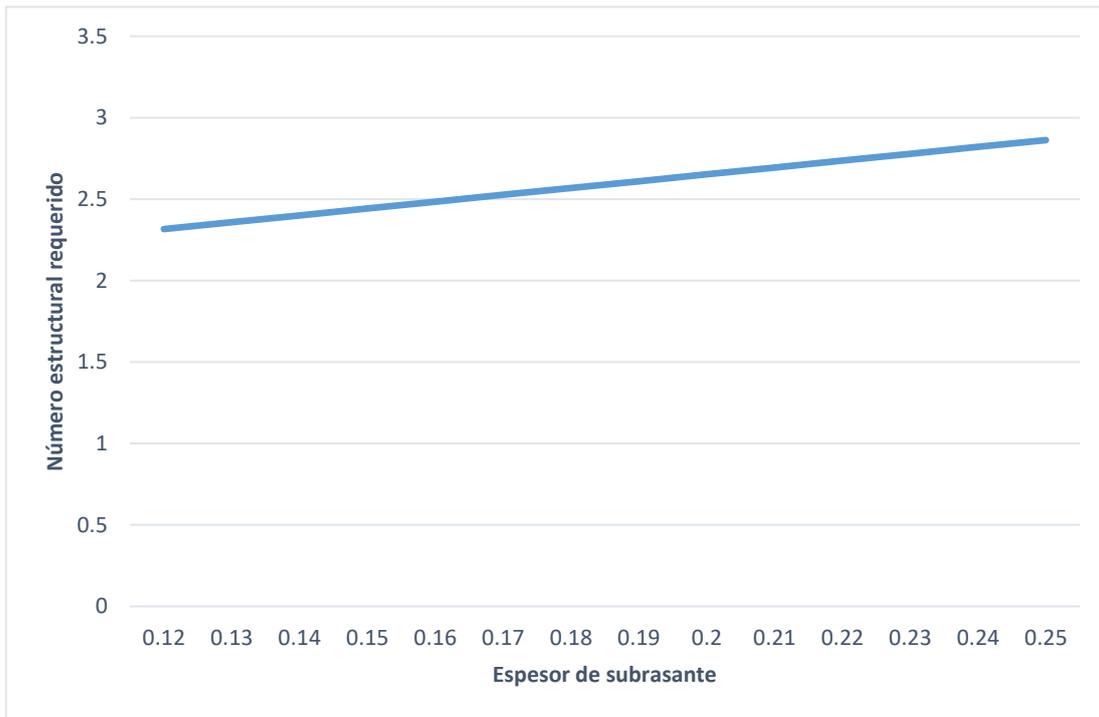
De acuerdo al valor SNR obtenido, se puede calcular para valores de 12 cm a 25 cm de grosor de subrasante.

Subrasante (m)	Número estructural (SNR)	Numero estructural considerado para el diseño
0.12	2.442	2.316
0.13	2.442	2.358
0.14	2.442	2.400
0.15	2.442	2.442
0.16	2.442	2.484
0.17	2.442	2.526
0.18	2.442	2.568
0.19	2.442	2.610
0.20	2.442	2.652
0.21	2.442	2.694
0.22	2.442	2.736
0.23	2.442	2.778

0.24	2.442	2.820
0.25	2.442	2.862

**Figura 6:**

*Regresión lineal de los valores de variación de espesor.*



Seguidamente se muestra el cálculo de los valores de seguridad

**Tabla 8:**

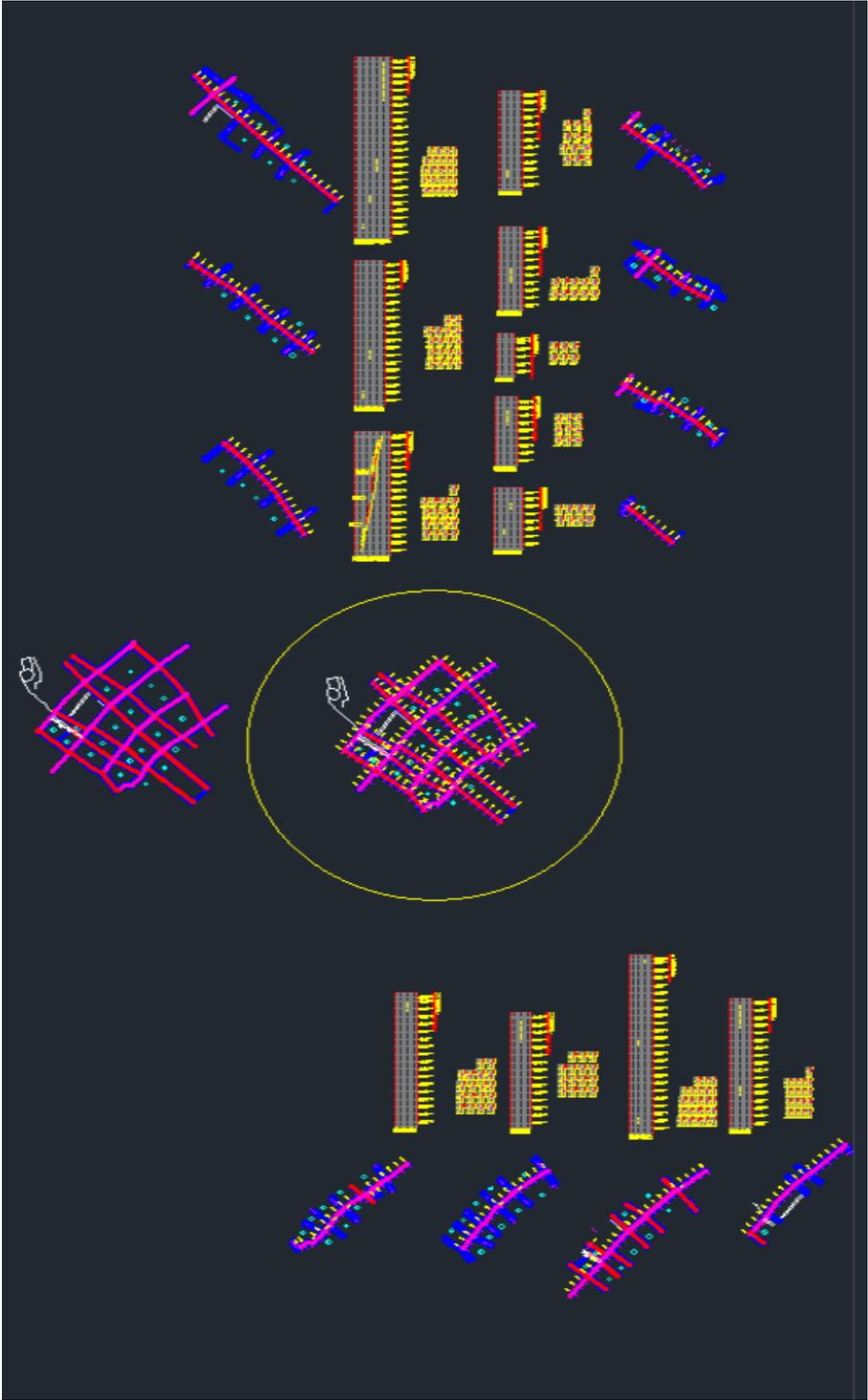
*Ajustes de la ecuación para índices de seguridad*

Factor de Seguridad	Número estructural	Espesor subrasante
1	2.442	0.210
1.2	2.889	0.284
1.5	3.374	0.461
2	4.964	0.688

#### **4.4. Con respecto al cuarto objetivo. Levantamiento Topográfico**

**Figura 7:**

Triangulación Aplicada.



**Figura 8:**

Distribución de calles



Fuente: Obtenido <https://es-pe.topographic-map.com/maps/817y/Ancobamba/>

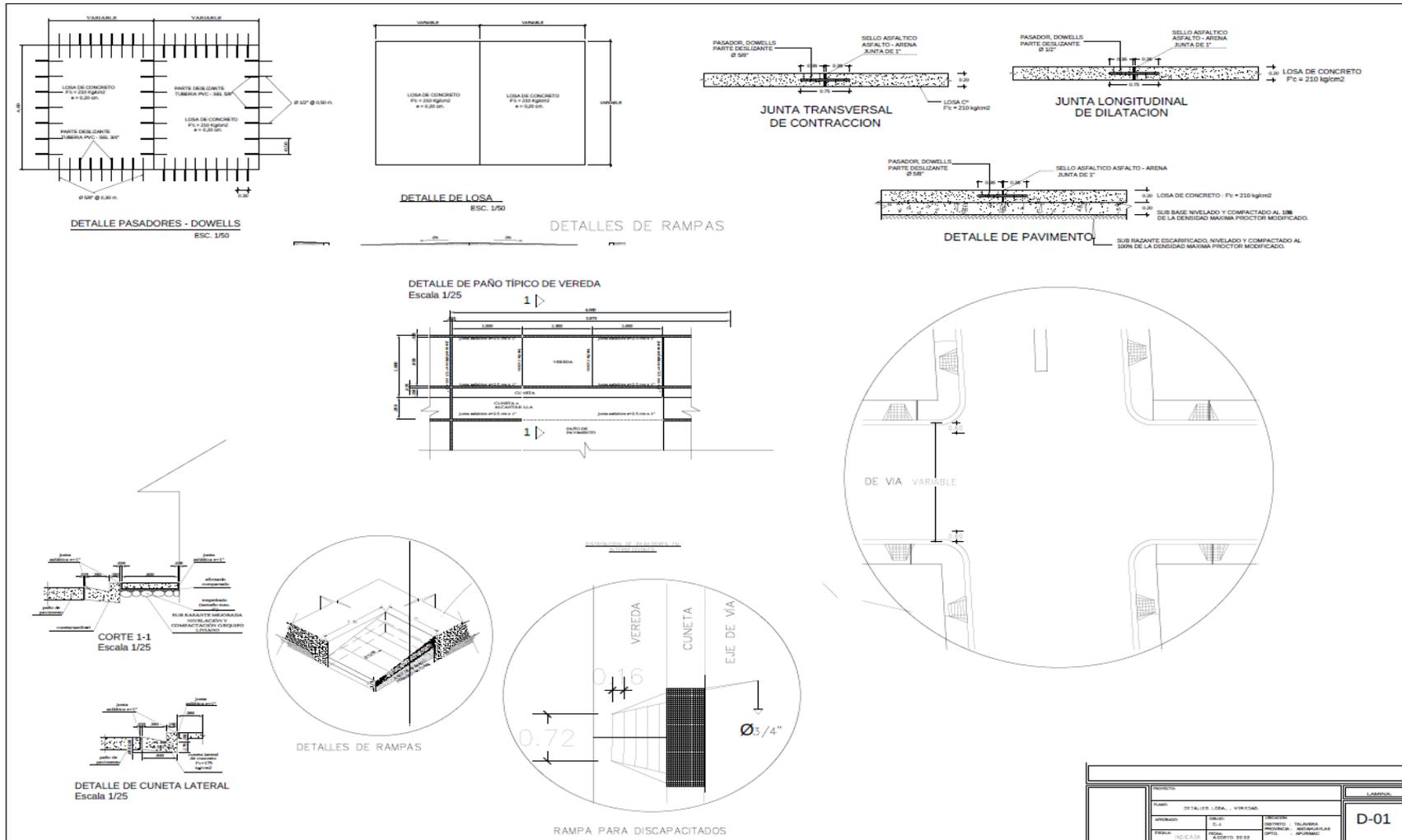
**Figura 9:**

Estructura topográfica del suelo



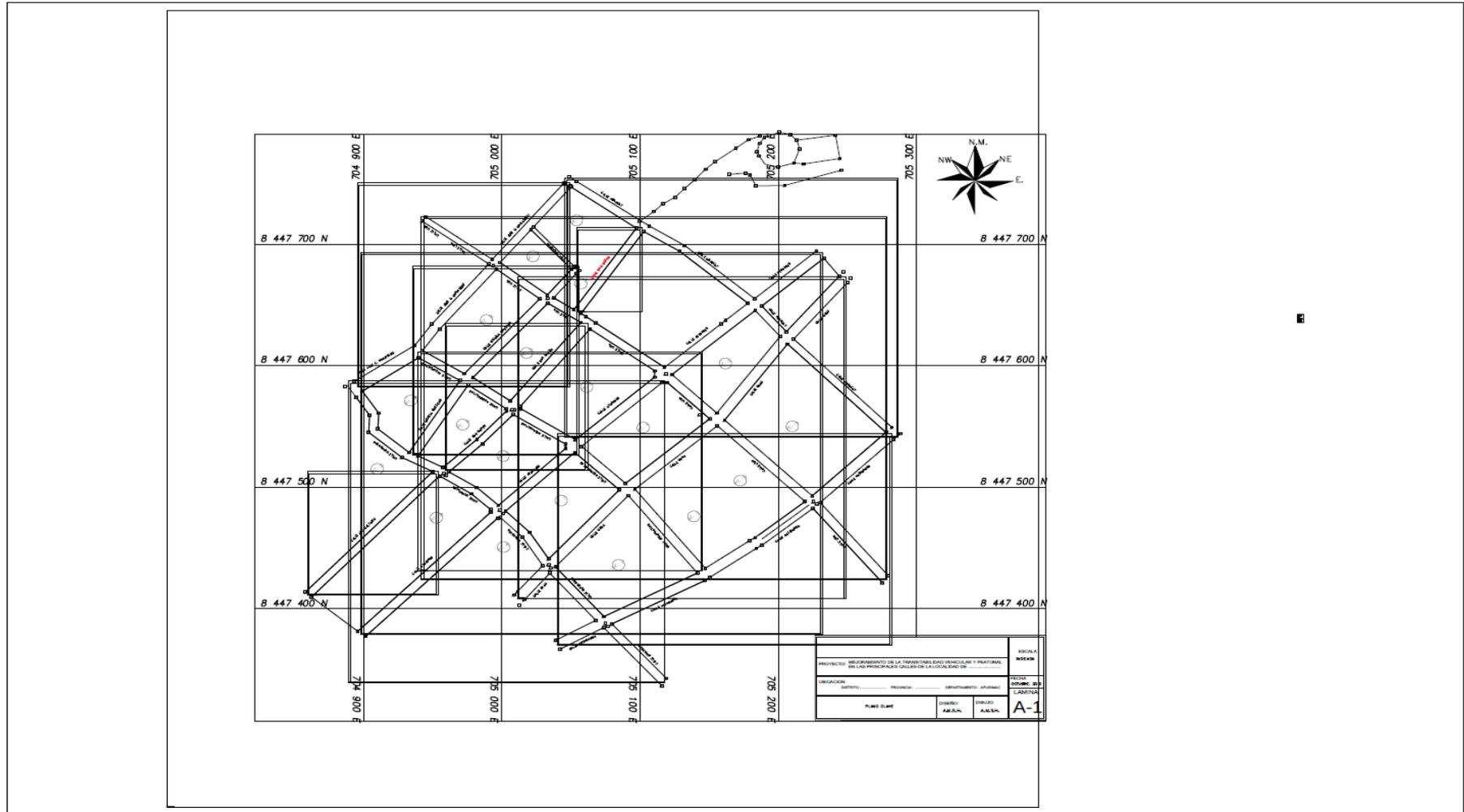
Fuente: Obtenido de: <https://www.google.com/maps/place/Plaza+de+Ancobamba/>

**Figura 10:**  
*Detalles Losa y veredas*

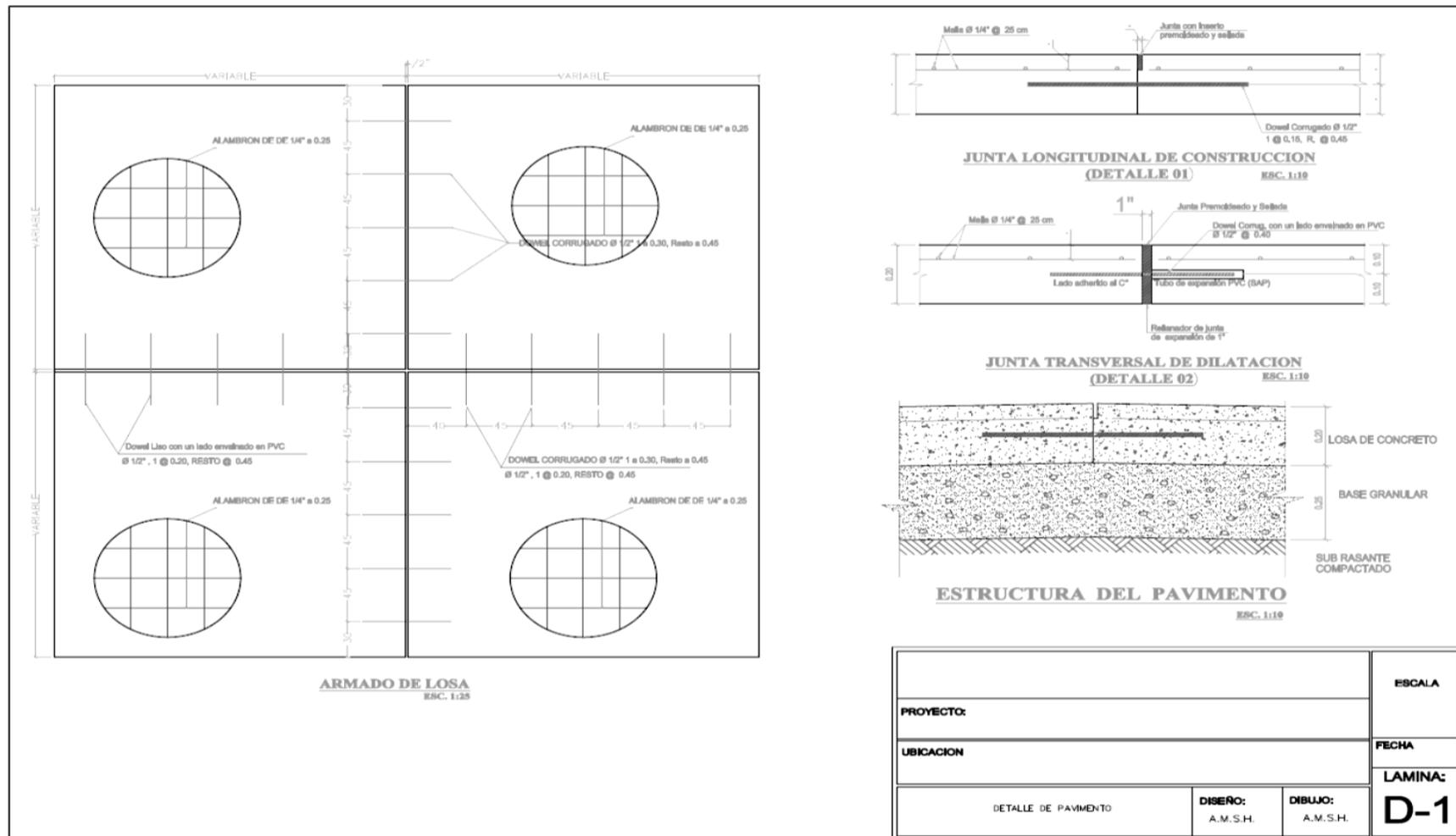


**Figura 11:**

*Distribución de calles y veredas*



**Figura 12:**  
*Estructura del Pavimento*



## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En cuanto al primer objetivo, de las ocho calicatas realizadas, se obtuvieron muestras muy similares y propicias para pavimentos de alto tráfico. Sin embargo, si se considera la baja frecuencia de transitabilidad y la carga vehicular, se desprende que no se requiere ese tipo de pavimentos optándose por uno de bajo costo y de buen perfil en cuanto a durabilidad y calidad, más que suficientes para poder pavimentar todas las calles del centro poblado.

De acuerdo a lo planteado en el segundo objetivo de la investigación, los parámetros de entrada para los tramos de las calles del Centro Poblado de Acobamba reflejan condiciones apropiadas sobre el terreno (como en el caso de los tramos tratados aquí) obteniéndose resultados favorables de las actividades de investigación desarrolladas para esta tesis. En el centro poblado objeto de este estudio, se encuentran condiciones muy favorables para la aplicación del presente proyecto.

En lo concerniente al tercer objetivo, si bien es cierto el método AASHTO 93, no ofrece un desempeño óptimo durante toda la vida en servicio el pavimento, no se considera relevante tomar en consideración este aspecto dado el uso muy limitado que se va realizar por desplazamiento de vehículos en las referidas calles a ser pavimentadas

Por último, en torno al cuarto objetivo, Graef et al. (2021), en las distintas pruebas que desarrollaron evaluando diversos pavimentos flexibles en zonas de bajo tránsito a través de la metodología AASHTO 93 pudo determinar pavimentos que perfectamente pueden adecuarse para el uso del presente proyecto, garantizando, no sólo resistencia y larga vida útil sino también un alto nivel de seguridad para los usuarios. La diferencia de las áreas donde fueron realizados los estudios, las cuales ofrecían terrenos inestables y poco dúctiles, en el centro poblado donde se proyecta el presente estudio ofrece terrenos óptimos que no requieren procedimientos de mejora exhaustiva lo que favorece grandemente la aplicación del proyecto y el abaratamiento en la construcción del pavimentado.

En esa línea, Yuto y Quiñones (2020), enfatizaron es investigación un sobre la estabilidad del pavimento elegido, sometiendo diversas pruebas de resistencia realizadas en laboratorio. En sus conclusiones, ofrecen un tipo de pavimento con un alto nivel de flexibilidad y durabilidad, lo que, asociado a una topografía sin pendientes pronunciadas, favorece enormemente el proceso de pavimentación, con inversiones reducidas y con buenos resultados en cuanto a calidad y resistencia a tráficos de baja a mediana intensidad.

Por su parte, Neira y Rebaza (2020) se centran en la elasticidad del material, particularmente del denominado “modelo elástico lineal”. Se caracteriza por ofrecer una estructura multicapa LEA, sin embargo, considero que el modelo es excesivo, pues los requerimientos exigibles para el presente proyecto de acuerdo a los índices de tráfico promedio, no aplica. En ese sentido, las calles de Ancobamba no precisan del alto flujo considerado en esta investigación citada, por lo que considero que no se adecúa a lo pretendido en el presente estudio.

Bermúdez y Ramos (2019) por su parte, centraron su trabajo investigativo sólo en la pavimentación de una avenida de alto tráfico. A pesar de las limitantes, lograron desarrollar un proyecto a corto plazo, con un costo reducido, aprovechando la disposición del terreno, tanto en accesibilidad como en calidad para ser trabajados en un periodo corto de construcción. Se eligió un pavimento flexible para un nivel alto de tráfico, que se caracteriza principalmente por vehículos de dos y tres ejes como son los camiones de carga. No obstante, pese a la utilización de un pavimento de alto perfil, el costo de la construcción fue bastante modesto por las condiciones favorables y la carencia de necesidad de introducir mejoras en el terreno, obteniéndose un resultado muy propicio y favorable.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 1) Con respecto al primero objetivo específico trazado para el presente estudio, se ha podido establecer la carga vehicular en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, el cual se sitúa en un nivel bastante bajo de frecuencia, siendo las camionetas y automóviles los que alcanzan el mayor porcentaje de tráfico. No se ha detectado tráfico pesado con camiones de tres o cuatro ejes, lo que facilita que el proyecto no involucre materiales de alto perfil.
- 2) Con respecto al segundo objetivo, el estudio de mecánica de suelos con propósitos de pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022, de acuerdo a las calicatas realizadas en distintos puntos del centro poblado en donde, de acuerdo a la distribución de sus calles se configurar y a la pavimentación, se ha podido obtener una lectura muy similar en los ocho puntos evaluados, arrojando como resultado el hecho de tener terrenos bastante propicios que ofrecen una condición óptima para el pavimentado.
- 3) En cuanto al tercer objetivo, la determinación de los parámetros y variables de diseño con la metodología AASHTO 93 necesarios para la pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, se ha podido visualizar que constituye una metodología muy acertada, sobre todo para proyectos pequeños como el presente, que no involucra estándares de resistencia y durabilidad de alto perfil para los pavimentos, en la medida que se trata de un centro poblado con bajo tráfico vehicular. De acuerdo a los resultados obtenidos a través de las estimaciones de los ensayos Proctor modificado y California Bearing Ratio para encontrar el valor del material más adecuado en la subrasante, obteniéndose un estimado de 31.2%, nivel muy adecuado para terrenos que ofrecen una condición óptima y que no necesitan mejoramiento. De acuerdo a los estimativos, no se presenta el California Bearing Ratio menor a 6%.

- 4) En cuanto al cuarto objetivo, relacionado al cálculo de los espesores del pavimento flexible necesarios para la red vial urbana con la metodología AASHTO 93 en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, se realizó un ajuste del remplazo de espesor de la capa su rasante en 1 cm desde los 12 a 25 cm, hallándose una correlación equivalente a uno. De esta manera que el mínimo necesario se sitúa en los 21 cm. En ese contexto, se situó al nivel de seguridad entre los valores 1.1 y 2 respectivamente, encontrándose que para factores de seguridad de 1.1, 1.5 y 2, se obtuvieron espesores de 0.284 m, 0.442 m y 0.688 m.
- 5) Por último, se pudo diseñar una propuesta respecto a la viabilidad del pavimento flexible por el método del índice de grupo y el método CBR, el cual cubre con creces las necesidades y las exigencias técnicas del presente proyecto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda efectuar estudios a posterioridad que permitan alcanzar un índice de California Bearing Ratio mayor o igual al 25%.

Para futuras aplicaciones en otros centros poblados cuya topografía presente pendientes mayores al 5%, se sugiere efectuar nuevos cálculos para determinar el tipo de pavimento flexible a ser utilizado.

Sería importante igualmente, efectuar evaluaciones equidistantes y de esa forma de terminar la homogeneidad y de los terrenos en secciones de igual longitud.

Si bien es cierto el índice de tráfico que actualmente se da en el centro poblado de Ancobamba es reducido, es importante tomar en consideración un incremento progresivo conforme el parque automotor en dichas provincias se vaya incrementando, por lo que todos los cálculos deben poseer una previsión de un 30% en los estimativos y de esa manera proyectar una vida útil del pavimento a un par de décadas mínimamente.

## **VIII. PROPUESTA**

### **Introducción**

Para una construcción económica y eficiente de las carreteras, es esencial el diseño correcto del espesor de los pavimentos para diferentes condiciones de tráfico y subgrados. La ciencia del diseño de pavimentos es relativamente nueva.

El tipo de pavimento que se utiliza principalmente en el Perú para las carreteras es el pavimento flexible (hormigón bituminoso). Con el paso del tiempo y el avance de la tecnología, cada vez se utilizan más vehículos, por lo que en los proyectos de pavimentación, se tienen que considerar no solo las cuestiones inmediatas en relación a los cálculos efectuados, con la información presente, sino con la dinámica que van a tener esos pavimentos en un futuro a corto y mediano plazo, lo que va a contribuir a su durabilidad. Otros factores a tomar en consideración, que disminuyen la vida útil y la capacidad de servicio de las carreteras, son el impacto de las condiciones meteorológicas extremas/las fuertes lluvias, la facilidad de construcción, los problemas de mantenimiento, etc.

En la actualidad, como consecuencia del crecimiento de la población y del número de vehículos, la demanda de construcción de pavimentos está aumentando, por lo que existe una gran necesidad de llevar a cabo un estudio de viabilidad completo para planificar un futuro mejor y un mejor diseño de los pavimentos, que constituye la base de esta propuesta.

Para una comprensión inicial y una comparación numérica del pavimento flexible se obtuvieron datos de la división de carreteras y algunas publicaciones que consisten en investigaciones previas. En ese contexto, los materiales de pavimento poroso se han estudiado durante muchos años con el objetivo principal de implementarlos a escala de la ciudad para minimizar el impacto ambiental relacionado con la gestión de las aguas pluviales causadas por las superficies urbanas (Yang et al., 2009). Existen varios tipos de materiales de pavimento poroso, de los cuales los más comunes y ampliamente estudiados son los pavimentos de asfalto poroso y de hormigón poroso (PC).

A pesar de las múltiples ventajas medioambientales que presenta el PC, los constructores de pavimentos todavía no confían en él, probablemente debido a la reducida vida útil que presenta este material. Esto se debe principalmente a sus características físicas, con un esqueleto de áridos de grado abierto diseñado para mantener un alto contenido de vacíos de aire (AV), normalmente superior al 20%, lo que se traduce en una baja resistencia mecánica y una vida útil reducida. Muchos investigadores han señalado la falta de árido fino o arena en la mezcla como la principal razón de la escasa capacidad mecánica del PC, cambiando el esquema estructural de material continuo a discontinuo. En consecuencia, se incluyen diferentes tipos de aditivos en la mezcla para compensar esta pérdida de capacidad mecánica.

También se ha intentado sustituir el árido grueso (AC) por polímeros más resistentes, incluir fibras de celulosa como refuerzo y complementar el cemento con humo de sílice o cenizas volantes. Sin embargo, es posible que, sólo cambiando el método de dosificación, las características mecánicas del hormigón poroso puedan mejorar, manteniendo una permeabilidad suficiente para su uso en sistemas de pavimento permeable (PPS).

Todos estos aspectos nos conducen a establecer la presente propuesta en base al diseño en base a hormigón poroso para la construcción de la estructura vial urbana del Centro Poblado Ancobamba, Apurímac.

## **Objetivos**

Los principales objetivos de este estudio de viabilidad son los siguientes

- Llevar a cabo una investigación detallada sobre el pavimento flexible poroso, examinando además sus subdivisiones/subcategorías y las principales diferencias que los rigen.
- Determinar la idoneidad relativa del pavimento flexible poroso.
- Averiguar los principales factores que rigen la viabilidad del pavimento flexible y sus implicaciones en el proyecto, tanto a corto como a largo plazo.

- Examinar los aspectos financieros del pavimento flexible, tanto a corto como a largo plazo, y basarse en los resultados de los pasos anteriores.
- Proporcionar una conclusión final basada en todas las etapas mencionadas del trabajo de investigación para saber qué tipo de pavimento será más factible para la construcción de la estructura vial urbana con pavimento flexible poroso para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ancobamba, Apurímac.

### **Fundamentación Teórica**

Los pavimentos flexibles se prefieren a las carreteras de hormigón de cemento, ya que tienen la gran ventaja de que pueden reforzarse y mejorarse por etapas con el crecimiento del tráfico y también sus superficies pueden fresarse y reciclarse para su rehabilitación. De acuerdo a Davoodi et al. (2021), los pavimentos flexibles son menos costosos también con respecto a la inversión inicial y al mantenimiento. Aunque los pavimentos rígidos son caros, tienen menos mantenimiento y tienen un buen periodo de diseño. La parte económica se lleva a cabo para el diseño del pavimento de una sección utilizando los resultados obtenidos por el método de diseño y sus correspondientes espesores de capa de componentes.

Hamzani et al. (2021) investigaron el comportamiento de los pavimentos flexibles en suelos expansivos utilizando grava y cenizas como sub-base con neumáticos de desecho como material de refuerzo. Se observó que a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio de cizallamiento directo y CBR, la subbase de grava muestra un mejor rendimiento en comparación con la subbase de ceniza con diferentes porcentajes de caucho de neumáticos de desecho como material de refuerzo. Las pruebas de carga cíclica también se llevan a cabo en el laboratorio mediante la colocación de una placa metálica circular en los pavimentos flexibles modelo. Se observó que la capacidad de carga máxima asociada a un menor valor de deflexión de rebote se obtiene para la subbase reforzada con grava en comparación con la subbase reforzada con ceniza.

Al-Humeidawi et al. (2021) diseñaron una carretera modelo para una colonia de nueva construcción basada en los principios modernos de diseño de pavimentos.

En la alineación existente de la carretera, se recogen muestras de suelo para determinar sus características, como los límites de consistencia, el análisis granulométrico, los valores C.B.R., etc. En base a esto, se diseña el espesor del pavimento (flexible). La alineación de la carretera también se diseña y se fija mediante topografía y nivelación.

Para Hong et al. (2020), el diseño de pavimentos consta de dos partes:

- i. Diseño de la mezcla del material que se utilizará en cada capa componente del pavimento
- ii. Diseño del espesor del pavimento y de la capa componente Los diversos factores a considerar para el diseño del pavimento son:
  - a) Carga de la rueda de diseño
  - b) Suelo sub-grado
  - c) Factores climáticos
  - d) Material del componente del pavimento
  - e) Factores ambientales
  - f) Factores especiales en el diseño de los diferentes tipos de pavimentos.

**a) Carga de la rueda de diseño:**

Los siguientes son los factores importantes de la carga de la rueda:

**(A) Carga máxima por rueda:**

La carga máxima legal por eje especificada por el IRC es de 8170kg con una carga máxima equivalente por rueda simple de 4085kg. La carga total influye en la igualdad de la capa de rodadura. El cálculo de la tensión vertical bajo una carga circular se basa en la teoría de Boussinesq

$$\sigma_z = P \left[ 1 - \left( \frac{Z^3}{(a^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}} \right) \right]$$

### **Presión de contacto**

La presión de los neumáticos de altas magnitudes exige una alta calidad de los materiales en las capas superiores en los pavimentos, sin embargo, la profundidad total del pavimento no se rige por la presión de los neumáticos.

Generalmente, se supone que la carga de las ruedas se distribuye en un área circular, pero se observa que el área de contacto en muchos casos es elíptica.

Los términos comúnmente utilizados con referencia a la presión de los neumáticos son

- Presión de los neumáticos
- Presión de inflado
- Presión de contacto

La presión de los neumáticos y la presión de inflado son exactamente lo mismo. La presión de contacto es mayor que la presión del neumático cuando ésta es inferior a 7 kg/cm<sup>2</sup> y viceversa cuando la presión del neumático es superior a 7 kg/cm<sup>2</sup>.  
Factor de rigidez = (presión de contacto) / (presión del neumático)

R.F. =1, para una presión de los neumáticos de 7 kg/cm<sup>2</sup>

### **(B) Presión de contacto**

- La presión de los neumáticos de altas magnitudes exige una alta calidad de los materiales en las capas superiores en los pavimentos, sin embargo, la profundidad total del pavimento no se rige por la presión de los neumáticos.
- Generalmente, se supone que la carga de las ruedas se distribuye en un área circular, pero se observa que el área de contacto en muchos casos es elíptica.

- Los términos comúnmente utilizados con referencia a la presión de los neumáticos son
  - i. Presión de los neumáticos
  - ii. Presión de inflado
  - iii. Presión de contacto

La presión de los neumáticos y la presión de inflado son exactamente lo mismo. La presión de contacto es mayor que la presión del neumático cuando ésta es inferior a  $7 \text{ kg/cm}^2$  y viceversa cuando la presión del neumático es superior a  $7 \text{ kg/cm}^2$ . Factor de rigidez = (presión de contacto) / (presión del neumático)

R.F. =1, para una presión de los neumáticos de  $7 \text{ kg/cm}^2$

R.F. <1, para una presión de los neumáticos  $>7 \text{ kg/cm}^2$

R.F. >1, para una presión del neumático  $<7 \text{ kg/cm}^2$

El factor de rigidez depende del grado de tensión desarrollado en la pared del neumático.

### **(C) Carga equivalente de una rueda (ESWL):**

El efecto sobre el pavimento a través de un conjunto de doble carga no es igual a dos veces la carga sobre una sola rueda. La presión a una profundidad por debajo de la superficie del pavimento está entre la carga simple y el doble de la carga soportada por una rueda cualquiera.

### **(D) Repetición de cargas:**

Si la estructura del pavimento falla con  $N_1$  número de repeticiones y  $P_1$  kg de carga y, del mismo modo, si  $N_2$  número de repeticiones de  $P_2$  kg de carga también puede causar el fallo de la misma estructura del pavimento, entonces  $P_1N_1$  y  $P_2N_2$  son equivalentes.

Si el espesor requerido para 106 repeticiones es "t", entonces el espesor del pavimento requerido para la falla en una repetición es t/4

**(E) Modulidades elásticas:**

- Los módulos elásticos de los diferentes materiales del pavimento pueden ser evaluados. Principalmente se emplea el ensayo de rodamiento de placas para este propósito.
- Si  $\Delta$  es la máxima deflexión vertical del pavimento flexible, entonces

$$\Delta = \frac{1,5 pa}{E_s}$$

- Si se emplea placa circular rígida en lugar de placa flexible, entonces:

$$\Delta = \frac{1,8 pa}{E_s}$$

Donde, a= radio de la placa

P = presión en la deflexión

Es= módulo de juventud del material del pavimento

**b) El subsuelo:**

Las propiedades del subsuelo son importantes a la hora de decidir el espesor del pavimento para protegerlo de las cargas de tráfico. Las variaciones en la estabilidad y el volumen del subsuelo con los cambios de humedad deben estudiarse, ya que estas propiedades dependen de las características del suelo. Aparte del diseño, el rendimiento del pavimento depende en gran medida de las propiedades del suelo subyacente y del drenaje.

Las propiedades deseables del suelo como material de pavimentación son:

- i. Estabilidad
- ii. Incompresibilidad

- iii. Permanencia de la fuerza
- iv. Cambios mínimos de volumen y estabilidad bajo condiciones adversas de clima y agua subterránea
- v. Buen drenaje
- vi. Facilidad de compactación

**c) Factores Climáticos:**

Las variaciones climáticas provocan los siguientes efectos principales:

- i. Variación del contenido de humedad,
- ii. Acción de las heladas,
- iii. Variación de la temperatura.

**Variación del contenido de humedad:**

La estabilidad de la mayoría de los suelos de subrasante disminuye bajo condiciones adversas de condiciones de humedad adversas. La presencia de la fracción de suelo con alta plasticidad dará lugar a variaciones en el volumen (hinchazón y contracción) con la variación del contenido de agua. A medida que la humedad de humedad de la subrasante por debajo del centro suele ser diferente a la de los bordes del pavimento de los bordes del pavimento, puede producirse un aumento o disminución diferencial de los bordes del pavimento con respecto al

El contenido de humedad por debajo del centro suele ser diferente al de los bordes del pavimento. Estos efectos pueden causar daños considerables al pavimento y además serán progresivos y acumulativos.

**Acción de la helada:**

La acción de las heladas se refiere al efecto adverso debido a las heladas. Debido al suministro continuo de agua por acción capilar a una temperatura inferior a la de

congelación, se produce el levantamiento por congelación. El levantamiento y descongelamiento no uniforme conduce a ondulaciones.

Los factores de los que depende la acción de las heladas son

- i. Suelo susceptible a las heladas,
- ii. Temperatura deprimida por debajo del suelo,
- iii. Suministro de agua,
- iv. Cobertura.

Para reducir los daños debidos a la acción de las heladas, se debe prever un sistema adecuado de drenaje superficial y subterráneo de drenaje superficial y subsuperficial. También se pueden proporcionar cortes capilares para reducir la acción adversa de las heladas mediante la estabilización del suelo.

#### **Variación de la temperatura:**

Las grandes variaciones de temperatura debidas a los cambios climáticos pueden causar efectos perjudiciales en algunos pavimentos. Se pueden inducir tensiones de temperatura de gran magnitud en

Los esfuerzos de temperatura pueden ser de gran magnitud en los pavimentos de hormigón de cemento, debido a las variaciones diarias de temperatura y al consiguiente alabeo del pavimento. Los pavimentos bituminosos se vuelven blandos cuando hace calor y frágiles en tiempo muy frío.

#### **d) Materiales de los componentes del pavimento:**

Las características de distribución de tensiones de las capas componentes del pavimento dependen de las características de los materiales utilizados. El comportamiento a fatiga de estos. El comportamiento a la fatiga de estos materiales y su durabilidad en condiciones climáticas adversas también deben ser tenidos en cuenta la debida consideración.

**e) Factores ambientales:**

Los factores ambientales, como la altura del terraplén y sus detalles de cimentación, la profundidad del corte, la profundidad de la capa freática subterránea, etc., afectan al rendimiento del pavimento.

La elección del ligante bituminoso y el rendimiento de los pavimentos bituminosos dependen de las variaciones de la temperatura del pavimento con las estaciones de la región. Las tensiones de alabeo en los pavimentos rígidos dependen de las variaciones diarias de la temperatura en la región y de la diferencia máxima de temperatura entre la parte superior y la inferior de la losa del pavimento.

**Diseño de pavimentos flexibles**

Los diversos enfoques para el diseño de pavimentos flexibles pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- (a) Métodos empíricos: Se basan en las propiedades físicas y los parámetros de resistencia. El método del índice de grupo, el método CBR, el método del estabilómetro y el método de Mc Leod, etc., son métodos empíricos.
- (b) Métodos semi empíricos o métodos semi teóricos: Estos métodos se basan en la función tensión-deformación y en la experiencia. Por ejemplo, Método de ensayo triaxial
- (c) Métodos teóricos: Se basan en cálculos matemáticos. Por ejemplo, el método de Burmister se basa en la teoría elástica de dos capas.

Método del índice de grupo:

Debbarma et al. (2020) sugirieron los requisitos de espesor con el método del Highway Research Board basado en los valores del índice de grupo. El valor del índice de grupo es un índice arbitrario asignado a los tipos de suelo en ecuaciones numéricas basadas en el porcentaje de finos, el límite líquido y el índice de plasticidad. Los valores de IG de los suelos varían entre 0 y 20. Cuanto mayor sea

el valor del IG, más débil será el subsuelo y, para un valor constante del volumen de tráfico, mayor será el requisito de espesor del pavimento.

El volumen de tráfico en este método se divide en tres grupos:

**Tabla 9:**

*Clasificación del volumen del tráfico*

<b>Volumen de tráfico (vehículos comerciales)</b>	<b>N° de vehículos por día</b>
Ligero	Menos de 50
Medio	De 50 a 300
Alto	Más de 300

Nota: Adaptado de Debbarma et al. (2020, p. 72)

**Pasos de diseño:**

Inicialmente, se calcula el valor del índice de grupo para el subsuelo en base a la siguiente fórmula:

$$GI = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

**Donde,**

a = porcentaje de material que pasa por el tamiz IS 200 (0,075 mm), es superior a 35 e inferior a 75 (0 a 40)

b = porcentaje de material que pasa por el tamiz IS 200 (0,075 mm), es superior a 15 e inferior a 55 (0 a 40)

c = límite líquido superior a 40 e inferior a 60 (0 a 20)

d = índice de plasticidad más de 10 y menos de 30 (0 a 20)

### La determinación del porcentaje de finura a través del tamiz 200:

Se tomó 500 g de la muestra de suelo subgrado. Seguidamente se tamizó a través del tamiz IS: 200. Mientras se tamizaba, se agitó de manera que la muestra rodó en movimiento regular sobre el tamiz. Se determinó la masa de material retenida en el tamiz y el valor del porcentaje más fino, mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje más fino} = \left[ \frac{\text{Masa de tierra pesada}}{\text{Masa total de tierra tomada}} \right] * 100$$

### Determinación del límite líquido:

De acuerdo a Rivera et al. (2022), el límite líquido de un suelo es el contenido de agua a partir del cual el suelo se comporta prácticamente como un líquido, pero tiene una menor resistencia al corte.

### Figura 13:

*Dispositivo para determinación del Límite Líquido usando la cazuela o copa de Casagrande*



En el dispositivo de límite líquido de la cazuela Casagrande (ver figura 10), la ranura se cerró con sólo 25 golpes. Se tomó 150 gr de muestra de suelo secado al aire que pasó por el tamiz IS de 425µ.

Se mezcló bien la muestra con agua destilada en un plato de evaporación o para formar una pasta uniforme. La mezcla se mantuvo durante unos 15 a 30 minutos hasta que se obtuvo una mezcla uniforme. Luego, se colocó la muestra en el vaso del aparato con una espátula y niveló para tener una profundidad mínima de tierra como 1cm en el punto de máximo espesor. El exceso de tierra, se transfirió al plato de evaporación. Se cortó un surco en la muestra en el vaso utilizando la herramienta de ranurado a través de la pasta a lo largo del eje de simetría. Se mantuvo la herramienta perpendicular al vaso. Seguidamente se dieron golpes mecánicos hasta que las dos mitades de la muestra de suelo entraron en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de 12 mm por flujo y no por deslizamiento. Luego se recogió la muestra representativa y colocó el espécimen en un recipiente hermético para la determinación del contenido de agua y determinar de esta manera, el contenido de agua, el límite plástico y, por tanto, del índice de plasticidad: el límite plástico del suelo es el contenido de agua del suelo a partir del cual deja de ser plástico (Di Mascio et al., 2021). El índice de plasticidad de la muestra de suelo se calculó utilizando la fórmula:

$$\text{Índice de Plasticidad} = \text{Límite Líquido} - \text{Límite Plástico}$$

### Observaciones y cálculos (muestra 1):

Peso de la muestra de suelo tomada=150gr Tabla 3.1: Límite líquido del suelo (muestra 1)

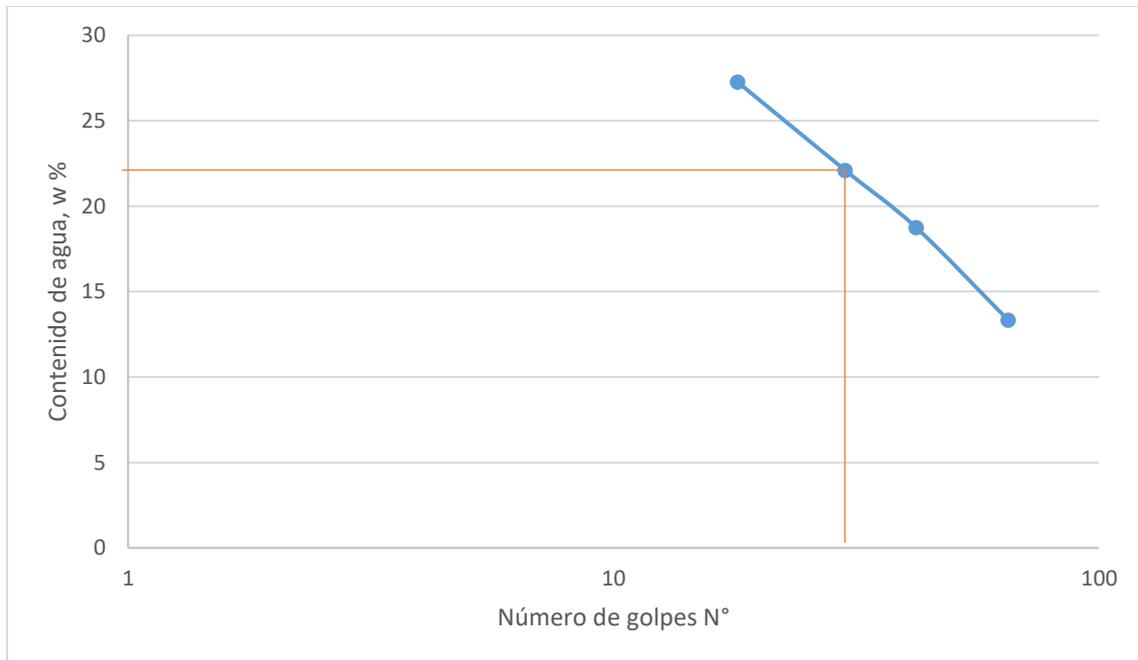
**Tabla 10:**

*Límite líquido del suelo (muestra 1)*

M	DESCRIPCIÓN	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
1	Peso de la lata vacía W1	10	10.5	11	11
2	Peso de la lata + peso de la tierra húmeda, W2(g)	24	29.5	30	28
3	Peso de la lata +peso de la tierra seca, W3(g)	21	26	27	26
4	Contenido de agua, w (%)	27.27	22.1	18.75	13.33
5	Número de golpes observados, n°	18	30	42	65

**Figura 14:**

*Límite líquido del suelo (muestra 1)*



Nota: De la gráfica, el contenido de agua correspondiente a 25 golpes=24% Por lo tanto, el límite líquido de la muestra de suelo 1 es del 24%.

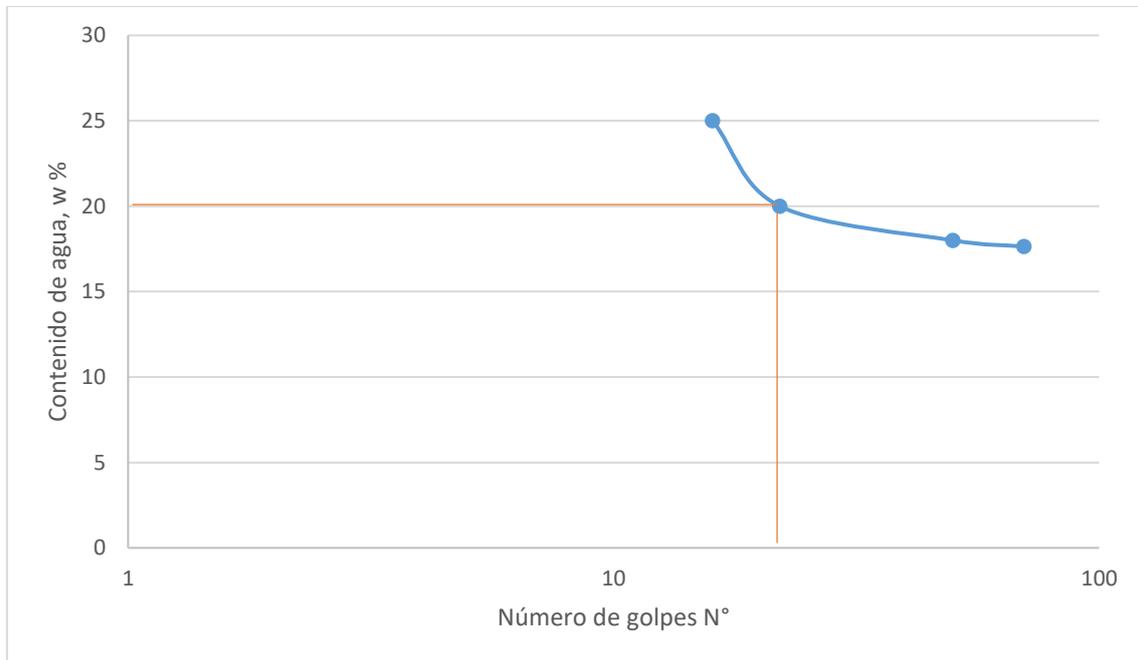
**Tabla 11:**

*Límite líquido del suelo (muestra 2)*

M	DESCRIPCIÓN	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
1	Peso de la lata vacía W1	11	11	17	17
2	Peso de la lata + peso de la tierra húmeda, W2(g)	31	34.6	29	47
3	Peso de la lata + peso de la tierra seca, W3(g)	28	31	27	41
4	Contenido de agua, w (%)	17.64	18	20	25
5	Número de golpes observados, n°	70	50	22	16

**Figura 15:**

*Límite líquido del suelo (muestra 1)*



Nota: De la gráfica, el contenido de agua correspondiente a 25 golpes=22.5% Por lo tanto, el límite líquido de la muestra de suelo 2 es del 22.5%.

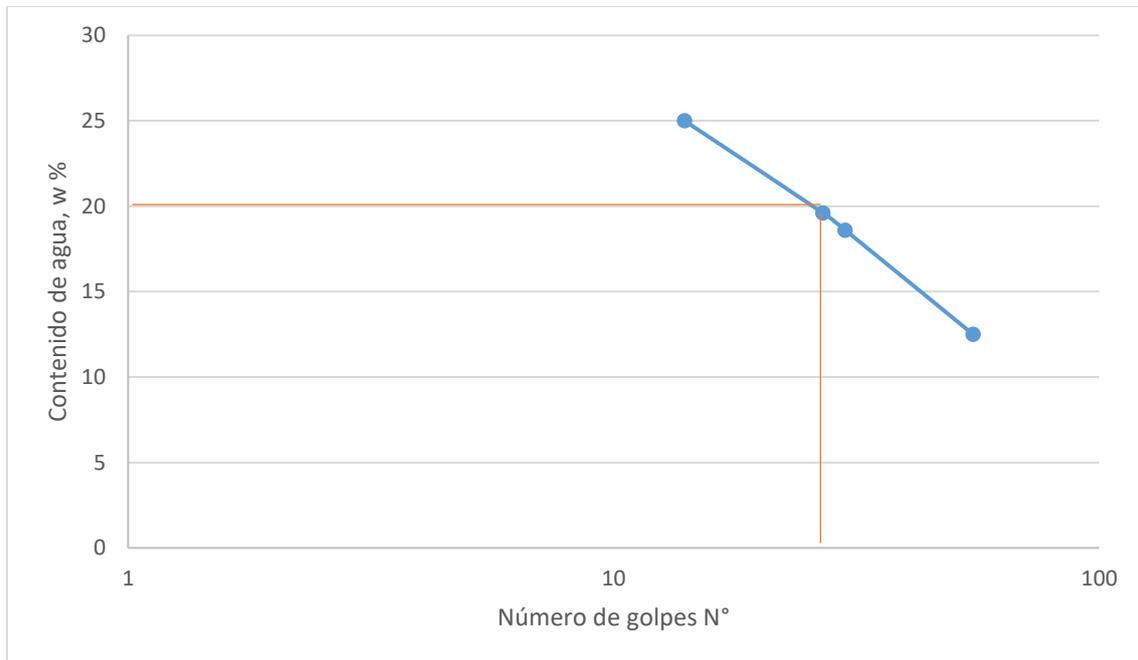
**Tabla 12:**

*Límite líquido del suelo (muestra 3)*

M	DESCRIPCIÓN	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
1	Peso de la lata vacía W1	16	17	16	17
2	Peso de la lata + peso de la tierra húmeda, W2(g)	25	33.6	30	37
3	Peso de la lata + peso de la tierra seca, W3(g)	24	31	28	33
4	Contenido de agua, w (%)	12.5	18.6	16.6	25
5	Número de golpes observados, n°	55	50	22	16

## Figura 16:

### Límite líquido del suelo (muestra 3)



Nota: De la gráfica, el contenido de agua correspondiente a 25 golpes = 20%. Por lo tanto, el límite líquido de la muestra de suelo 3 es del 20%.

### Límite plástico del suelo:

#### Definición

El límite plástico es el contenido de humedad en el que un suelo cuando se enrolla en un hilo de pequeño diámetro posible comienza a desmoronarse y tiene un diámetro de 3 mm

#### Procedimiento

- Se toma una muestra de unos 20gr de la porción del material bien mezclada que pasa por el tamiz 425 $\mu$  IS. La tierra se mezcla a fondo con agua destilada en el plato de evaporación hasta que la tierra sea lo suficientemente plástica como para ser fácilmente moldeada con los dedos.
- Se forma una pequeña bola con los dedos y ésta se enrolla entre los dedos y la placa de vidrio esmerilado hasta formar un hilo. El enrollado se realiza

hasta que el diámetro del hilo sea de 3 mm. A continuación, se amasa la tierra hasta formar una bola y se vuelve a enrollar para formar un hilo.

- Este proceso de enrollado y amasado alternativo se continúa hasta que el hilo se desmorona bajo la presión necesaria para el enrollado y la tierra ya no puede enrollarse en forma de hilo.
- Si el desmoronamiento comienza con un diámetro inferior a 3 mm, el contenido de humedad es superior al límite plástico y si el diámetro es mayor mientras comienza el desmoronamiento, el contenido de humedad es menor. Por medio de un rastro, se debe obtener el hilo que comienza a desmenuzarse a los 3 mm de diámetro en condiciones normales de laminación y se debe transferir inmediatamente al contenedor de humedad, se coloca la tapa y se pesa para hallar el peso húmedo del hilo.
- El recipiente se mantiene en el horno durante aproximadamente un día y se determina el peso seco para determinar el contenido de humedad del hilo. El proceso anterior se repite para al menos tres valores consistentes del límite plástico.

#### **Fórmula:**

El índice de plasticidad (IP) se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico

$$\text{Índice de plasticidad (IP)} = \text{límite líquido} - \text{límite plástico} = WL - WP$$

#### **Observaciones y cálculos (muestra 1):**

Peso de la lata vacía,  $W1 = 11\text{gr}$

Peso de la lata + peso de la tierra húmeda,  $W2 = 15\text{gr}$

Peso de la lata + peso de la tierra seca,  $W3 = 14,5\text{gr}$

Peso del agua,  $W2 - W3 = 0,5\text{gr}$

Contenido de agua,  $w = 14,28\%$

Índice de plasticidad del suelo,  $IP = 24 - 14,28\% = 9.72\%$

Límite plástico de la muestra de suelo = 14,28%

Índice de plasticidad de la muestra de suelo = 9,72%

**Observaciones y cálculos (muestra 2):**

Peso de la lata vacía,  $W1 = 10\text{gr}$

Peso de la lata + peso de la tierra húmeda,  $W2 = 16\text{ gr}$

Peso de la lata + peso de la tierra seca,  $W3 = 15,4\text{gr}$

Peso del agua,  $W2 - W3 = 0,6$

Contenido de agua,  $w = 11,11\%$ .

Índice de plasticidad del suelo,  $IP = 22,5 - 11,11\% = 11.39\%$

Límite plástico de la muestra de suelo = 11,11 %.

Índice de plasticidad de la muestra de suelo = 11,39 %.

**Observaciones y cálculos (Muestra 3):**

Peso de la lata vacía,  $W1 = 11\text{gr}$

Peso de la lata + peso de la tierra húmeda,  $W2 = 17,5\text{ gr}$

Peso de la lata + peso de la tierra seca,  $W3 = 16,9\text{ gr}$

Peso del agua,  $W2 - W3 = 0,6\text{ gr}$

Contenido de agua,  $w = 10,16\%$ .

Índice de plasticidad del suelo,  $IP = 20 - 10,16\% = 9,84\%$

Límite plástico de la muestra de suelo = 10,16 %.

Índice de plasticidad de la muestra de suelo = 9,84%.

## **Análisis granulométrico del suelo:**

### **Procedimiento**

- Se toma una muestra de 500gr secada al horno
- Se disponen los tamices en el orden 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 600μ, 425μ, 300μ, 150μ y 75μ.
- El suelo se agita de manera que la muestra ruede en movimiento irregular sobre los tamices. Sin embargo, ninguna partícula debe ser empujada.
- Las fracciones de suelo retenidas en cada tamiz se recogieron en un recipiente separado y se pesaron con precisión.
- El porcentaje retenido en cada tamiz, el porcentaje acumulado retenido y el porcentaje más fino que el tamaño del tamiz de la partícula se calcula en base a la masa total.

### **Fórmula:**

Coeficiente de uniformidad,  $C_u = D_{60} / D_{10}$

Coeficiente de curvatura,  $C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} * D_{10})$

D<sub>10</sub> = tamaño de partícula correspondiente al 10% más fino

D<sub>30</sub> = tamaño de partícula correspondiente a un 30% más fino

D<sub>60</sub> = tamaño de partícula correspondiente a un 60% más fino

## Observaciones y cálculos (Muestra 1):

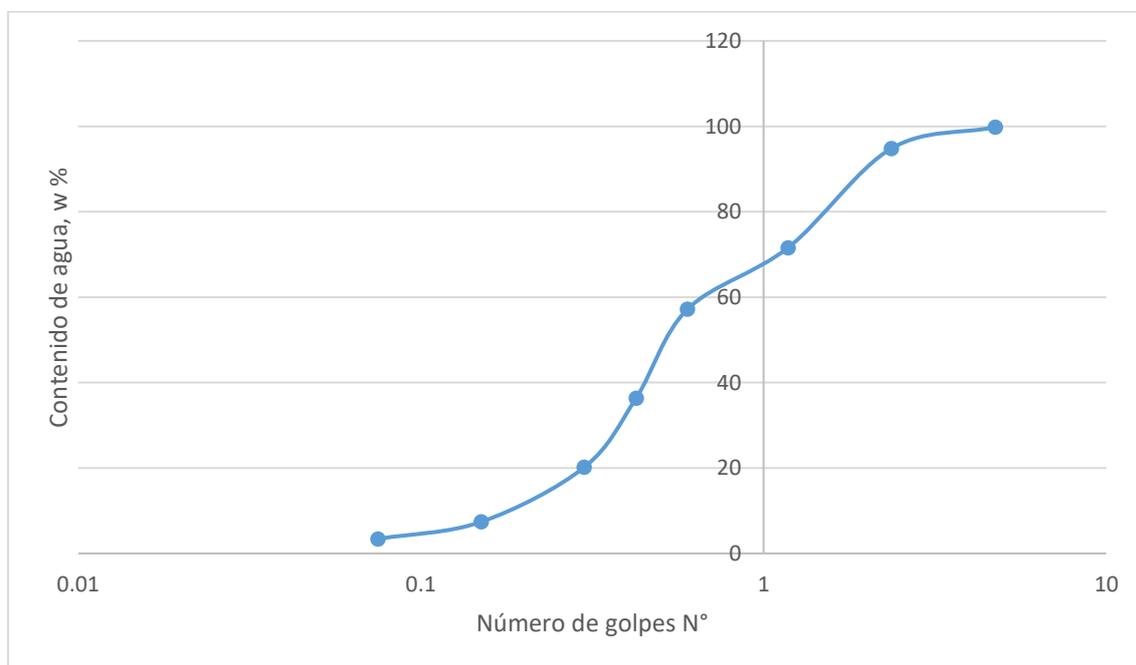
**Tabla 13:**

*Peso de la muestra tomada = 500gr*

S. N°	Tamaño del tamiz	Peso del suelo retención, g	Porcentaje peso retenido%	Acumulado Porcentaje retenido, %	Porcentaje más fino, %
1	4.75mm	1	0.2	0.2	99.8
2	2.36mm	36	7.2	7.4	92.6
3	1.18mm	118.4	23.68	31.08	68.92
4	600μ	52.4	10.48	41.56	58.44
5	425μ	105.6	21.12	62.68	37.32
6	300μ	62.25	12.45	75.13	24.87
7	150μ	43.8	8.76	83.89	16.11
8	75μ	27	5.4	89.29	10.71
9	PAN	48	9.6	98.89	1.11

**Figura 17:**

*Límite líquido del suelo (muestra 3)*



Nota: De la gráfica,  $D_{10} = 0.18$ ;  $D_{30} = 0.4$ ;  $D_{60} = 0.65$ : Coeficiente de uniformidad,  $C_u = D_{60}/D_{10} = 3.61$

Coeficiente de curvatura:  $C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} \cdot D_{10}) = 1.367$

## Observaciones y cálculos (Muestra 2):

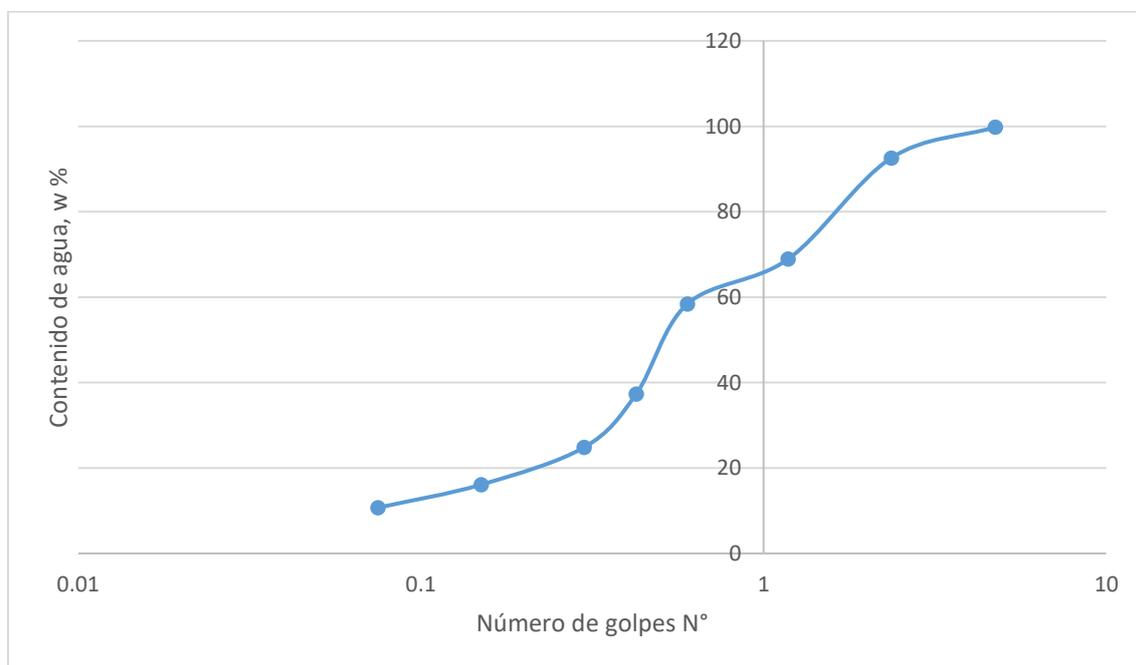
**Tabla 14:**

*Peso de la muestra tomada = 500gr*

S. N°	Tamaño del tamiz	Peso del suelo retención, g	Porcentaje peso retenido%	Acumulado Porcentaje retenido, %	Porcentaje más fino, %
1	4.75mm	1	0.2	0.2	99.8
2	2.36mm	25	5	5.2	94.8
3	1.18mm	116	23.2	28.4	71.6
4	600μ	72	14.4	42.8	57.2
5	425μ	104	20.8	63.6	36.4
6	300μ	81	16.8	79.8	20.2
7	150μ	64	12.8	92.6	7.4
8	75μ	20	4.0	96.6	3.4
9	PAN	6	1.2	97.8	2.2

**Figura 18:**

*Límite líquido del suelo (muestra 3)*



Nota: De la gráfica,  $D_{10} = 0.18$ ;  $D_{30} = 0.4$ ;  $D_{60} = 0.65$ : Coeficiente de uniformidad,  $C_u = D_{60}/D_{10}=3.61$

Coeficiente de curvatura:  $C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} \cdot D_{10}) = 1.367$

## **Resultado**

En este trabajo de proyecto, se intenta incorporar las últimas técnicas de diseño geométrico, diseño de pavimento flexible poroso para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Ancobamba, Apurímac.

También se propone diseñar un pavimento flexible por el método del índice de grupo y el método CBR. Existen algunos métodos más en el diseño de pavimentos flexibles, que son muy avanzados como el método del valor de resistencia de California, el método de McLeod, el método triaxial y el método de Burnister. Debido a las limitaciones de tiempo y alcance, sólo se adoptan el método GI y el método CBR.

Para tener un concepto práctico de análisis de estimación, se intenta estimar las cantidades de trabajo de tierra del pavimento flexible.

## REFERENCIAS

- Adedeji, J. A. y Mostafa Hassan, M. (2016). *Modeling of fly ash stabilized base layers* (L. Y.-M., T. Z.-X., B. Z.-Q., F. D., y T. B. (eds.); pp. 831–836). CRC Press/Balkema. <https://doi.org/10.1201/b19880-158>
- Al-Humeidawi, B. H., Chafat, O. H. y Kadhim, H. A. (2021). Characterizing the Properties of Sustainable Semi-Flexible Pavement Produced with Polymer Modified Bitumen. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 9(2), 1064–1072. <https://doi.org/10.21533/pen.v9i2.2054>
- Bermúdez, C. y Ramos, Y. (2019). *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación av. Uno y la prolongación Sinchi Roca, en el Centro Poblado Alto Trujillo, Trujillo, La Libertad* [Universidad Nacional de Trujillo]. <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjfGIC5tdb2AhWYE7kGHR5WDiwQFnoECAcQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.upao.edu.pe%2Fhandle%2F20.500.12759%2F5380&usg=AOvVaw1U6GJfeSFPzggugyauqcq>
- Bilodeau, J.-P. y Doré, G. (2013). *Flexible pavement design for frost protection taking into account subgrade soils variability*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84896603994&partnerID=40&md5=fde0e2461451c628bc9386b74cb48a12>
- CCA. (2016). *Plan de Desarrollo concertado comunal de Ancobamba 2016-2021 Ancobamba – Chapimarca - Aymaraes - Apurímac*. <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj-w8q2jdb2AhVCH7kGHbD6DIMQFnoECAgQAQ&url=http%3A%2F%2Fsiar.mimam.gob.pe%2Fapurimac%2Fdownload%2Ffile%2Ffid%2F70559&usg=AOvVaw37iHKRAHmE2NVOMRMcuOjQ>
- Davoodi, A., Aboutalebi Esfahani, M., Bayat, M. y Mohammadyan-Yasouj, S. E. (2021). Evaluation of performance parameters of cement mortar in semi-flexible

- pavement using rubber powder and nano silica additives. *Construction and Building Materials*, 302. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124166>
- Debbarma, S., Selvam, M. y Singh, S. (2020). Can flexible pavements' waste (RAP) be utilized in cement concrete pavements? – A critical review. *Construction and Building Materials*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120417>
- Di Mascio, P., Loprencipe, G. y Moretti, L. (2021). Economic evaluation of cement grouted bituminous mixes for airport pavements. *Materials*, 14(23). <https://doi.org/10.3390/ma14237230>
- Ducarne, L. C., Ainalis, D. y Kouroussis, G. (2017). *Ground vibration generated by the passing of a truck on a speed bump* (P. M. y F. M. (eds.); Vol. 1, pp. 1972–1981). National Technical University of Athens. <https://doi.org/10.7712/120117.5541.17137>
- Goenaga, B., Fuentes, L. y Mora, O. (2019). A Practical Approach to Incorporate Roughness-Induced Dynamic Loads in Pavement Design and Performance Prediction. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(5), 4339–4348. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3414-9>
- Grael, P. F. F., Oliveira, L. S. B. L., Oliveira, D. S. B. L. y Bezerra, B. S. (2021). Life cycle inventory and impact assessment for an asphalt pavement road construction—a case study in Brazil. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(2), 402–416. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01842-5>
- Hamzani, Munirwansyah, Hasan, M. y Sugiarto, S. (2021). Determining the properties of semi-flexible pavement using waste tire rubber powder and natural zeolite. *Construction and Building Materials*, 266. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121199>
- Hernández Sampieri, R., Collado, F. y Baptista, L. (2017). *Alcance de la investigación*.
- Hong, J., Wang, K., Xiong, Z., Gong, M., Deng, C., Peng, G. y Zhu, H. (2020). Investigation into the freeze–thaw durability of semi-flexible pavement mixtures.

*Road Materials and Pavement Design*, 21(8), 2198–2214.  
<https://doi.org/10.1080/14680629.2019.1599995>

Humphrey, M. H. y Parker, N. A. (1998). Mechanics of small utility cuts in urban street pavements: Implications for restoration. En *Transportation Research Record* (Número 1629, pp. 226–233). National Research Council.  
<https://doi.org/10.3141/1629-25>

Knight, M. A. y Adedapo, A. (2008). *Numerical simulation of directional drilled pipelines placed under flexible pavements*. 6, 4090–4097.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84869776203&partnerID=40&md5=1e165162d0acf62c49d2fa462702648b>

Krishnamoorthy, R. R., David, T. K., Mastor, N. A. B. y Nadarasa, K. (2016). *Repair of deteriorating pavement using recycle concrete materials* (G. W. G., A. Y. A., A. K. A., y T. A. T. T.A (eds.); Vol. 142, pp. 371–382). Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.064>

Lantini, L., Alani, A. M., Giannakis, I., Benedetto, A. y Tosti, F. (2019). Application of ground penetrating radar for mapping tree root system architecture and mass density of street trees. *Advances in Transportation Studies*, 3(Special issue), 51–62. <https://doi.org/10.4399/97888255317945>

Lantini, L., Giannakis, I., Tosti, F., Mortimer, D. y Alani, A. M. (2020). *A Reflectivity-Based GPR Signal Processing Methodology for Mapping Tree Root Systems of Street Trees* (H. N. (ed.); pp. 449–452). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/TSP49548.2020.9163517>

Llopis-Castelló, D., García-Segura, T., Montalbán-Domingo, L., Sanz-Benlloch, A. y Pellicer, E. (2020). Influence of pavement structure, traffic, and weather on urban flexible pavement deterioration. *Sustainability (Switzerland)*, 12(22), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su12229717>

Mackiewicz, P., Machelski, C. y Szydło, A. (2018). *Evaluation of the effect of ribbed road plate foundation conditions on subgrade durability* (M. C., K. A., N. B., y S. A. (eds.); pp. 129–140). CRC Press/Balkema.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061242149&partnerID=40&md5=36335fd718480328657c31526b8723cc>

Mshali, M. R. S. y Steyn, W. J. (2020). Effect of truck speed on the response of flexible pavement systems to traffic loading. *International Journal of Pavement Engineering*. <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1797733>

Neira, E. y Rebaza, A. (2020). *Transitabilidad vial y diseño de pavimento de la vía Panamericana Norte - anexo Huacacorral - Virú 2020* [Universidad César Vallejo].

[https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjfglC5tdb2AhWYE7kGHR5WDiwQFnoECClQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F63608%2FNeira\\_JER-Rebaza\\_RAS-SD.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjfglC5tdb2AhWYE7kGHR5WDiwQFnoECClQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F63608%2FNeira_JER-Rebaza_RAS-SD.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed)

Rivera, C., Caro, S., Arámbula-Mercado, E., Sánchez, D. B. y Karki, P. (2022). Evaluation of the use of a HiMA binder to extend the durability of porous friction courses (PFC). *International Journal of Pavement Engineering*. <https://doi.org/10.1080/10298436.2021.2024186>

Santos, B., Almeida, P. G. y Maganinho, L. (2019). *Data Collection Methodology to Assess Road Pavement Condition Using GNSS, Video Image and GIS* (Y. I., M. M., D. M., D. A.M., T. D., y N. D. (eds.); Vol. 603, Número 4). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/4/042083>

Sun, D. (2019). Study and Design of Continuous Groove Beam Arch Bridge of Jinan-Qingdao Passenger Dedicated Line . *Journal of Railway Engineering Society*, 36(10), 41–46. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076488838&partnerID=40&md5=209b0265d094cd4d4f6300b84f7997b1>

Taylor, R. M. y Shah, N. C. (2015). Applications of innovative materials for performance improvement of flexible pavement over expansive subgrade. *International Journal of GEOMATE*, 8(1), 1197–1202.

Vélez, S. (2021). Vista de Calidad de las tesis con enfoque cuantitativo en los

posgrados de Enfermería de la Universidad de Cuenca, de 1993 al 2006. *South American Research Journal*, 11–19.

Wilches, F. J., Lambraño, G. P. y Millán-Páramo, C. (2020). Modelling of asphalt pavement structures for different design conditions on roads in Northern Colombia. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(11), 3934–3942. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097903030&partnerID=40&md5=5952d3df9fa4fcdda06b331350423976>

Yang, B., Huang, Q. y Zhao, Y. (2009). *Impact analysis of low-noise asphalt pavement to improve the urban environment*. <https://doi.org/10.1109/ICMSS.2009.5304003>

Yuto, E. y Quiñones, J. (2020). *Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en la av. Perú en el distrito de Andahuaylas, año 2020* [Universidad César Vallejo]. <https://es.scribd.com/document/523715113/Diseno-Asfaltico-Yuto-Quinones-Copia>

# ANEXOS

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA	ANÁLISIS DE DATOS
Diseño de la estructura vial urbana para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac 2022	Problema Principal	Objetivo principal	Variable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de tránsito</li> <li>Estudio de suelos</li> <li>Resistencia de suelo</li> <li>Metodología a AASHTO 93</li> </ul>	Tipo de investigación aplicada Enfoque: cuantitativo Diseño: Descriptivo transversal	Uso del Software: Excel Autocad Civil 3d
	¿Cómo un diseño de la estructura vial urbana de pavimento flexible, mejora la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022?	Realizar el diseño de la estructura vial urbana de pavimento flexible, para mejorar la transitabilidad del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022	Diseño Estructural			
	Problemas específicos	Objetivos Específicos	Variable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de suelos</li> <li>Diseño de señalización vial</li> </ul>		
	¿Qué metodología se puede aplicar para establecer la carga vehicular en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022 mediante la metodología del aforo. Efectuar el estudio de mecánica de suelos con propósitos de pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022? ¿Cuál es la mecánica de suelos con propósitos de pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022? ¿Cuáles serían los parámetros y variables de diseño con la metodología AASHTO 93 necesarios para la pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022? ¿Cuáles son los espesores	Establecer la carga vehicular en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022 mediante la metodología del aforo. Efectuar el estudio de mecánica de suelos con propósitos de pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022. Determinar los parámetros y variables de diseño con la metodología AASHTO 93 necesarios para la pavimentación en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarc a, Aymaraes, Apurímac, 2022. Determinar los espesores	Mejora de la transitabilidad			

	del pavimento flexible necesarios para la red vial urbana del Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022?	del pavimento flexible necesarios para la red vial urbana con la metodología AASHTO 93 en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac, 2022.				
--	---	--	--	--	--	--

## ANEXO 2. ESTUDIO DE SUELOS

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000</b>	
<b>TESIS:</b>	"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"
<b>MUESTRA:</b>	C-1
<b>PROF. :</b>	1.50 m
<b>UBICACIÓN:</b>	PROVINCIA DE AYMARAE, REGION APURIMAC
<b>SOLICITADO:</b>	BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.38	13.36	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	57.90	56.87	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	54.90	53.92	
Peso del Agua gr.	3.00	2.95	
Peso de Suelo Seca gr.	41.52	40.56	
Porcentaje de Humedad %	7.23	7.27	7.25

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 7.25**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 G.P. N° 7731  
 GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEES, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-1  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEES,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	12.61	12.84	12.78	12.58
Peso capsula. + suelo humedo	27.57	27.89	27.97	27.18
Peso capsula + suelo seco	24.51	24.73	24.64	23.89
Numero de golpes	43	33	20	13
Peso suelo seco	11.90	11.89	11.86	11.31
Peso agua	3.06	3.16	3.33	3.29
% humedad	25.7	26.6	28.1	29.1

**OBSERVACIONES:**

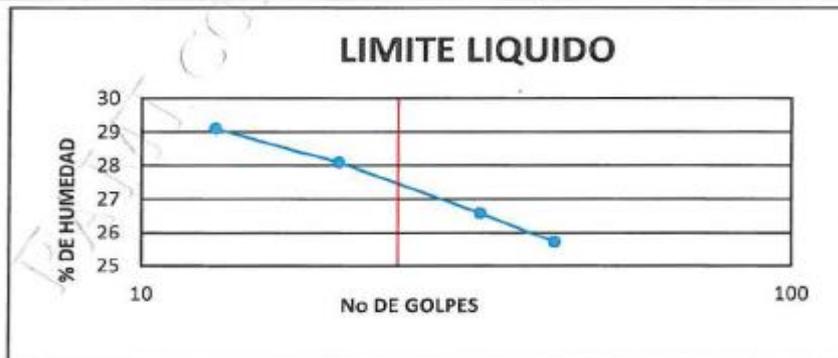


**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	12.56	12.88	12.72
Peso capsula. + suelo humedo	23.58	23.54	23.56
Peso capsula + suelo seco	21.69	21.72	21.71
Peso suelo seco	9.13	8.84	8.99
Peso agua	1.89	1.82	1.86
% humedad	20.7	20.6	20.6

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	27.5
LIMITE PLASTICO	20.6
INDICE PLASTICO	6.9



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-1  
 PROF. : 1,50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4" (101.60 mm.)	0.00	0.00	100.00
2" (50.80 mm.)	0.00	0.00	100.00
1 1/2" (38.10 mm.)	0.00	0.00	100.00
1" (25.40 mm.)	61.00	5.02	94.98
3/4" (19.10 mm.)	0.00	0.00	94.98
1/2" (12.70 mm.)	13.00	1.07	93.91
3/8" (9.52 mm.)	19.00	1.56	92.35
Nº 4 (4.76 mm.)	52.00	4.28	88.08
Nº 10 (2.00 mm.)	40.00	3.29	84.79
Nº 40 (0.43 mm.)	41.00	3.37	81.41
Nº 100 (0.14 mm.)	72.00	5.92	75.49
Nº 200 (0.07 mm.)	13.00	1.07	74.42
CAZUELA	905	74.42	0.00
<b>TOTAL :</b>	<b>1,216</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION	
<b>SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS</b>			<b>PASA Nº 4</b> 88.08	
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRANOSO, mas de 50% retiene malla Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	<b>PASA Nº10</b> 84.79
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	<b>PASA Nº40</b> 81.41
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	<b>PASA Nº200</b> 74.42
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	<b>RETIENE Nº4</b> 11.92
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	ARENA Y SUELO ARENOSO, mas de 50% pasa malla Nº 4	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D30 0.03
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D60 0.06
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	Cu 6.00
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	Cc 1.500
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	LIMO Y ARCILLAS (LL-50)	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	LP 20.6%
		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas.	IP 6.9%
		OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	
		MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	
		CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	
Altamente Orgánico	ARCILLAS (LL-50)	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	
		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	
			<b>CLASIFICACION</b>	
			ASSTHO	A-4
			SUCS	CL-ML

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwix Miranda Palomino  
 GIP. Nº 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-1

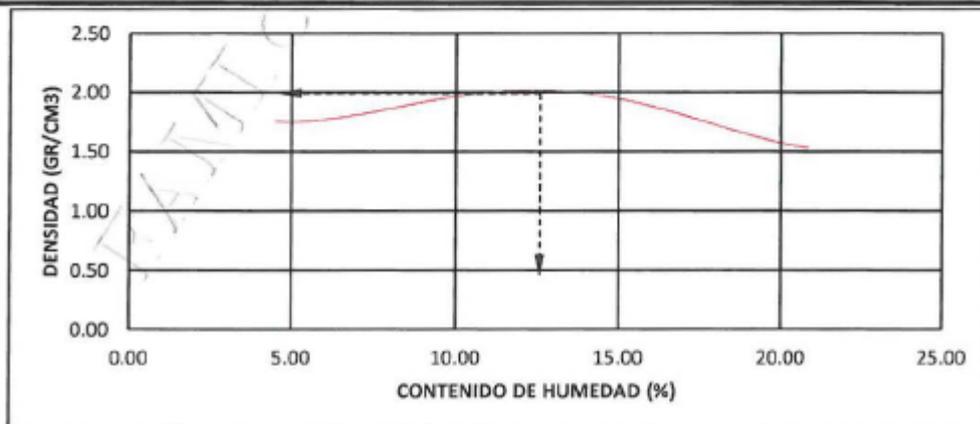
PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) :	2,160.00	Golpes por capa:	56.00													
Diametro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60	Volumen (c.c.) :	2105											
<b>MOLDE No</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>											
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6012.00	6272.00	6764.00	6518.00	6045.00											
Peso del Molde (gr)	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00											
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3852.00	4112.00	4604.00	4358.00	3885.00											
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105											
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.83	1.95	2.19	2.07	1.85											
<b>CAPSULA No</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>											
Peso de la Capsula (gr)	14.21	14.23	14.53	14.76	14.36	13.46	13.75	13.98	23.45	24.14						
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	54.16	58.22	52.02	53.60	55.39	50.38	53.94	51.98	72.44	74.36						
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	52.54	56.23	49.41	51.04	51.41	46.98	47.96	46.32	64.24	65.44						
Peso Suelo Humedo (gr)	1.62	1.99	2.61	2.56	3.98	3.40	5.98	5.66	8.20	8.92						
Peso Suelo Seco (gr)	38.33	42.00	34.88	36.28	37.05	33.52	34.21	32.34	40.79	41.30						
Contenido de Humedad (w)	4.23	4.74	7.48	7.06	10.74	10.14	17.48	17.50	20.10	21.60						
Contenido de Humedad real	4.48		7.27		10.44		17.49		20.85							
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.75		1.82		1.98		1.76		1.53							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA (%)</td> <td>=</td> <td>10.44</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m<sup>3</sup>)</td> <td>=</td> <td>1.98</td> </tr> </table>											HUMEDAD OPTIMA (%)	=	10.44	DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> )	=	1.98
HUMEDAD OPTIMA (%)	=	10.44														
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> )	=	1.98														



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. No 27347  
 GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-1

**PROF.:** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA:** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.98	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	10.44%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	7.25%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,058	8,957	8,680
Peso del Molde (gr)	4,454	4,558	4,527
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,604	4,399	4,153
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.17	2.07	1.96
Densidad Seca (gr/cm3)	1.99	1.90	1.78

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.42	13.60	13.60	13.69	13.67	14.72
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	52.82	50.58	49.64	53.15	48.91	54.58
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	49.50	47.56	46.61	50.07	45.96	50.86
Peso del Agua (gr)	3.32	3.02	3.03	3.08	2.95	3.72
Peso del Suelo Seco (gr)	36.08	33.96	33.01	36.38	32.29	36.14
Contenido de Humedad	9.2%	8.9%	9.2%	8.5%	9.1%	10.3%
Contenido de Humedad Promedio	9.0%		8.8%		9.7%	

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,254	9,221	9,027
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,058	8,957	8,680
Porcentaje de Absorción	4.26%	6.00%	8.36%

**ENSAYO DE EXPANSION**

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
0.001											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	246.00	0.246	5.34%	300.00	0.300	6.51%	310.00	0.310	6.73%
15/06/2021	16.00	48 horas	269.00	0.269	5.84%	309.00	0.309	6.71%	317.00	0.317	6.88%
16/06/2021	16.00	72 horas	278.00	0.278	6.04%	320.00	0.320	6.95%	322.00	0.322	6.99%
17/06/2021	16.00	96 horas	284.00	0.284	6.17%	326.00	0.326	7.08%	333.00	0.333	7.23%

**ENSAYO DE PENETRACION**

CTE. ANILLO <sup>®</sup> 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	49	50	17	46	46	15	30	31	10
1.0 min	1.27	0.050	132	133	44	107	108	36	71	71	24
1.5 min	1.91	0.075	436	443	148	192	194	65	119	120	40
2.0 min	2.54	0.100	569	575	192	286	289	96	164	166	55
4.0 min	5.08	0.200	744	753	251	597	604	201	326	330	110
6.0 min	7.62	0.300	1275	1289	430	765	774	258	433	438	146
8.0 min	10.16	0.400	1489	1506	502	892	903	301	522	527	176
10.0 min	12.70	0.500	1489	1506	502	892	903	301	522	527	176


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwijn Miranda Pajonino  
 CIP. N° 12312  
 GERENTE

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

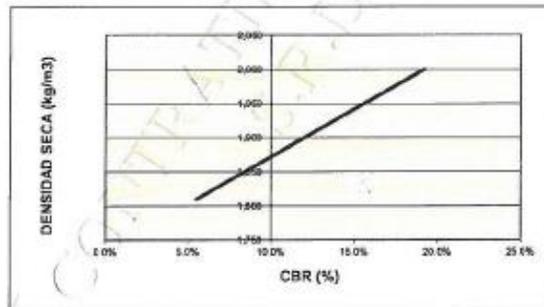
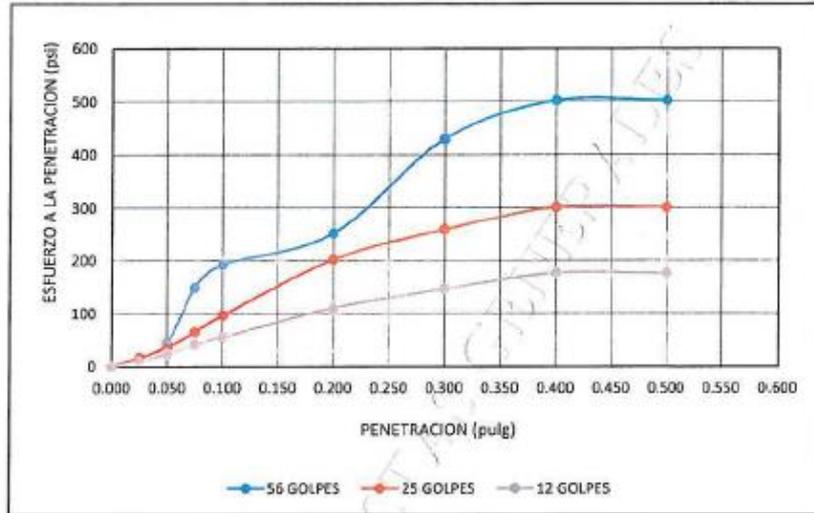
**MUESTRA:** C-1

**PROF. :** 1.50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>1.98</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>11.3%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>10.44%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>19.2%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	6.17%	4.26%
25 GOLFES	7.08%	6.00%
12 GOLFES	7.23%	8.36%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	<b>1.15</b>
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V°B°

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO  
COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-2

**PROF. :** 1,50 m

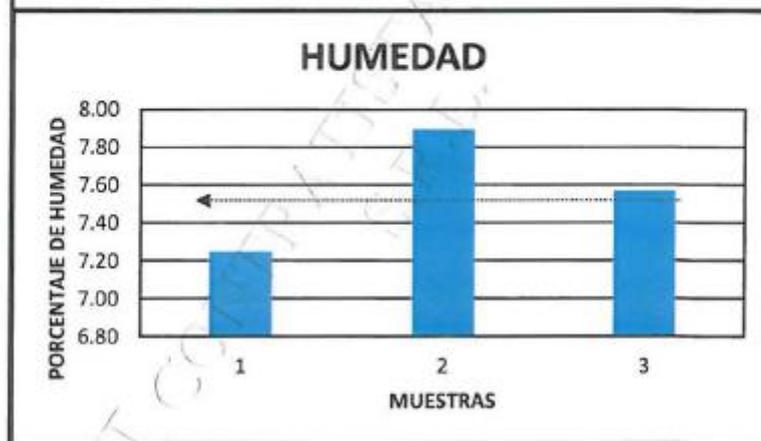
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.66	13.93	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	63.23	61.36	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	59.88	57.89	
Peso del Agua gr.	3.35	3.47	
Peso de Suelo Seca gr.	46.22	43.96	
Porcentaje de Humedad %	7.25	7.89	7.57

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 7.57**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP. N° 7731  
GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

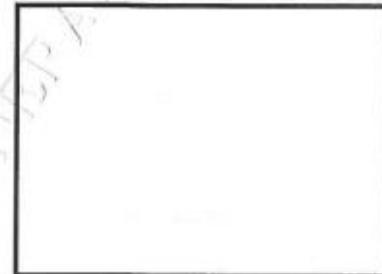
"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-2  
**PROF. :** 1.50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	12.95	13.18	13.05	12.96
Peso capsula. + suelo humedo	27.81	27.31	27.44	27.43
Peso capsula + suelo seco	24.75	24.33	24.30	24.12
Numero de golpes	45	30	22	13
Peso suelo seco	11.80	11.15	11.25	11.16
Peso agua	3.06	2.98	3.14	3.31
% humedad	25.9	26.7	27.9	29.7

**OBSERVACIONES:**

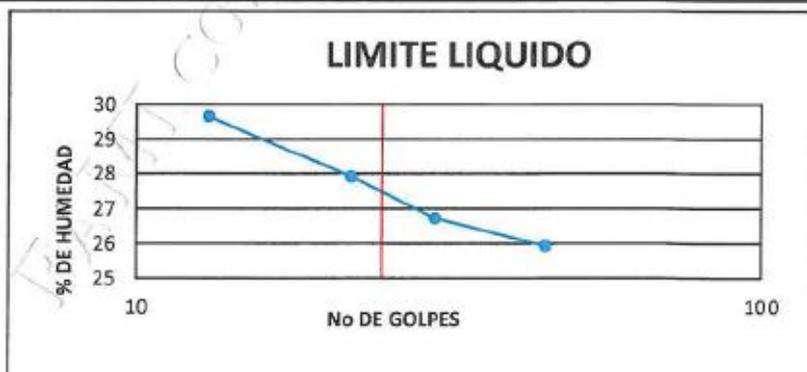


**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.20	13.37	13.29
Peso capsula. + suelo humedo	27.60	27.16	27.38
Peso capsula + suelo seco	25.23	24.90	25.07
Peso suelo seco	12.03	11.53	11.78
Peso agua	2.37	2.26	2.32
% humedad	19.7	19.6	19.7

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	27.5
LIMITE PLASTICO	19.7
INDICE PLASTICO	7.8



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwiy Miranda Palomino  
 CIP. N° 22317  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-2  
 PROF. : 1,50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	221.00	12.22	87.78
1 1/2"	38.10	56.00	3.10	84.68
1"	25.40	150.00	8.30	76.38
3/4"	19.10	129.00	7.13	69.25
1/2"	12.70	89.00	4.92	64.33
3/8"	9.52	89.00	4.92	59.40
Nº 4	4.76	73.00	4.04	55.37
Nº 10	2.00	110.00	6.08	49.28
Nº 40	0.43	76.00	4.20	45.08
Nº 100	0.14	117.00	6.47	38.61
Nº 200	0.07	20.00	1.11	37.50
CAZUELA		678	37.50	0.00
<b>TOTAL :</b>		<b>1,808</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION			
<b>SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS</b>			PASA Nº 4	55.37		
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retiene más Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10	49.28	
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº40	45.08	
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº200	37.50	
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	RETIENE Nº4	44.63	
		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10	0.020	
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa malla Nº 4	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D30	0.06	
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	D60	10.22	
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	Cu	518.12	
		LIMOS Y ARCILLAS (LL-60)	ML	Limo inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	Cc	0.017
			CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas, Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	LL	27.5%
OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad		LP	19.7%		
LIMOS Y ARCILLAS (LL-60)	MH	Limos inorgánicos, Limos micáceos, o diamorfizados, Limos elásticos	IP	7.8%		
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.	<b>CLASIFICACION</b>			
	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	ASSTHO	A-4		
Altamente Orgánico	PI	Turba y otros suelos altamente orgánicos	SUCS	GC		

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-2

PROF.: 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA: MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) : **2,160.00** Golpes por capa: **56.00**  
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : **2105**

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6245	6424	6817	6487	6312					
Peso del Molde (gr)	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4085.00	4264.00	4657.00	4327.00	4152.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.94	2.03	2.21	2.06	1.97					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.38	13.36	13.65	13.92	23.54	19.63	13.42	13.60	13.62	13.45
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	52.42	53.64	48.17	45.65	75.19	70.00	49.52	48.99	56.77	59.45
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	51.44	52.38	46.25	44.03	71.76	66.31	45.92	45.22	50.88	53.11
Peso Suelo Humedo (gr)	0.98	1.26	1.92	1.62	3.43	3.69	3.60	3.77	5.89	6.34
Peso Suelo Seco (gr)	38.06	39.02	32.60	30.11	48.22	46.68	32.50	31.62	37.26	39.66
Contenido de Humedad (w)	2.57	3.23	5.89	5.38	7.11	7.90	11.08	11.92	15.81	15.99
Contenido de Humedad real	2.90	5.63	7.51	11.50	15.90					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.89	1.92	2.06	1.84	1.70					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **7.51**  
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m<sup>3</sup>) = **2.06**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATARAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 72317  
 GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-2

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	2.06	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	7.51%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	7.57%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,723	8,546	8,243
Peso del Molde (gr)	4,066	4,078	4,043
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,657	4,468	4,200
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.19	2.10	1.98
Densidad Seca (gr/cm3)	2.07	1.95	1.84

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	23.67	23.67	23.31	22.88	22.77	22.70
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	71.33	62.76	65.69	68.87	69.94	75.01
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	68.42	60.67	62.43	65.69	66.58	71.24
Peso del Agua (gr)	2.91	2.09	3.26	3.18	3.36	3.77
Peso del Suelo Seco (gr)	44.75	36.80	39.12	42.81	43.81	46.54
Contenido de Humedad	6.5%	5.7%	8.3%	7.4%	7.7%	7.8%
Contenido de Humedad Promedio	6.1%		7.9%		7.7%	

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,959	8,842	8,649
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,723	8,546	8,243
Porcentaje de Absorción	5.07%	6.62%	9.67%



**ENSAYO DE EXPANSION**

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	205.00	0.205	4.45%	222.00	0.222	4.82%	255.00	0.255	5.54%
15/06/2021	16.00	48 horas	210.00	0.210	4.56%	234.00	0.234	5.08%	258.00	0.258	5.60%
16/06/2021	16.00	72 horas	210.00	0.210	4.56%	240.00	0.240	5.21%	262.00	0.262	5.69%
17/06/2021	16.00	96 horas	210.00	0.210	4.56%	242.00	0.242	5.25%	264.00	0.264	5.73%

**ENSAYO DE PENETRACION**

CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
TIEMPO	AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	TIEMPO (min)	PENETRACION (pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	76	78	26	37	37	12	19	19	6
1.0 min	1.27	0.050	187	189	63	98	99	33	44	44	15
1.5 min	1.91	0.075	332	335	112	179	181	60	72	73	24
2.0 min	2.54	0.100	782	791	264	269	272	91	99	100	33
4.0 min	5.08	0.200	1251	1265	422	596	602	201	187	189	63
6.0 min	7.62	0.300	1662	1681	560	778	787	262	255	258	86
8.0 min	10.16	0.400	2100	2124	708	943	954	318	311	315	105
10.0 min	12.70	0.500	2100	2124	708	943	954	318	311	315	105

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA AYMARAE, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:**

C-2

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

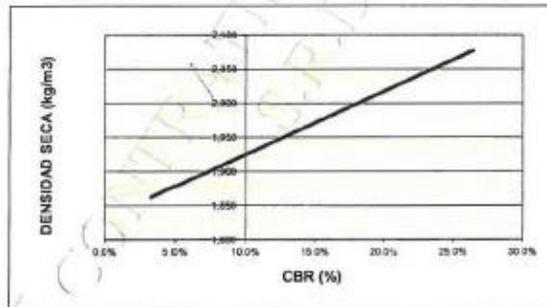
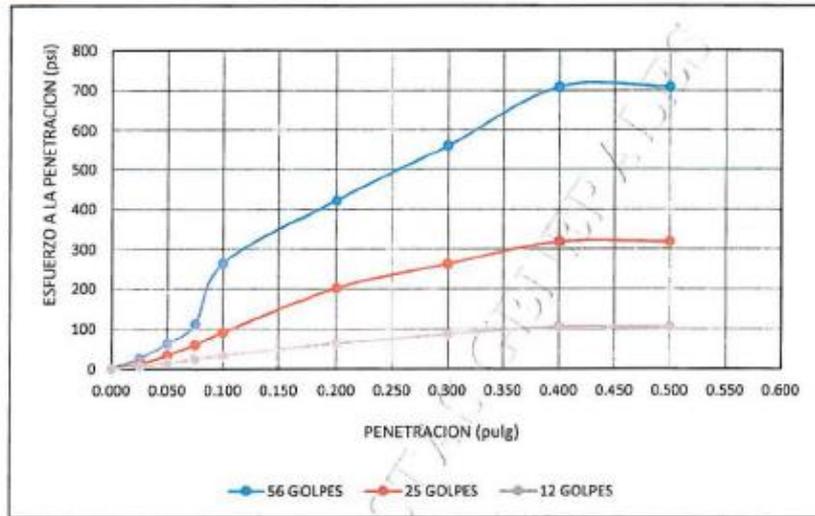
PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :**

MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>2.06</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>14.2%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>7.51%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>26.4%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	4.56%	5.07%
25 GOLPES	5.25%	6.62%
12 GOLPES	5.73%	9.67%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:  
 CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.94  
 OBSERVACION: **CONFORME**

V°B°

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 72117  
 GERENTE

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-3

**PROF. :** 1,50 m

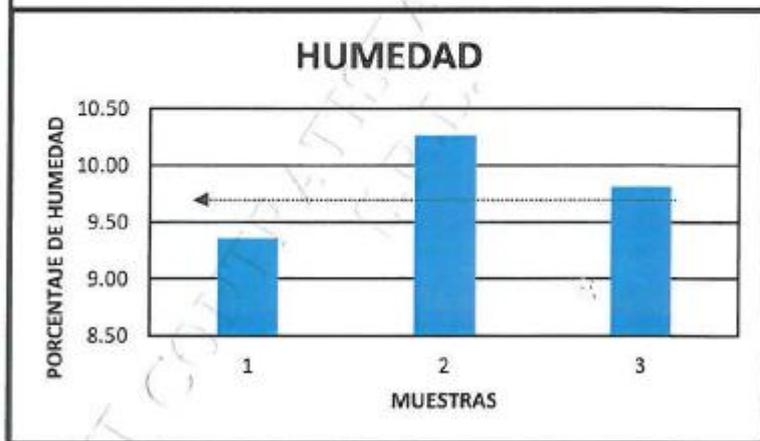
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.38	13.36	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	55.20	53.75	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	51.62	49.99	
Peso del Agua gr.	3.58	3.76	
Peso de Suelo Seca gr.	38.24	36.63	
Porcentaje de Humedad %	9.36	10.26	9.81

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 9.81**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77377  
 GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO  
COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-3  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.46	14.36	14.76	14.53
Peso capsula. + suelo humedo	27.50	27.70	27.50	27.92
Peso capsula + suelo seco	24.10	24.39	24.25	24.39
Numero de golpes	42	32	20	13
Peso suelo seco	10.64	10.03	9.49	9.86
Peso agua	3.40	3.31	3.25	3.53
% humedad	32.0	33.0	34.2	35.8

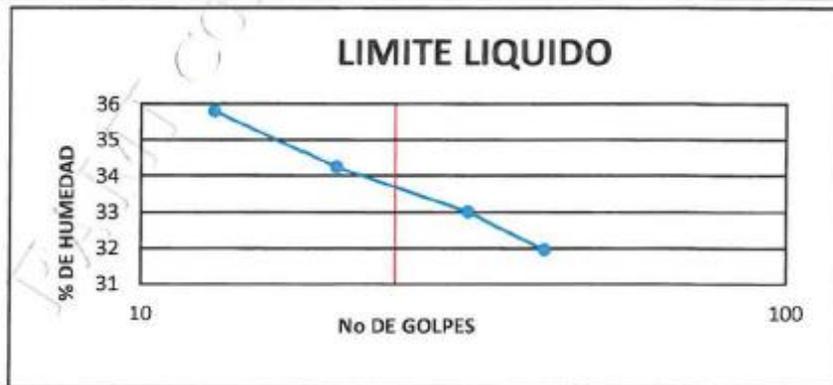
**OBSERVACIONES:**

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.75	13.99	13.87
Peso capsula. + suelo humedo	25.73	25.68	25.71
Peso capsula + suelo seco	23.32	23.34	23.33
Peso suelo seco	9.57	9.35	9.46
Peso agua	2.41	2.34	2.38
% humedad	25.2	25.0	25.1

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	33.7
LIMITE PLASTICO	25.1
INDICE PLASTICO	8.6



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 C.I.P. N° 7731  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAES, APURÍMAC 2022"

MUESTRA:

C-3

PROF. :

1.50 m

UBICACIÓN:

PROVINCIA DE AYMARAES,

REGION APURIMAC

SOLICITADO:

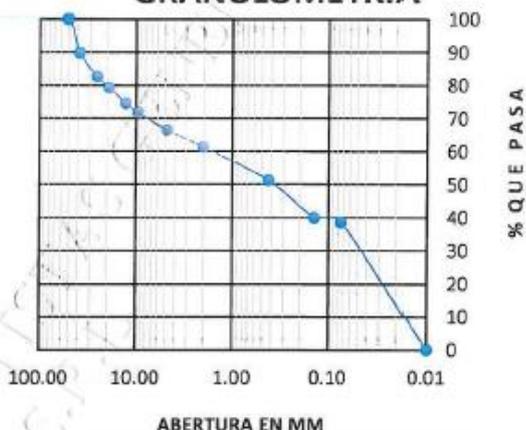
BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA :

MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO	%	%
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	192.00	10.23
1"	25.40	134.00	7.14
3/4"	19.10	64.00	3.41
1/2"	12.70	90.00	4.80
3/8"	9.52	50.00	2.67
Nº 4	4.76	99.00	5.28
Nº 10	2.00	97.00	5.17
Nº 40	0.43	188.00	10.02
Nº 100	0.14	212.00	11.30
Nº 200	0.07	26.00	1.39
CAZUELA		724	38.59
<b>TOTAL :</b>	<b>1,876</b>	<b>100</b>	

### GRAFICO DE GRANULOMETRIA



#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

#### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retiene más de 75µ	GW	Gravas bien graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
	SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	ARENAS Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa más de Nº.4 (LL<50)	GP
GM			Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
		ML	Limo inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
		CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas,
		OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
		MH	Limos inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos
		OH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
Altamente Orgánico	PI	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	

#### DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	66.47
PASA Nº10	61.30
PASA Nº40	51.28
PASA Nº200	38.59
RETIENE Nº4	33.53
D10	0.019
D30	0.06
D60	1.80
Cu	93.65
Cc	0.096
LL	33.7%
LP	25.1%
IP	8.6%
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-4
SUCS	GC

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-3

PROF.: 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA: MAYO DEL 2022

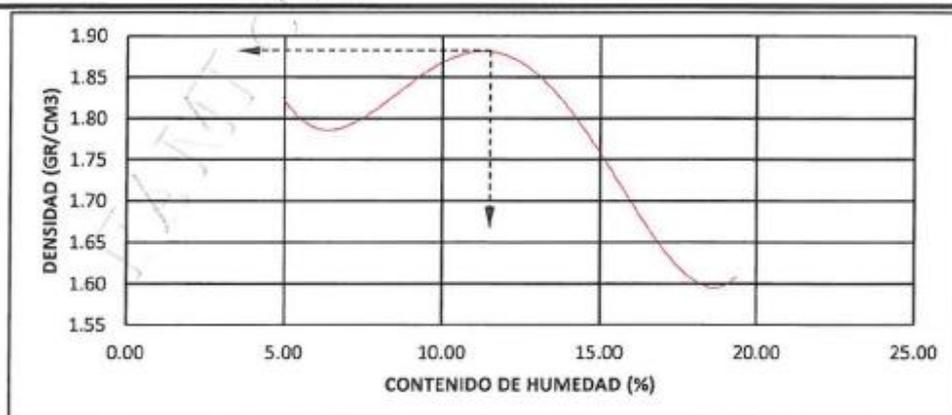
Peso del Molde (gr) :	<b>2,160.00</b>	Golpes por capa:	<b>56.00</b>		
Diametro del molde (Cm) :	<b>15.20</b>	Altura (Cm) :	<b>11.60</b>	Volumen (c.c.) :	<b>2105</b>

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6193.00	6352.00	6558.00	6380.00	6200.00					
Peso del Molde (gr)	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4033.00	4192.00	4398.00	4220.00	4040.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.92	1.99	2.09	2.00	1.92					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.90	13.70	14.54	15.00	13.60	13.69	13.14	13.98	14.50	13.60
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	56.20	56.50	50.30	53.30	52.46	52.48	57.82	57.85	58.70	54.98
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	54.20	54.50	47.50	50.20	48.77	48.42	51.85	52.05	51.40	48.40
Peso Suelo Humedo (gr)	2.00	2.00	2.80	3.10	3.69	4.06	5.97	5.80	7.30	6.58
Peso Suelo Seco (gr)	40.30	40.80	32.96	35.20	35.17	34.73	38.71	38.07	36.90	34.80
Contenido de Humedad (w)	4.96	4.90	8.50	8.81	10.49	11.69	15.42	15.24	19.78	18.91
Contenido de Humedad real	4.93		8.65		11.09		15.33		19.35	
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.83		1.83		1.88		1.74		1.61	

HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>11.09</b>
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) =	<b>1.88</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 72317  
 GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAES, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-3

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAES,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.88	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	11.09%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	9.81%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
		96 GOLPES	25 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
		56 GOLPES	25 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,358	8,086	7,820
Peso del Molde (gr)	3,960	3,951	3,952
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,398	4,135	3,868
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.07	1.95	1.82
Densidad Seca (gr/cm3)	1.85	1.75	1.85

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
	Peso del Tarro (gr)	14.52	14.75	14.36	13.45	13.74
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	52.62	52.12	50.37	50.69	52.12	50.62
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	48.59	48.13	46.79	46.80	48.35	47.30
Peso del Agua (gr)	4.03	3.99	3.58	3.89	3.77	3.32
Peso del Suelo Seco (gr)	34.07	33.38	32.43	33.35	34.61	33.32
Contenido de Humedad	11.8%	12.0%	11.0%	11.7%	10.9%	10.0%
Contenido de Humedad Promedio	11.9%		11.4%		10.4%	

DATOS DE ABSORCION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	Peso M+M C. despues de inmersión (gr)	8,538	8,368
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,358	8,086	7,820
Porcentaje de Absorción	4.09%	6.82%	9.31%



ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION 0.001											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	78.00	0.078	1.69%	101.00	0.101	2.19%	117.00	0.117	2.54%
15/06/2021	16.00	48 horas	96.00	0.096	2.08%	111.00	0.111	2.41%	128.00	0.128	2.78%
16/06/2021	16.00	72 horas	96.00	0.096	2.08%	118.00	0.118	2.56%	137.00	0.137	2.97%
17/06/2021	16.00	96 horas	96.00	0.096	2.08%	119.00	0.119	2.58%	140.00	0.140	3.04%

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	178	179	60	80	81	27	56	57	19
1.0 min	1.27	0.050	571	577	192	224	226	75	137	139	46
1.5 min	1.91	0.075	1118	1131	377	469	474	158	233	235	76
2.0 min	2.54	0.100	1728	1747	582	718	726	242	454	459	153
4.0 min	5.08	0.200	3570	3611	1204	1244	1258	419	549	555	185
6.0 min	7.62	0.300	4283	4332	1444	1429	1445	482	638	646	215
8.0 min	10.16	0.400	4695	4749	1583	1598	1617	539	722	730	243
10.0 min	12.70	0.500	4695	4749	1583	1598	1617	539	722	730	243

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

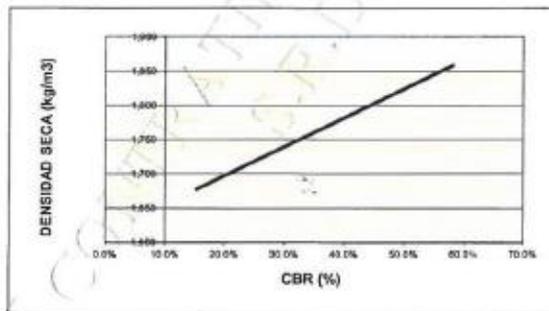
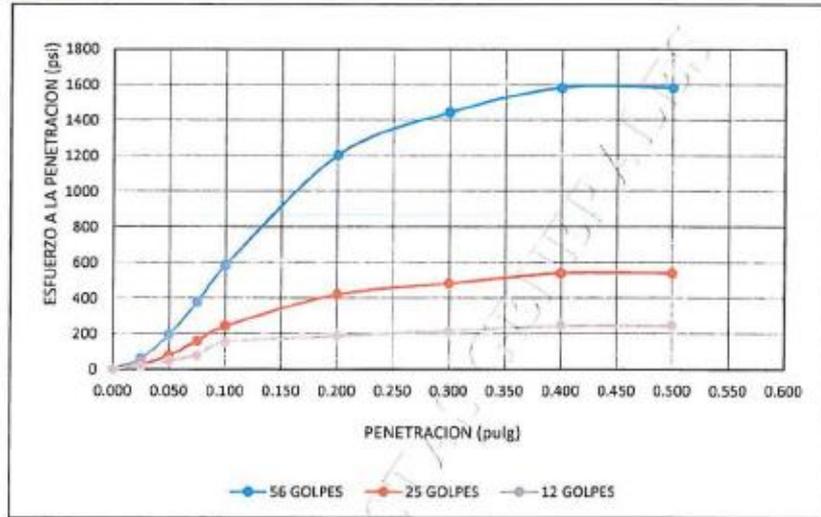
**MUESTRA:** C-3

**PROF. :** 1.50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m³) =	<b>1.88</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>34.4%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>11.09%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>58.2%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	2.08%	4.09%
25 GOLPES	2.58%	6.82%
12 GOLPES	3.04%	9.31%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =	<b>0.73</b>
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V"B\*

LABORATORISTA:



## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

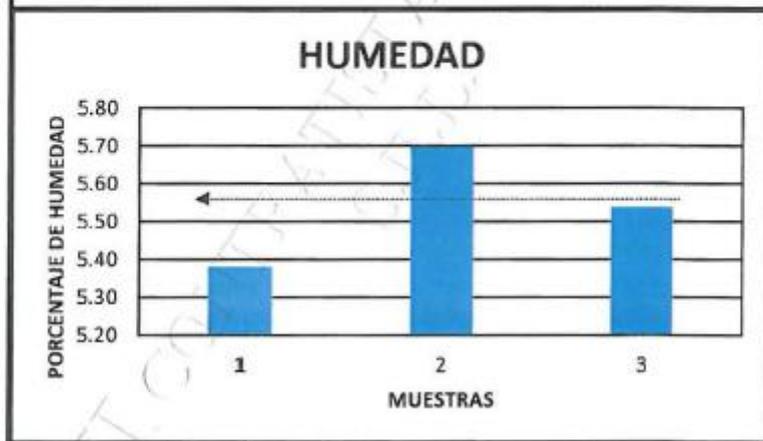
**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO  
COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-4  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.65	13.91	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	51.26	53.61	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	49.34	51.47	
Peso del Agua gr.	1.92	2.14	
Peso de Suelo Seca gr.	35.69	37.56	
Porcentaje de Humedad %	5.38	5.70	5.54

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 5.54**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
C.P. N° 77317  
GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-4  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.69	13.60	13.60	13.42
Peso capsula. + suelo humedo	27.11	27.47	27.25	27.28
Peso capsula + suelo seco	24.07	24.26	24.00	23.91
Numero de golpes	45	31	20	13
Peso suelo seco	10.38	10.66	10.40	10.49
Peso agua	3.04	3.21	3.25	3.37
% humedad	29.3	30.1	31.3	32.1

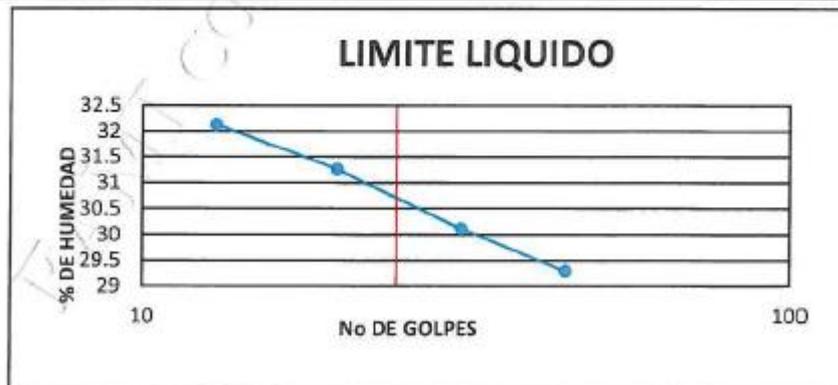
**OBSERVACIONES:**

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.68	14.71	14.20
Peso capsula. + suelo humedo	25.00	25.71	25.36
Peso capsula + suelo seco	22.89	23.67	23.28
Peso suelo seco	9.21	8.96	9.09
Peso agua	2.11	2.04	2.08
% humedad	22.9	22.8	22.8

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	30.7
LIMITE PLASTICO	22.8
INDICE PLASTICO	7.9



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77217  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO  
COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-4

PROF. : 1,50 m

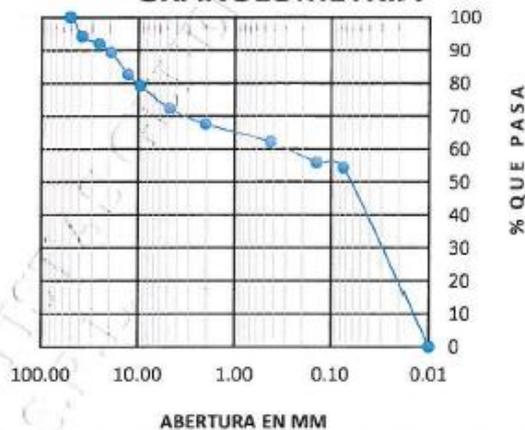
UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO	%	%
(Pulg.) (mm.)	RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	94.00	5.74
1"	25.40	38.00	2.32
3/4"	19.10	44.00	2.69
1/2"	12.70	109.00	6.66
3/8"	9.52	55.00	3.36
Nº 4	4.76	113.00	6.90
Nº 10	2.00	77.00	4.70
Nº 40	0.43	90.00	5.50
Nº 100	0.14	102.00	6.23
Nº 200	0.07	26.00	1.59
CAZUELA		889	54.31
TOTAL :		1,637	100

### GRAFICO DE GRANULOMETRIA



#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

##### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO ARENOSO, más del 50% retiene más de Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (U-60)	GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo
	ARCILLAS (LL-60)	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
		ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas.
		OL	Limos Orgánicas y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
		MH	Limos Inorgánicas, Limos micáceos, o diamonizados, Limos elásticos
Altamente Orgánico	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	
	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	
	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	

#### DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	72.33
PASA Nº 10	67.62
PASA Nº 40	62.13
PASA Nº 200	54.31
RETIEENE Nº 4	27.67
D10	0.014
D30	0.04
D60	0.33
Cu	24.10
Cc	0.373
LL	30.7%
LP	22.8%
IP	7.9%
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-4
SUCS	CL

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI**  
 CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-4

PROF.: 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,

REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA: MAYO DEL 2022

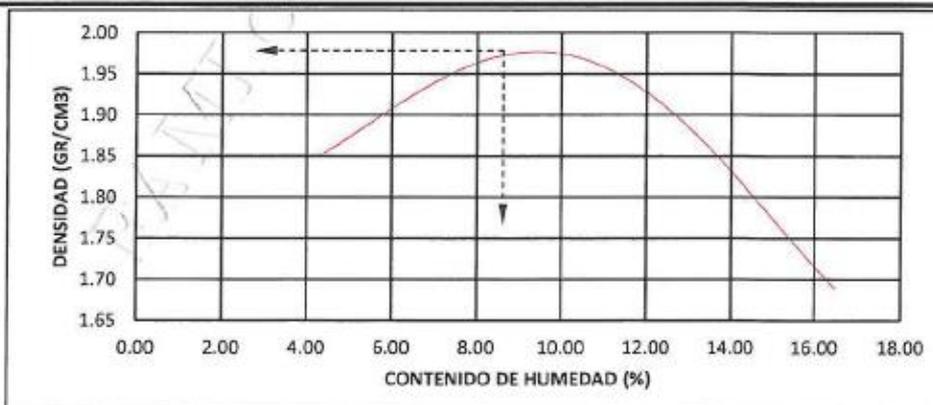
Peso del Molde (gr.) :	<b>2,160.00</b>	Golpes por capa:	<b>56.00</b>
Diametro del molde (Cm) :	<b>15.20</b>	Altura (Cm) :	<b>11.60</b>
		Volumen (c.c.) :	2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6230.00	6520.00	6730.00	6590.00	6301.00					
Peso del Molde (gr)	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4070.00	4360.00	4570.00	4430.00	4141.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.93	2.07	2.17	2.10	1.97					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.51	13.75	13.56	14.12	23.54	22.70	13.82	13.14	14.25	14.81
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	72.10	73.15	75.20	74.14	66.89	65.04	65.30	66.25	69.85	67.45
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	69.85	70.45	71.21	70.25	62.66	61.50	59.20	59.80	62.05	59.94
Peso Suelo Humedo (gr)	2.25	2.70	3.99	3.89	4.23	3.54	6.10	6.45	7.80	7.51
Peso Suelo Seco (gr)	56.34	56.70	57.65	56.13	39.12	38.80	45.38	46.66	47.80	45.13
Contenido de Humedad (w)	3.99	4.76	6.92	6.93	10.81	9.12	13.44	13.82	16.32	16.64
Contenido de Humedad real	4.38	6.93	9.97	13.63	16.46					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.85	1.94	1.97	1.85	1.69					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>9.97</b>
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) =	<b>1.97</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000**

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-4  
**PROF. :** 1.50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.97	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	9.97%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	5.54%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,636	8,449	8,208
Peso del Molde (gr)	4,066	4,078	4,043
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,570	4,371	4,165
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.15	2.06	1.96
Densidad Seca (gr/cm3)	1.96	1.88	1.79

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	22.40	21.95	21.64	22.00	23.74	23.96
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	65.00	65.57	66.05	63.24	68.11	74.63
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	61.25	61.61	62.03	59.74	63.71	70.57
Peso del Agua (gr)	3.75	3.96	4.02	3.50	4.40	4.06
Peso del Suelo Seco (gr)	38.85	39.66	40.49	37.74	39.97	46.61
Contenido de Humedad	9.7%	10.0%	9.9%	9.3%	11.0%	8.7%
Contenido de Humedad Promedio	9.8%		9.8%		9.9%	

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,822	8,697	8,544
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,636	8,449	8,208
Porcentaje de Absorción	4.07%	5.67%	8.07%

**ENSAYO DE EXPANSION**

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	168.00	0.168	3.65%	205.00	0.205	4.45%	208.00	0.208	4.52%
15/06/2021	16.00	48 horas	188.00	0.188	4.08%	215.00	0.215	4.67%	220.00	0.220	4.78%
16/06/2021	16.00	72 horas	196.00	0.196	4.26%	220.00	0.220	4.78%	225.00	0.225	4.86%
17/06/2021	16.00	96 horas	196.00	0.196	4.26%	221.00	0.221	4.80%	227.00	0.227	4.93%

**ENSAYO DE PENETRACION**

CTE. ANILLO= 1.0115*DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	76	76	25	64	65	22	26	26	9
1.0 min	1.27	0.050	230	233	78	152	153	51	73	74	25
1.5 min	1.91	0.075	447	452	151	265	269	90	123	124	41
2.0 min	2.54	0.100	671	679	226	472	477	159	161	162	54
4.0 min	5.08	0.200	1319	1333	444	824	833	278	259	261	87
6.0 min	7.62	0.300	1646	1664	555	954	975	325	335	339	113
8.0 min	10.16	0.400	1895	1917	639	1102	1114	371	402	407	136
10.0 min	12.70	0.500	1895	1917	639	1102	1114	371	402	407	136

CONTRATISTA GENERAL  
 Ing. Edwin Mitoche Dak  
 CIP. N° 22317  
 GERENTE

## GRAFICOS CBR

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

MUESTRA:

C-4

PROF. :

1.50 m

UBICACIÓN:

PRO/INCA DE AYMARAE,

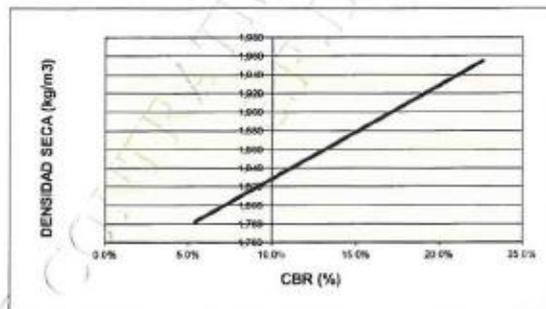
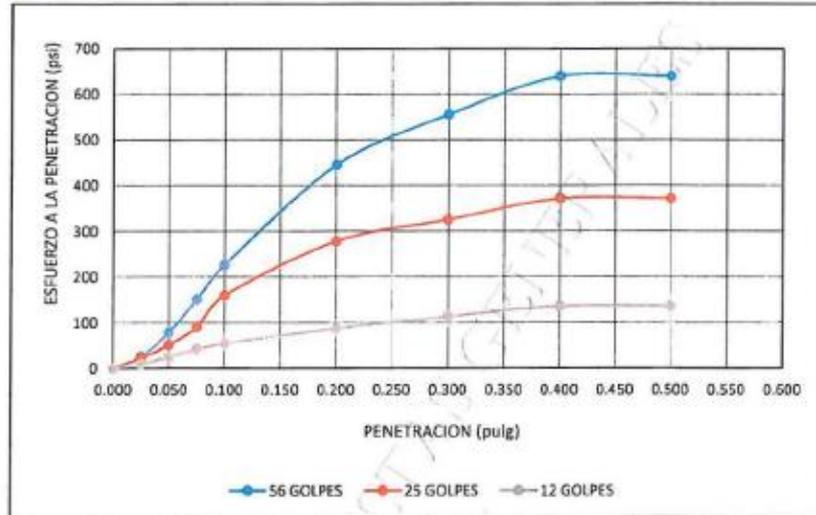
REGION APURIMAC

SOLICITADO:

BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA :

MAYO DEL 2022



### RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>1.97</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>13.4%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>9.97%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>22.6%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	4.26%	4.07%
25 GOLPES	4.80%	5.67%
12 GOLPES	4.93%	8.07%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.76
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V°B°

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palamino  
 GIP. N° 71317  
 GERENTE

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-6

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.52	13.45	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	54.47	50.40	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	52.14	48.39	
Peso del Agua gr.	2.33	2.01	
Peso de Suelo Seca gr.	38.62	34.94	
Porcentaje de Humedad %	6.03	5.75	5.89

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 5.89



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

 **FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
*Edwin Miranda Palomino*  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP. N° 71317  
GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-5  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.46	14.45	14.76	14.52
Peso capsula. + suelo humedo	28.00	27.45	27.07	27.89
Peso capsula + suelo seco	24.48	24.19	23.92	24.39
Numero de golpes	41	30	20	14
Peso suelo seco	11.02	9.74	9.16	9.87
Peso agua	3.52	3.26	3.15	3.50
% humedad	31.9	33.5	34.4	35.5

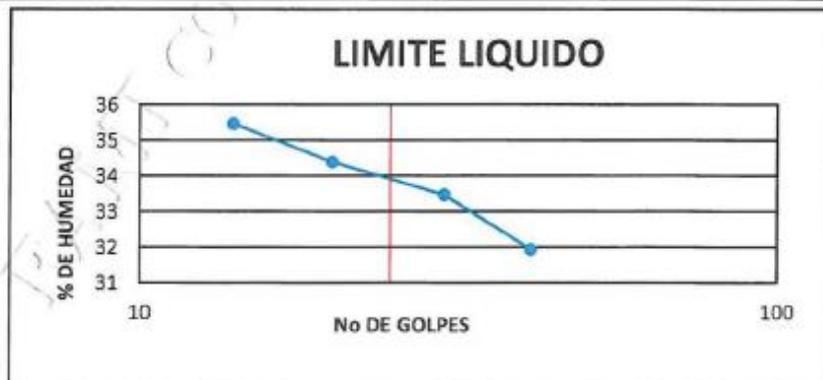
**OBSERVACIONES:**

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.74	13.99	13.87
Peso capsula. + suelo humedo	25.37	25.04	25.21
Peso capsula + suelo seco	23.14	22.92	23.03
Peso suelo seco	9.40	8.93	9.17
Peso agua	2.23	2.12	2.18
% humedad	23.7	23.7	23.7

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	33.9
LIMITE PLASTICO	23.7
INDICE PLASTICO	10.2



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 C.I.P. N° 77317  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-5

PROF. : 1.50 m

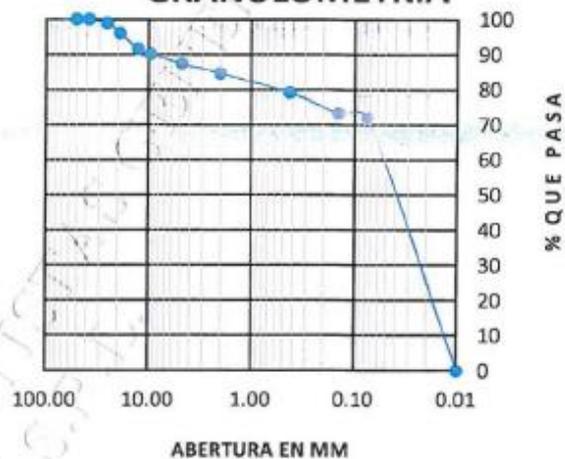
UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO	% RETENIDO	% QUE PASA
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)
4"	101.60	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00
1"	25.40	15.00	98.88
3/4"	19.10	40.00	95.91
1/2"	12.70	68.00	91.52
3/8"	9.52	20.00	90.04
Nº 4	4.76	37.00	87.29
Nº 10	2.00	37.00	84.54
Nº 40	0.43	73.00	79.11
Nº 100	0.14	82.00	73.01
Nº 200	0.07	18.00	71.67
CAZUELA		964	0.00
<b>TOTAL :</b>	<b>1,345</b>	<b>100</b>	

### GRAFICO DE GRANULOMETRIA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRUASO	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
	SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
GM		Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	
	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	
	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	
	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	
	CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,	
	OL	Limos Orgánicas y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	
	MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados. Limos elásticos	
	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	
OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad		
Altamente Orgánico	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	

DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	87.29
PASA Nº 10	84.54
PASA Nº 40	79.11
PASA Nº 200	71.67
RETIENE Nº 4	12.71
D10	0.010
D30	0.03
D60	0.06
Cu	6.00
Cc	1.500
LL	33.9%
LP	23.7%
IP	10.2%
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-4
SUCS	ML

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 72317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-6  
 PROF.: 1,50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA: MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) :	<b>2,160.00</b>	Golpes por capa:	<b>56.00</b>		
Diametro del molde (Cm) :	<b>15.20</b>	Altura (Cm) :	<b>11.60</b>	Volumen (c.c.) :	<b>2105</b>

MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6030.00	6280.00	6603.00	6555.00	6325.00
Peso del Molde (gr)	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3870.00	4120.00	4443.00	4395.00	4165.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.84	1.96	2.11	2.09	1.98

CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.56	14.85	17.36	16.25	14.36	13.46	14.25	14.89	13.64	13.38
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	66.35	65.38	73.25	74.12	51.91	49.99	65.20	64.18	63.89	64.58
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	64.25	63.35	69.95	70.47	47.68	45.84	58.83	57.90	56.95	57.50
Peso Suelo Humedo (gr)	2.10	2.03	3.30	3.65	4.23	4.15	6.37	6.28	6.94	7.08
Peso Suelo Seco (gr)	50.69	48.50	52.59	54.22	33.32	32.38	44.58	43.01	43.31	44.14
Contenido de Humedad (w)	4.14	4.19	6.27	6.73	12.70	12.82	14.29	14.60	16.02	16.04
Contenido de Humedad real	4.16	6.50	12.76	14.45	16.03					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.77	1.84	1.87	1.82	1.71					

HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>12.76</b>
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) =	<b>1.87</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP/ Nº 72117  
 GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-5  
**PROF.:** 1.50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA:** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.87	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	12.76%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	5.89%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,403	8,179	8,758
Peso del Molde (gr)	3,960	3,951	3,952
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,443	4,228	3,906
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.09	1.99	1.84
Densidad Seca (gr/cm3)	1.86	1.77	1.66

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.43	13.60	13.60	13.68	13.67	14.71
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	51.74	50.14	50.52	54.11	51.15	51.52
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	47.49	46.04	46.42	49.68	47.13	48.41
Peso del Agua (gr)	4.25	4.10	4.10	4.43	4.02	3.11
Peso del Suelo Seco (gr)	34.06	32.44	32.82	36.00	33.46	33.70
Contenido de Humedad	12.5%	12.6%	12.5%	12.3%	12.0%	9.2%
Contenido de Humedad Promedio	12.6%		12.4%		10.6%	

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M.C. despues de Inmersión (gr)	8,554	8,442	8,233
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,403	8,179	7,858
Porcentaje de Absorción	3.40%	6.22%	9.60%

**ENSAYO DE EXPANSION**

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	105.00	0.105	2.28%	197.00	0.197	4.28%	213.00	0.213	4.62%
15/06/2021	16.00	48 horas	122.00	0.122	2.65%	230.00	0.230	4.99%	233.00	0.233	5.06%
16/06/2021	16.00	72 horas	123.00	0.123	2.67%	232.00	0.232	5.04%	236.00	0.236	5.12%
17/06/2021	16.00	96 horas	123.00	0.123	2.67%	233.00	0.233	5.06%	236.00	0.236	5.12%

**ENSAYO DE PENETRACION**

CTE. ANILLO= 1.0115"DIV-0.1772			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	174	176	59	44	44	15	34	34	11
1.0 min	1.27	0.050	492	498	166	143	144	48	93	94	31
1.5 min	1.91	0.075	670	880	293	264	267	89	148	150	50
2.0 min	2.54	0.100	1163	1177	392	371	375	125	189	191	64
4.0 min	5.08	0.200	1818	1836	613	582	589	196	264	287	96
6.0 min	7.62	0.300	2033	2057	686	707	715	238	351	355	118
8.0 min	10.16	0.400	2207	2232	744	822	831	277	426	431	144
10.0 min	12.70	0.500	2207	2232	744	822	831	277	426	431	144



## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO PÓBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:**

C-5

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

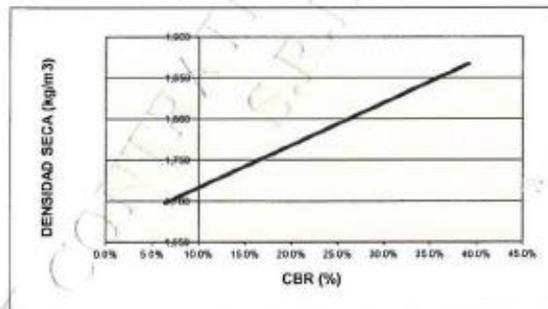
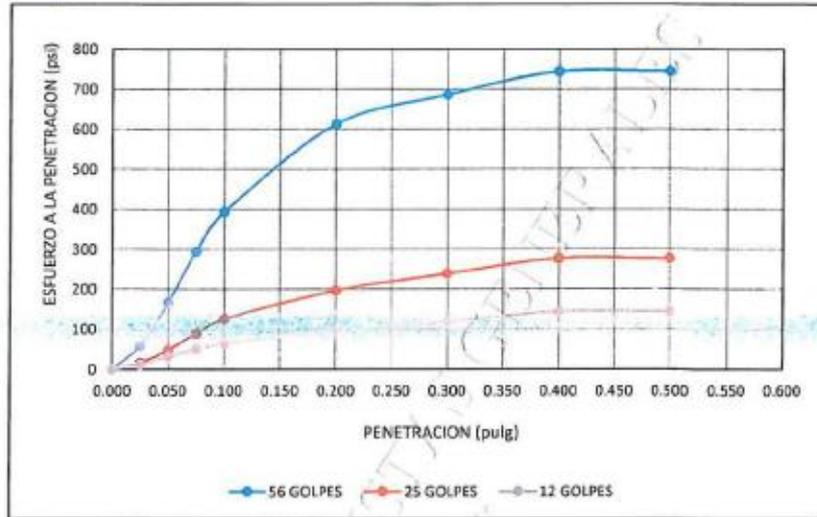
PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :**

MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m <sup>3</sup> ) =	<b>1.87</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>19.6%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>12.76%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>39.2%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	2.67%	3.40%
25 GOLPES	5.06%	6.22%
12 GOLPES	5.12%	9.60%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.96
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V\*B\*

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
  
 Ing. Edwin Miranda Palomiro  
 CIP. N° 77117  
 GERENTE

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-8

**PROF. :** 1,50 m

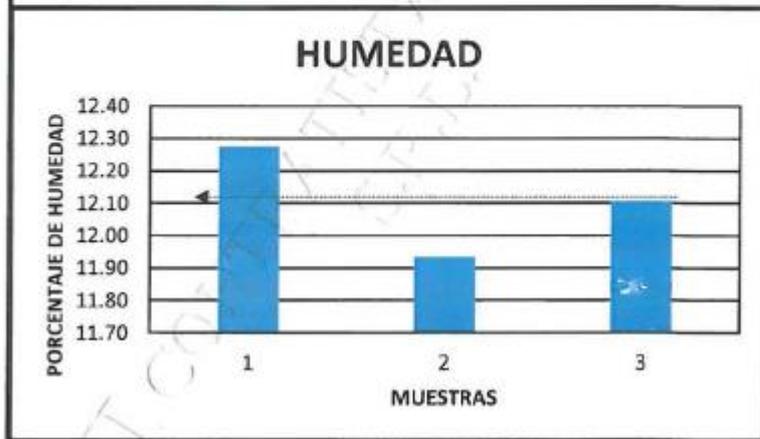
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.74	13.98	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	51.97	53.84	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	47.79	49.59	
Peso del Agua gr.	4.18	4.25	
Peso de Suelo Seca gr.	34.05	35.61	
Porcentaje de Humedad %	12.28	11.93	12.11

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 12.11**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

 **FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
Ing. Edwin Miranña Palomino  
CIP. N° 77317  
GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-6

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.90	13.64	13.36	13.37
Peso capsula. + suelo humedo	28.11	27.99	27.93	27.98
Peso capsula + suelo seco	24.60	24.35	24.14	24.10
Numero de golpes	45	31	20	13
Peso suelo seco	10.70	10.71	10.78	10.73
Peso agua	3.51	3.64	3.79	3.88
% humedad	32.8	34.0	35.2	36.2

**OBSERVACIONES:**

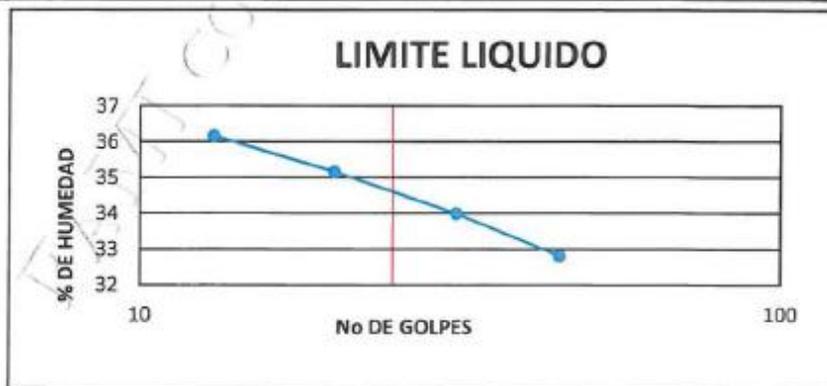


**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.45	13.49
Peso capsula. + suelo humedo	26.19	24.90	25.55
Peso capsula + suelo seco	23.87	22.86	23.37
Peso suelo seco	10.35	9.41	9.88
Peso agua	2.32	2.04	2.18
% humedad	22.4	21.7	22.1

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	<b>34.6</b>
LIMITE PLASTICO	<b>22.1</b>
INDICE PLASTICO	<b>12.6</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 22317  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO  
COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-6

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	147.00	9.08	90.92
1"	25.40	0.00	0.00	90.92
3/4"	19.10	16.00	0.99	89.93
1/2"	12.70	9.00	0.56	89.38
3/8"	9.52	15.00	0.93	88.45
Nº 4	4.76	9.00	0.56	87.89
Nº 10	2.00	7.00	0.43	87.46
Nº 40	0.43	21.00	1.30	86.16
Nº 100	0.14	69.00	4.26	81.90
Nº 200	0.07	19.00	1.17	80.73
CAZUELA		1,307	80.73	0.00
<b>TOTAL :</b>		<b>1,619</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRUESO, más de 50% retenido en malla Nº 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
	ARENA Y SUELO ARENOSO, más de 50% pasa a malla Nº 4	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS (LL-50)	GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
		SW	Árenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
		SP	Árenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
		SM	Árenas Limosas, mezcla de arena y limo
	LIMOS Y ARCILLAS (LI-PI)	SC	Árenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
		ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,
		OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
		MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos
Altamente Orgánico	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.	
	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	
Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	87.89
PASA Nº 10	87.46
PASA Nº 40	86.16
PASA Nº 200	80.73
RETIENE Nº 4	12.11
D10	0.009
D30	0.03
D60	0.05
Cu	6.00
Cc	1.500
LL	34.6%
LP	22.1%
IP	12.6%
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-6
SUCS	CL

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP Nº 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-6

PROF.: 1.50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

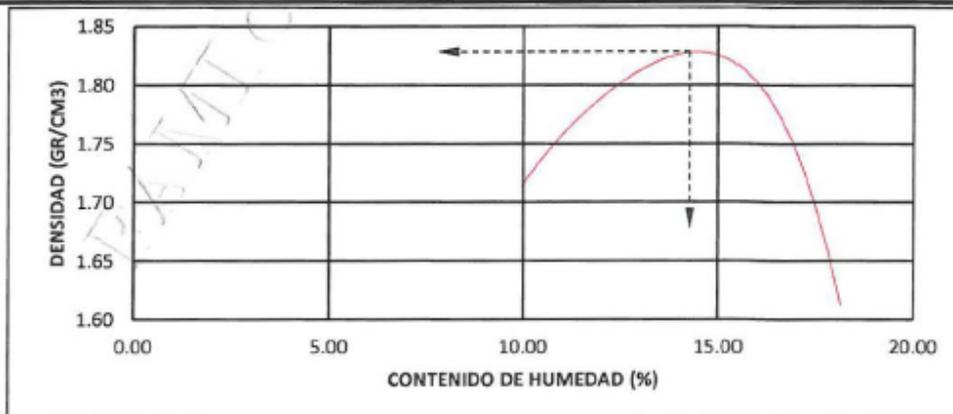
SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA: MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) : **2,160.00** Golpes por capa: **56.00**  
 Diámetro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : **2105**

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6125.00	6341.00	6574.00	6320.00	6168.00					
Peso del Molde (gr)	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00	2160.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3965.00	4181.00	4414.00	4160.00	4008.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.88	1.99	2.10	1.98	1.90					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	21.20	22.15	20.39	21.45	23.53	22.69	21.14	22.01	21.71	20.32
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	75.30	76.82	77.12	78.35	60.29	62.20	76.54	75.28	78.34	77.47
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	70.25	72.03	71.36	72.25	55.56	57.13	68.43	67.13	69.63	68.73
Peso Suelo Humedo (gr)	5.05	4.79	5.76	6.10	4.73	5.07	8.11	8.15	8.71	8.74
Peso Suelo Seco (gr)	49.05	49.88	50.97	50.80	32.03	34.44	47.29	45.12	47.92	48.41
Contenido de Humedad (w)	10.30	9.60	11.30	12.01	14.77	14.72	17.15	18.06	18.18	18.05
Contenido de Humedad real	9.95	11.65	14.74	17.61	18.12					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.71	1.78	1.83	1.68	1.61					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **14.74**  
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m<sup>3</sup>) = **1.83**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
  
 Ing. Edwin Miranda Palentino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-6

**PROF. :** 1.50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,

REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA:** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.83	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	14.74%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	12.11%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
		56 GOLPES	25 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
		56 GOLPES	25 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,541	8,771	8,341
Peso del Molde (gr)	4,527	4,558	4,454
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,414	4,213	3,887
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.08	1.98	1.83
Densidad Seca (gr/cm3)	1.82	1.72	1.62

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
	Peso del Tarro (gr)	24.21	19.92	22.01	23.89	20.98
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	59.20	60.31	60.11	62.69	55.43	51.78
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	54.88	55.42	55.02	57.67	51.19	48.58
Peso del Agua (gr)	4.32	4.89	5.09	5.02	4.24	3.20
Peso del Suelo Seco (gr)	30.67	35.50	33.01	33.78	30.21	25.86
Contenido de Humedad	14.1%	13.8%	15.4%	14.9%	14.0%	12.4%
Contenido de Humedad Promedio	13.9%		15.1%		13.2%	

DATOS DE ABSORCION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,102	9,017
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,941	8,771	8,341
Porcentaje de Absorción	3.65%	5.84%	9.39%



ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/06/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/06/2021	16.00	24 horas	145.00	0.145	3.15%	235.00	0.235	5.10%	315.00	0.315	6.84%
15/06/2021	16.00	48 horas	195.00	0.195	4.23%	275.00	0.275	5.97%	323.00	0.323	7.01%
16/06/2021	16.00	72 horas	210.00	0.210	4.56%	315.00	0.315	6.84%	343.00	0.343	7.45%
17/06/2021	16.00	96 horas	212.00	0.212	4.60%	320.00	0.320	6.95%	350.00	0.350	7.60%

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 1.0115*DIV-0.1772											
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	82	83	28	55	56	19	28	28	9
1.0 min	1.27	0.050	211	214	71	165	167	56	64	65	22
1.5 min	1.91	0.075	357	361	120	280	283	94	97	98	33
2.0 min	2.54	0.100	498	504	168	345	349	116	119	120	40
4.0 min	5.08	0.200	887	897	299	532	538	179	183	185	62
6.0 min	7.62	0.300	1142	1155	385	676	683	228	226	228	76
8.0 min	10.16	0.400	1350	1365	455	764	773	258	262	265	88
10.0 min	12.70	0.500	1350	1365	455	764	773	258	262	265	88

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

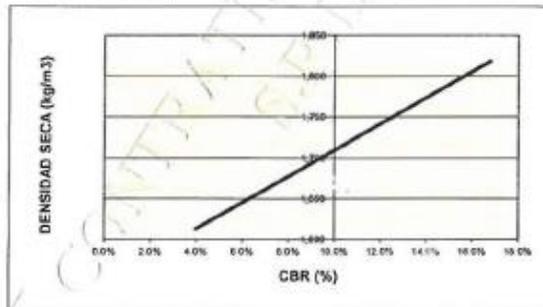
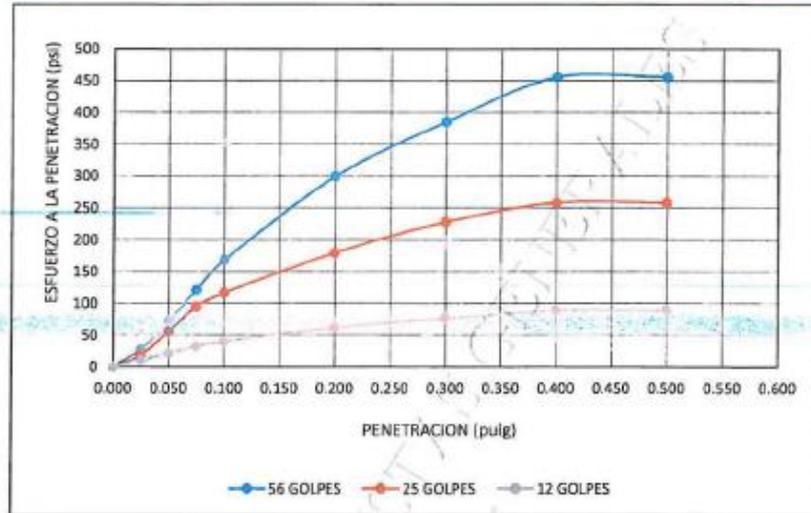
**MUESTRA:** C-6

**PROF. :** 1.50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>1.83</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>11.5%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>14.74%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>16.8%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	4.60%	3.65%
25 GOLPES	6.95%	5.84%
12 GOLPES	7.60%	9.39%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =	<b>0.84</b>
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V°B°

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

### TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-7

PROF. : 1.50m.

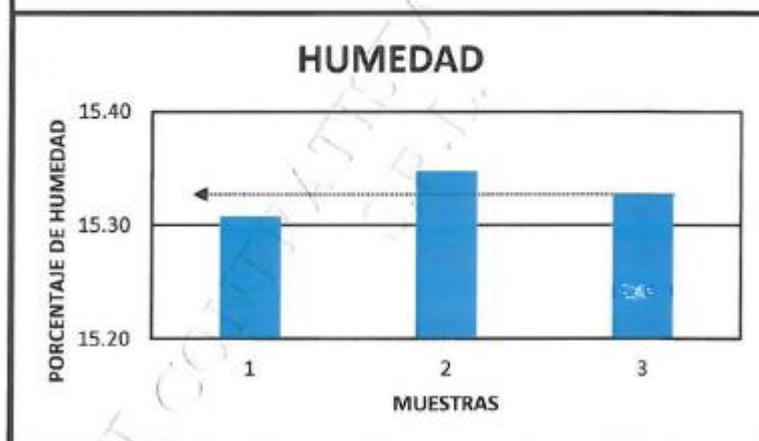
UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	20.54	20.30	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	46.00	44.50	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	42.62	41.28	
Peso del Agua gr.	3.38	3.22	
Peso de Suelo Seca gr.	22.08	20.98	
Porcentaje de Humedad %	15.31	15.35	15.33

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 15.33



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

 **FAMI** INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
GENERALES S.R.L.  
*Edwin Miranda Palomino*  
Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP. N° 77317  
GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-7  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.91	13.18	13.64	13.52
Peso capsula. + suelo humedo	31.94	33.45	32.68	32.45
Peso capsula + suelo seco	27.72	28.58	28.01	27.72
Numero de golpes	44	35	22	12
Peso suelo seco	13.81	15.40	14.37	14.20
Peso agua	4.22	4.87	4.67	4.73
% humedad	30.6	31.6	32.5	33.3

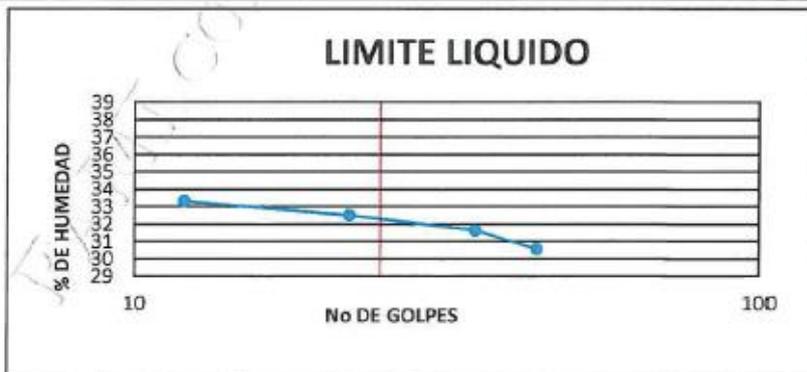
**OBSERVACIONES:**

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.45	13.75	13.26
Peso capsula. + suelo humedo	27.36	27.45	27.15
Peso capsula + suelo seco	24.73	24.77	24.51
Peso suelo seco	11.28	11.02	11.25
Peso agua	2.63	2.68	2.64
% humedad	23.3	24.3	23.5

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	32.3
LIMITE PLASTICO	23.7
INDICE PLASTICO	8.6



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 73317  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-7  
 PROF. : 1,50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	32.00	3.93	96.07
1"	25.40	14.00	1.72	94.36
3/4"	19.10	62.00	7.61	86.75
1/2"	12.70	67.00	8.22	78.53
3/8"	9.52	25.00	3.07	75.46
Nº 4	4.76	31.00	3.80	71.66
Nº 10	2.00	125.00	15.34	56.32
Nº 40	0.43	114.00	13.99	42.33
Nº 100	0.14	110.00	13.60	28.83
Nº 200	0.07	32.00	3.93	24.91
CAZUELA		203.00	24.91	0.00
<b>TOTAL :</b>		<b>815.00</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retiene malla Nº 4		GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
	SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa malla Nº 4	ARCILLAS (LL-50)	GP
GM				Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL-50)	ARCILLAS (LL-50)	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
			SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL-50)	ARCILLAS (LL-50)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
			SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL-50)	ARCILLAS (LL-50)	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
			ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL-50)	ARCILLAS (LL-50)	CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas.
			OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL-50)	ARCILLAS (LL-50)	MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados. Limos elásticos
			CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ARCILLAS (LL-50)	ARCILLAS (LL-50)	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad
			Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos

DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	71.66
PASA Nº 10	56.32
PASA Nº 40	42.33
PASA Nº 200	24.91
RETIENE Nº 4	28.34
D10	0.030
D30	0.16
D60	2.66
Cu	89.61
Cc	0.343
LL	32.3%
LP	23.7%
IP	8.6%
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-2-4
SUCS	SC

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 77317  
 GERENTE

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAES, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-7  
 PROF.: 1.50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAES,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA: MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) :	<b>2,910.00</b>	Golpes por capa:	<b>56.00</b>		
Diametro del molde (Cm) :	<b>15.20</b>	Altura (Cm) :	<b>11.60</b>	Volumen (c.c.) :	<b>2105</b>

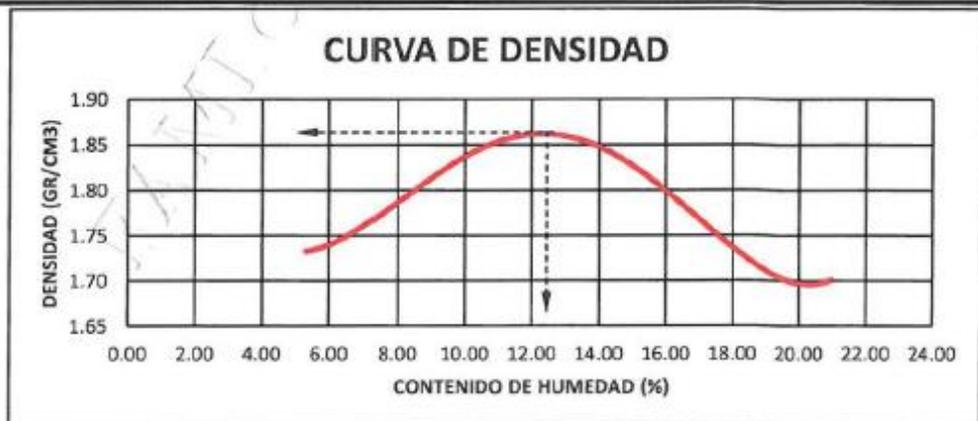
MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6750.00	7010.00	7320.00	7300.00	7240.00
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3840.00	4100.00	4410.00	4390.00	4330.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.82	1.95	2.10	2.09	2.06

CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	20.54	20.30	19.90	20.06	20.06	20.34	19.80	19.28	20.02	20.28
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	55.02	54.38	57.74	55.56	55.10	54.02	52.10	56.00	52.90	52.00
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	53.28	52.66	54.78	52.84	51.20	50.26	47.72	50.80	47.26	46.45
Peso Suelo Humedo (gr)	1.74	1.72	2.96	2.72	3.90	3.76	4.38	5.20	5.64	5.55
Peso Suelo Seco (gr)	32.74	32.36	34.88	32.78	31.14	29.92	27.92	31.52	27.24	26.17
Contenido de Humedad (w)	5.31	5.32	8.49	8.30	12.52	12.57	15.69	16.50	20.70	21.21
Contenido de Humedad real	5.31	8.39	12.55	16.09	20.96					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.73	1.80	1.86	1.80	1.70					

HUMEDAD OPTIMA (%)	=	<b>12.55</b>
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> )	=	<b>1.86</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Pelomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-7

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.86	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	12.55%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	15.33%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.21	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8.500	8.400	8.295
Peso del Molde (gr)	4.080	4.080	4.080
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4.420	4.320	4.215
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.08	2.03	1.99
Densidad Seca (gr/cm3)	1.85	1.81	1.76

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	19.70	19.48	12.80	12.80	13.04	13.12
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	53.00	54.00	48.00	47.15	57.00	56.36
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	49.32	50.12	44.10	43.30	52.15	51.50
Peso del Agua (gr)	3.68	3.88	3.90	3.85	4.85	4.86
Peso del Suelo Seco (gr)	29.62	30.64	31.50	30.50	39.11	38.38
Contenido de Humedad	12.4%	12.7%	12.4%	12.6%	12.4%	12.7%
Contenido de Humedad Promedio	12.5%		12.5%		12.5%	

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8.585	8.535	8.490
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8.500	8.400	8.295
Porcentaje de Absorción	1.92%	3.13%	4.63%



**ENSAYO DE EXPANSION**

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
06/01/2017	18.30	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
07/01/2017	18.30	24 horas	80.00	0.080	1.74%	90.00	0.090	1.95%	100.00	0.100	2.17%
08/01/2017	18.30	48 horas	90.00	0.090	1.85%	100.00	0.100	2.17%	120.00	0.120	2.61%
09/01/2017	18.30	72 horas	100.00	0.100	2.17%	125.00	0.125	2.71%	140.00	0.140	3.04%
10/01/2017	18.30	96 horas	100.00	0.100	2.17%	130.00	0.130	2.82%	145.00	0.145	3.15%

**ENSAYO DE PENETRACION**

			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 0.233"/DIV+1.03											
AREA PISTON			3.0 Pulg. Cuadradas								
TIEMPO	PENETRACION		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	88.00	206	69	76	178	59	58	136	45
1.0 min	1.27	0.050	180.00	420	140	150	351	117	102	239	80
1.5 min	1.91	0.075	255.00	595	198	215	502	167	162	378	126
2.0 min	2.54	0.100	315.00	735	245	265	685	222	245	572	191
4.0 min	5.08	0.200	610.00	1422	474	558	1301	434	478	1115	372
6.0 min	7.62	0.300	920.00	2145	715	820	1912	637	684	1595	532
8.0 min	10.16	0.400	1130.00	2634	878	990	2308	769	860	2005	668
10.0 min	12.70	0.500	1216.00	2834	945	1105	2576	859	936	2182	727

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAES, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:**

C-7

**PROF. :**

1,50 m

**UBICACIÓN:**

PROVINCIA DE AYMARAES,

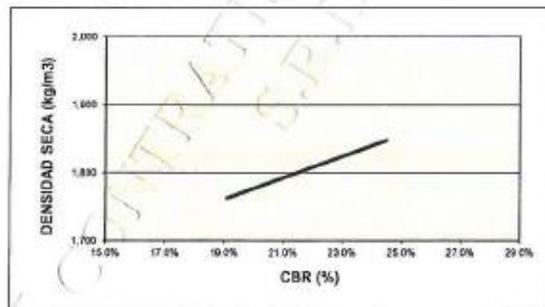
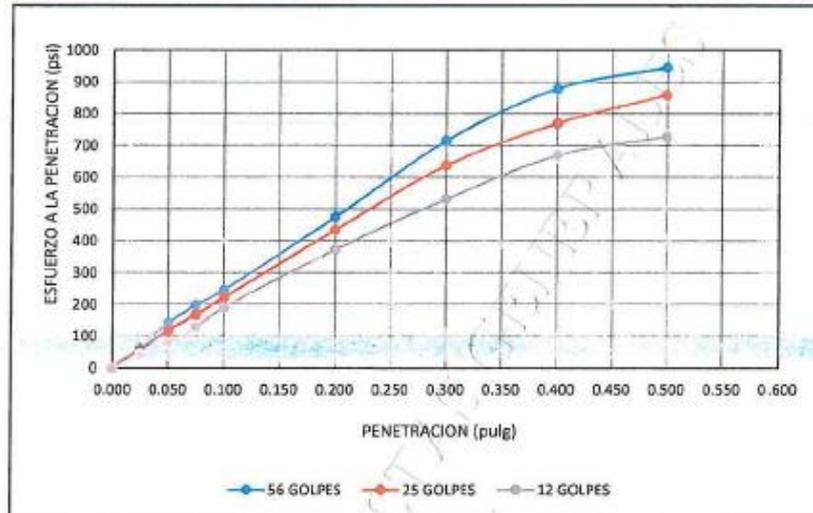
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:**

BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :**

MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m <sup>3</sup> ) =	<b>1.86</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>18.8%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>12.55%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>24.5%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	2.17%	1.92%
25 GOLFES	2.82%	3.13%
12 GOLFES	3.15%	4.63%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.78
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V\*B\*

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Mipanda Palomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

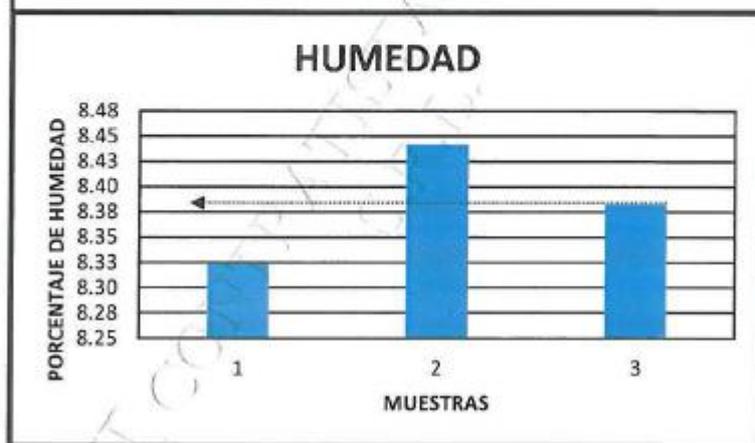
**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURÍMAC 2022"

**MUESTRA:** C-8  
**PROF. :** 1.50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.25	13.21	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	66.35	68.32	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	62.27	64.03	
Peso del Agua gr.	4.08	4.29	
Peso de Suelo Seca gr.	49.02	50.82	
Porcentaje de Humedad %	8.32	8.44	8.38

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 8.38**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomares  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAES, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-8

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAES,

REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

### LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.51	13.60	13.24	13.98
Peso capsula. + suelo humedo	31.30	32.44	32.51	31.27
Peso capsula + suelo seco	26.58	27.35	27.25	26.50
Numero de golpes	45	31	22	14
Peso suelo seco	13.07	13.75	14.01	12.52
Peso agua	4.72	5.09	5.26	4.77
% humedad	36.1	37.0	37.5	38.1

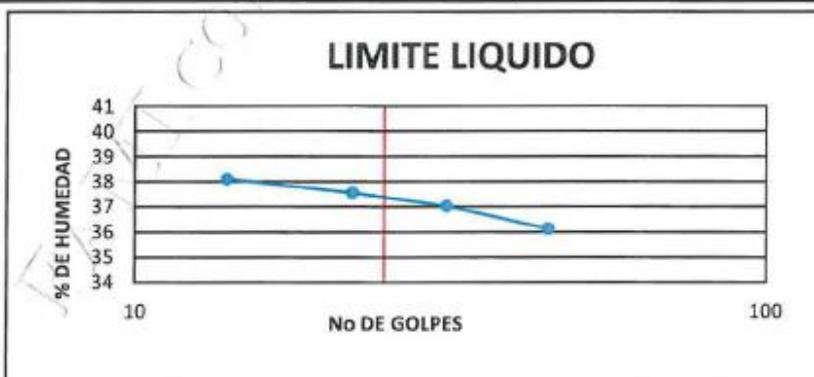
### OBSERVACIONES:

### LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.25	14.12	14.34
Peso capsula. + suelo humedo	26.35	26.47	26.12
Peso capsula + suelo seco	23.64	23.94	23.71
Peso suelo seco	10.39	9.82	9.37
Peso agua	2.71	2.53	2.41
% humedad	26.1	25.8	25.7

### RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	37.4
LIMITE PLASTICO	25.9
INDICE PLASTICO	11.5



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
*Edwin Miranda Palomino*  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### MTC E 107- 2000

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-8  
 PROF. : 1,50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)	(%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	120.00	6.77	91.23
1"	25.40	283.00	20.67	70.56
3/4"	19.10	91.00	6.65	63.92
1/2"	12.70	125.00	9.13	54.78
3/8"	9.52	64.00	4.67	50.11
Nº 4	4.76	125.00	9.13	40.98
Nº 10	2.00	78.00	5.70	35.28
Nº 40	0.43	68.00	4.97	30.31
Nº 100	0.14	53.00	3.87	26.44
Nº 200	0.07	12.00	0.88	25.57
CAZUELA		350.00	25.57	0.00
<b>TOTAL :</b>		<b>1,369.00</b>	<b>100</b>	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION		
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS			PASA Nº 4	40.98	
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más de 50% retiene nada y/o	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10	35.28
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº40	30.31
		GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº200	25.57
		GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	RETIENE Nº4	59.02
SUELO DE GRANO MEDIANO, 50% PASA LA MALLA Nº 200	ARENA Y SUELO ARENOSO, más de 50% pasa nada y/o	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10	0.029
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D30	0.41
		SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	D60	16.36
		SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	Cu	565.07
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS (IL-LO)	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	Cc	0.351
		CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,	LL	37.4%
	LIMOS Y ARCILLAS (UL-XL)	OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	LP	25.9%
		MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	IP	11.5%
			<b>CLASIFICACION</b>		
Altamente Orgánico			ASSTHO	A-2-6	
			SUCS	GC	

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 27317

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAES, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-8

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAES,

REGION APURIMAC

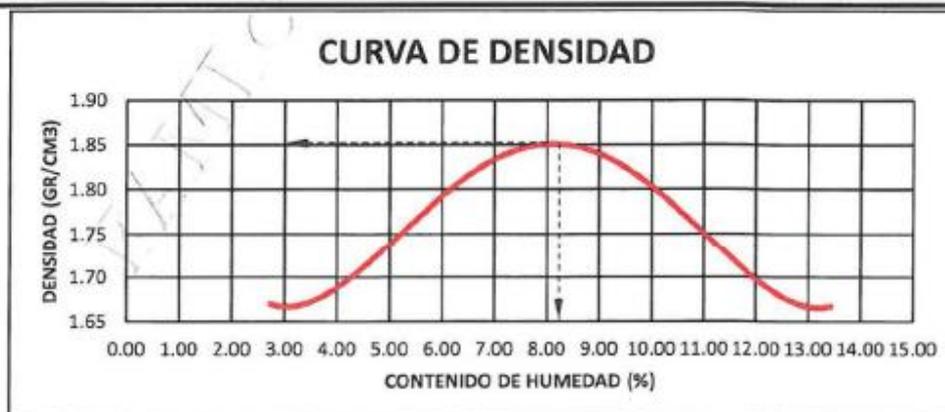
SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) : **2,910.00** Golpes por capa: **56.00**  
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : **2105**

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6520.00	6820.00	7120.00	7020.00	6890.00					
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3610.00	3910.00	4210.00	4110.00	3980.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.72	1.86	2.00	1.95	1.89					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	16.4	21.1	15.0	14.4	20.6	20.8	21.1	20.7	21.1	20.6
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	58.0	46.5	43.0	38.8	42.7	42.5	54.1	55.3	32.8	33.4
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	56.9	45.8	41.6	37.5	41.0	40.9	50.9	51.9	31.4	31.9
Peso Suelo Humedo (gr)	1.10	0.68	1.44	1.26	1.66	1.62	3.22	3.36	1.38	1.52
Peso Suelo Seco (gr)	40.50	24.76	26.56	23.14	20.44	20.08	29.78	31.24	10.30	11.28
Contenido de Humedad (w)	2.72	2.75	5.42	5.45	8.12	8.07	10.81	10.76	13.40	13.48
Contenido de Humedad real	2.73	5.43	8.09	10.78	13.44					
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.67	1.76	1.85	1.76	1.67					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **8.09**  
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m<sup>3</sup>) = **1.85**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomares

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-8

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.85	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.09%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	8.38%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
		56 GOLPES	25 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.21	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
		56 GOLPES	25 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,210	8,100	8,110
Peso del Molde (gr)	3,955	3,965	4,070
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,255	4,135	4,040
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.00	1.95	1.90
Densidad Seca (gr/cm3)	1.85	1.80	1.76

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
	Peso del Tarro (gr)	12.58	13.66	14.66	14.96	14.34
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	49.00	49.26	48.80	49.02	50.14	50.60
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	46.28	46.58	46.24	46.46	47.46	47.94
Peso del Agua (gr)	2.72	2.68	2.56	2.56	2.68	2.66
Peso del Suelo Seco (gr)	33.70	32.92	31.58	31.50	33.12	32.84
Contenido de Humedad	8.1%	8.1%	8.1%	8.1%	8.1%	8.1%
Contenido de Humedad Promedio	8.1%		8.1%		8.1%	

DATOS DE ABSORCION	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,380	8,350
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,210	8,100	8,110
Porcentaje de Absorción	4.00%	6.05%	7.43%



ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
06/01/2017	9.30	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
07/01/2017	9.30	24 horas	80.00	0.080	1.74%	100.00	0.100	2.17%	142.0	0.142	3.08%
08/01/2017	9.30	48 horas	125.00	0.125	2.71%	150.00	0.150	3.26%	171.0	0.171	3.71%
09/01/2017	9.30	72 horas	150.00	0.150	3.26%	165.00	0.165	3.58%	185.0	0.185	4.02%
10/01/2017	9.30	96 horas	160.00	0.160	3.47%	185.00	0.185	4.02%	190.0	0.190	4.12%

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
CTE. ANILLO= 0.233"DIV+1.03											
AREA PISTON	3.0 Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	108.00	253	84	98	229	76	85	199	66
1.0 min	1.27	0.050	195.00	455	152	155	362	121	130	304	101
1.5 min	1.91	0.075	305.00	712	237	255	595	198	200	467	156
2.0 min	2.54	0.100	395.00	921	307	315	735	245	260	607	202
4.0 min	5.08	0.200	801.00	1867	622	740	1725	575	635	1481	494
6.0 min	7.62	0.300	1325.00	3088	1029	1215	2832	944	1110	2587	862
8.0 min	10.16	0.400	1765.00	4113	1371	1625	3787	1262	1520	3543	1181
10.0 min	12.70	0.500	1955.00	4556	1519	1790	4172	1391	1685	3827	1309

## GRAFICOS CBR

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-8

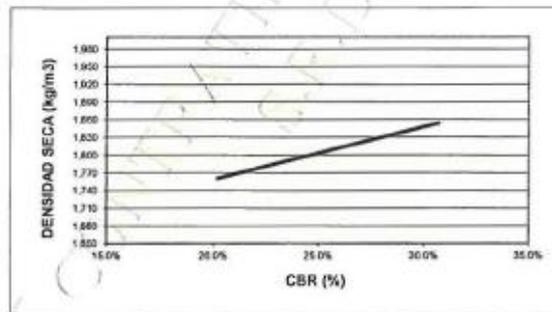
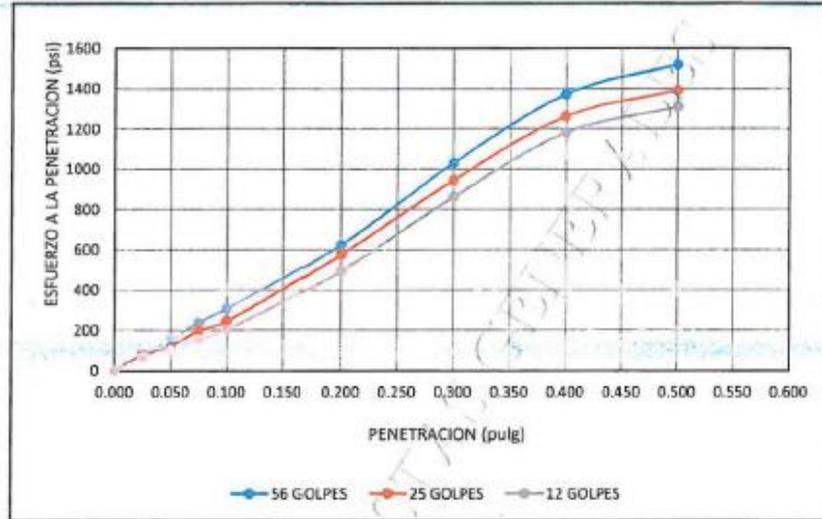
PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,

REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022



### RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>1.85</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>20.3%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>8.09%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>30.7%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	3.47%	4.00%
25 GOLPES	4.02%	6.05%
12 GOLPES	4.12%	7.43%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:  
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.74

OBSERVACION: **CONFORME**

V\*B°

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda P. Tamayo  
 CIP/ N° 7721 /  
 GERENTE

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

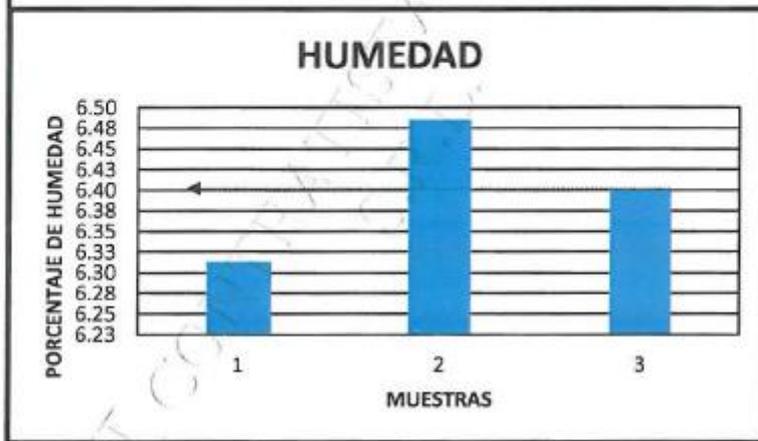
**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-9  
**PROF. :** 1,50 m  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
**FECHA :** MAYO DEL 2022

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	14.52	13.34	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	41.46	47.00	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	39.86	44.95	
Peso del Agua gr.	1.60	2.05	
Peso de Suelo Seca gr.	25.34	31.61	
Porcentaje de Humedad %	6.31	6.49	6.40

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 6.40**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. N° 77317  
 GERENTE

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

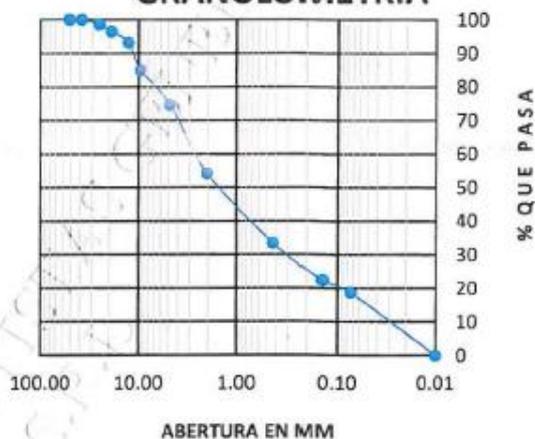
TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO  
COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, APURIMAC 2022"

MUESTRA: C-9  
 PROF. : 1,50 m  
 UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAE,  
 REGION APURIMAC  
 SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)
4"	101.60	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00
1"	25.40	15.00	1.41
3/4"	19.10	23.00	2.17
1/2"	12.70	35.00	3.30
3/8"	9.52	87.00	8.19
Nº 4	4.76	110.00	10.36
Nº 10	2.00	217.00	20.43
Nº 40	0.43	220.00	20.72
Nº 100	0.14	118.00	11.11
Nº 200	0.07	39.00	3.67
CAZUELA		198.00	18.64
<b>TOTAL :</b>	<b>1,062.00</b>	<b>100</b>	

### GRAFICO DE GRANULOMETRIA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	SUELO		DESCRIPCION
	GRANULOMETRIA	GRANULOMETRIA	
ARENA Y SUELO ARENOSO mas del 50% pasa malla Nº 4	GW	Gravas bien graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	
	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	
	GM	Gravas Limosas, mezclas de grava,arena y limo	
	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	
	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	
	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	
	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50) ARCILLAS (LL>50)	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
CL		Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas,	
OL		Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	
MH		Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	
CH		Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	
Altamente Orgánico	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	
	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	

DATOS PARA CLASIFICACION

PASA Nº 4	74.58
PASA Nº 10	54.14
PASA Nº 40	33.43
PASA Nº 200	18.64
RETIENE Nº 4	25.42
D10	0.040
D30	0.34
D60	2.79
Cu	70.32
Cc	1.030
LL	NP
LP	NP
IP	NP
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-1-b
SUCS	SM

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


**FAMI** CONTRATAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miranda Palomino  
 CIP. Nº 77311

**ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115 - 2000**

TESIS:

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAEAS, APURÍMAC 2022"

MUESTRA: C-9

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: PROVINCIA DE AYMARAEAS,  
REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

FECHA : MAYO DEL 2022

Peso del Molde (gr.) :	<b>2,910.00</b>	Golpes por capa:	<b>56.00</b>		
Diametro del molde (Cm) :	<b>15.20</b>	Altura (Cm) :	<b>11.60</b>	Volumen (c.c.) :	<b>2105</b>

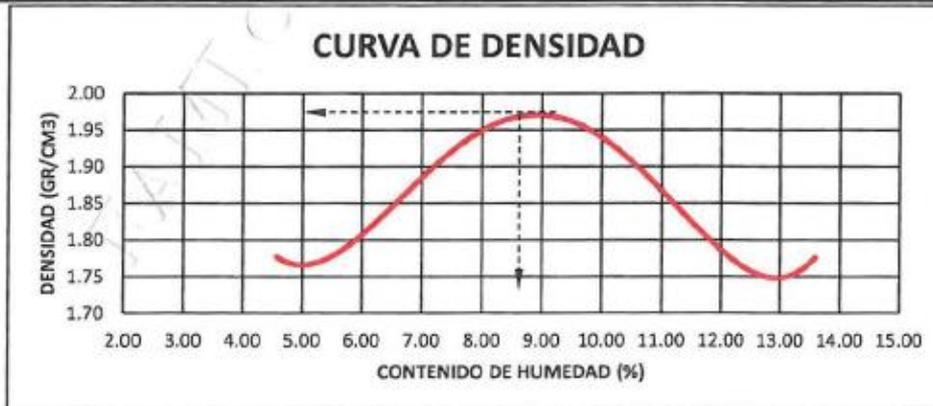
MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6820.00	7120.00	7405.00	7270.00	7155.00
Peso del Molde (gr)	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00	2910.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3910.00	4210.00	4495.00	4360.00	4245.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (Tn/m <sup>3</sup> )	1.86	2.00	2.14	2.07	2.02

CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	13.30	13.30	13.60	13.90	14.30	13.40	14.50	14.80	13.60	13.10
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	49.70	52.40	48.00	48.20	48.50	47.70	51.90	51.00	52.00	51.60
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	48.10	50.70	45.80	46.00	45.80	45.00	48.20	47.40	47.40	47.00
Peso Suelo Humedo (gr)	1.60	1.70	2.20	2.20	2.70	2.70	3.70	3.60	4.60	4.60
Peso Suelo Seco (gr)	34.80	37.40	32.20	32.10	31.50	31.60	33.70	32.60	33.80	33.90
Contenido de Humedad (w)	4.60	4.55	6.83	6.85	8.57	8.54	10.98	11.04	13.61	13.57
Contenido de Humedad real	4.57		6.84		8.56		11.01		13.59	
Densidad Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	1.78		1.87		1.97		1.87		1.78	

HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>8.56</b>
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m <sup>3</sup> ) =	<b>1.97</b>



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado



**FAMI** CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.

Ing. Edwin Miranda Palomino  
CIP. N° 77317  
GERENTE

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, AFLURIMAC 2022"

**MUESTRA:** C-9

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022

**DATOS GENERALES**

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.97	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.56%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	6.40%	Número de Capas	5 capas

**DATOS DEL MOLDE (cm.)**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.21	15.20
Volumen	2123.10	2125.90	2123.10

**DATOS DE COMPACTACION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,620	8,570	8,450
Peso del Molde (gr)	4,075	4,085	4,050
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,545	4,485	4,400
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.14	2.11	2.07
Densidad Seca (gr/cm3)	1.97	1.94	1.91

**DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	12.50	12.70	12.80	12.60	12.50	12.80
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	50.40	52.20	54.00	55.10	52.00	50.40
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	47.40	49.10	50.74	51.74	48.90	47.40
Peso del Agua (gr)	3.00	3.10	3.26	3.36	3.10	3.00
Peso del Suelo Seco (gr)	34.90	36.40	37.94	39.14	36.40	34.60
Contenido de Humedad	8.6%	8.5%	8.6%	8.6%	8.5%	8.7%
Contenido de Humedad Promedio	8.6%					

**DATOS DE ABSORCION**

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	8,670	8,640	8,530
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,600	8,530	8,400
Porcentaje de Absorción	1.55%	2.47%	2.99%

**ENSAYO DE EXPANSION**

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
0.001											
05/01/2017	18.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
06/01/2017	18.00	24 horas	5.00	0.005	0.11%	8.00	0.008	0.17%	12.0	0.012	0.26%
07/01/2017	18.00	48 horas	8.00	0.008	0.17%	10.00	0.010	0.22%	15.0	0.015	0.33%
08/01/2017	18.00	72 horas	10.00	0.010	0.22%	14.00	0.014	0.30%	18.0	0.018	0.39%
09/01/2017	18.00	96 horas	10.00	0.010	0.22%	14.00	0.014	0.30%	19.0	0.019	0.41%

**ENSAYO DE PENETRACION**

CTE. ANILLO= 0.233*DIV+1.03			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
TIEMPO	AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Estuer. PSI	Dial	Carga Lb	Estuer. PSI	Dial	Carga Lb	Estuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	123.60	289	96	75	176	59	50	118	39
1.0 min	1.27	0.050	235.40	550	183	173	405	135	118	277	92
1.5 min	1.91	0.075	335.20	782	261	273	637	212	218	509	170
2.0 min	2.54	0.100	450.00	1050	350	388	905	302	333	777	259
4.0 min	5.08	0.200	845.20	1970	657	783	1826	609	728	1698	566
6.0 min	7.62	0.300	1177.30	2744	915	1115	2599	866	1050	2472	824
8.0 min	10.16	0.400	1358.20	3186	1055	1296	3021	1007	1200	2797	932
10.0 min	12.70	0.500	1420.50	3311	1104	1350	3147	1049	1280	2983	994


**FAMI** CONTRATISTA  
 GENERALES S  
 Ing. Edwin Miranda Pujon  
 CIP N° 77317  
 GERENTE

## GRAFICOS CBR

**TESIS:**

"DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL URBANA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL CENTRO POBLADO COMUNIDAD ANCOBAMBA, CHAPIMARCA, AYMARAE, AFURIMAC 2022"

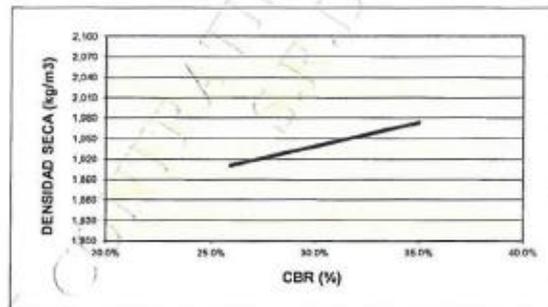
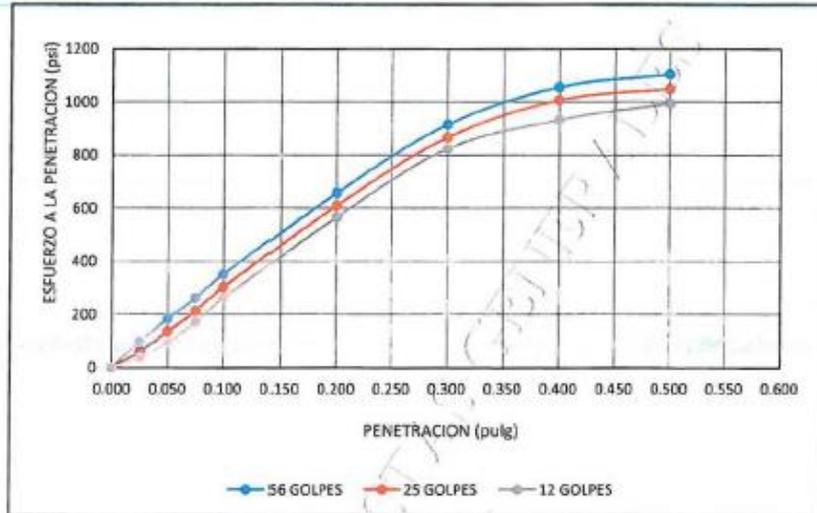
**MUESTRA:** C-9

**PROF. :** 1,50 m

**UBICACIÓN:** PROVINCIA DE AYMARAE,  
REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. ANCCO SARMIENTO JUAN HUGO

**FECHA :** MAYO DEL 2022



**RESULTADOS**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3) =	<b>1.97</b>	CBR AL 95% DE MDS =	<b>20.7%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%) =	<b>8.56%</b>	CBR AL 100% DE MDS =	<b>35.0%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.22%	1.55%
25 GOLPES	0.30%	2.47%
12 GOLPES	0.41%	2.99%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.80
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

V°B°

LABORATORISTA:


**FAMI** CONTRATISTAS  
 GENERALES S.R.L.  
 Ing. Edwin Miramón  
 CIP. N° 11111  
 GERENTE

### ANEXO 3: TESTIMONIO FOTOGRÁFICO

**Figura 19:**

*Toma de la primera calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 20:**

*Toma de la segunda calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 21:**

*Toma de la tercera calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 22:**

*Toma de la cuarta calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 23:**

*Toma de la quinta calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 24:**

*Toma de la sexta calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 25:**

*Toma de la séptima calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 26:**

*Toma de la octava calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*



**Figura 27:**

*Toma de la novena calicata en el Centro Poblado Comunidad Ancobamba, Chapimarca, Aymaraes, Apurímac*

