



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método
AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi -
Ancash, 2021”**

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

AUTOR:

Ocrospoma Bayona, Nichels Junior (ORCID: 0000-0002-8605-3722)

ASESOR:

Mgtr. Marín Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0002- 9103 - 9490)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia por su apoyo incondicional. A mi Padre y a mi Madre que en paz descansen que mientras estuvieron en vida me apoyaron en todo lo que podían y por eso nunca los olvidare. Y a las personas cercanas a mí que me han apoyado como si fueran parte de mi familia.

AGRADECIMIENTO

Les agradezco a mis docentes por sus enseñanzas a lo largo de mi vida universitaria. Al ingeniero Marín Cubas Percy, por su apoyo durante toda mi carrera profesional y al ingeniero Durán Ríos Rubén por su asesoramiento, ya que gracias a ellos esta tesis ha sido posible.

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas. | v |
| Índice de figuras. | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 6 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación | 6 |
| 3.2 Variables y Operacionalización | 7 |
| 3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis | 7 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 8 |
| 3.5 Procedimientos | 9 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 10 |
| 3.7 Aspectos éticos | 11 |
| IV. RESULTADOS | 12 |
| 4.1 Estudio de tráfico. | 12 |
| 4.2 Estudio de suelos..... | 18 |
| 4.3 Diseño de espesor de paquete estructural..... | 19 |
| V. Discusión | 29 |
| VI. Conclusiones | 31 |

| | |
|---------------------------|----|
| VII. Recomendaciones..... | 32 |
| REFERENCIAS..... | 33 |
| ANEXOS | 37 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Formato resumen de clasificación vehicular | 13 |
| Tabla 2. Índice Diario Anual Proyectado al 2024..... | 15 |
| Tabla 3. Ejes equivalentes diarios | 16 |
| Tabla 4. Número de ejes equivalentes (ESAL)..... | 17 |
| Tabla 5. Resumen de estudio de suelos..... | 18 |
| Tabla 6. Valores recomendados para el nivel de confiabilidad..... | 20 |
| Tabla 7. Coeficiente de desviación estándar normal | 21 |
| Tabla 8. Diferencial de serviciabilidad | 22 |
| Tabla 9. Cuadro resumen de valores obtenidos | 23 |
| Tabla 10. Coeficientes estructurales | 25 |
| Tabla 11. Valores mínimos de cada capa estructural..... | 27 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1. | Ubicación de estación para estudio de tráfico | 12 |
| Figura 2. | Capas del pavimento flexible | 24 |
| Figura 3. | ESPEORES FINALES DEL PAVIMENTO..... | 28 |

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad diseñar el paquete estructural del pavimento flexible de la vía vecinal tramo Pampam – Huasta, ubicado en el distrito de Huasta, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash, haciendo uso de la metodología AASHTO 93, teniendo en cuenta las características del tráfico actual de la vía, así como también las características del suelo del tramo.

Al usar aprendizajes teóricos del manual de diseño de pavimento flexible por el método AASHTO93, esta investigación es de tipo aplicado ya que también se realizaron estudios de suelos en el laboratorio.

La muestra para esta investigación ha sido todo el tramo de la vía Pampam - Huasta, comprendido por 5.36 km, también se realizaron estudios del tráfico de la vía, para lo cual se usó una estación de conteo de tráfico, con lo cual se pudo obtener los tipos de vehículos que transitan por ella, así como también las cargas que estos ejercen, obteniendo de esta manera el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, resultando para esta vía una carga ejes equivalentes EE de 321,058.16 toneladas.

Con respecto al estudio de suelos de la vía, se pudo obtener un C.B.R promedio de las 5 calicatas del 24.42%, el cual está al 95% de máxima densidad seca con 0.1" de penetración, el cual se usará para diseñar los espesores del paquete estructural de la vía, obteniendo de esta manera los siguientes datos:

Carpeta de asfalto (d1) = 1.20 cm, Base granular (d2) = 15 cm'', Sub base granular (d3) =20 cm'.

Palabras clave: Coeficientes de capas, ejes equivalentes, coeficiente estructural, módulo resiliente, paquete estructural

ABSTRACT

The purpose of this research project was to design the structural package of the flexible pavement of the neighborhood road section Pampam - Huasta, located in the district of Huasta, province of Bolognesi, department of Ancash, using the AASHTO 93 methodology, taking into account the characteristics of the current traffic of the road, as well as the characteristics of the ground of the section.

Using theoretical learnings from the flexible pavement design manual by the AASHTO93 method, this research is of an applied type since soil studies were also carried out in the laboratory.

The sample for this investigation has been the entire stretch of the Pampam - Huasta road, comprising 5.36 km, studies of the road traffic were also carried out, for which a traffic counting station was used, with which it was possible to obtain the types of vehicles that transit through it, as well as the loads they exert, thus obtaining the number of repetitions of equivalent axles of 8.2 tons, resulting for this route an equivalent EE axle load of 321,058.16 tons.

Regarding the soil study of the road, it was possible to obtain an average CBR of the 5 pits of 24.42%, which is at 95% of maximum dry density with 0.1" of penetration, which will be used to design the thickness of the package structural of the road, thus obtaining the following data:

Asphalt binder (d1) = 1.20 cm, Granular base (d2) = 15 cm", Granular sub base (d3) = 20 cm.

Keywords: Layer coefficients, equivalent axes, structural coefficients, resilient modulus, structural bundle

I. INTRODUCCIÓN

El transporte por vías terrestres es referido como el sector más superlativo en la economía nacional, ya que ayuda al crecimiento integral del país, por lo que es de vital importancia mantener nuestras vías en perfectas condiciones. Mediante la circulación en vías terrestres, el 80% de transporte de productos de comercio transita en esta plataforma y el 98% del tráfico de pasajeros circula por este medio de transporte. Además, hace posible el desarrollo de aspectos comerciales, sociales e industriales. Para mantener una red vial, es importante considerar un mantenimiento adecuado, de esta manera preservar su vida útil, ahorrando dinero a largo plazo y generando comodidad a los transportistas y pasajeros. Es importante recopilar información necesaria para realizar un estudio de carreteras, pero eso solo es una parte, por lo que es mejor realizarlo constantemente y tener los datos precisos que influyan en el adecuado mantenimiento de una red vial, de esta forma generar un proyecto detallado en su rehabilitación de acuerdo a los tramos especificados. Durante muchos años, se han llevado a cabo investigaciones en las vías, para verificar aquellos factores influyentes de manera directa e indirecta en el impacto que tiene el estado de una vía con respecto al desgaste vehicular, siendo los transportes de carga los más afectados, resultando un factor primordial nocivo el estado superficial del pavimento. La influencia del estado en que se encuentran los caminos, con relación al costo de operación de los vehículos es altamente proporcional, es decir, una vía en buen estado implica vehículos mejores conservados. Por ende, se consideran como costo mínimo de operación, a aquellas vías que estén en un estado óptimo, en terreno plano y sin complicaciones de tránsito vehicular, la cual se puede decir que reúne las condiciones óptimas para la circulación. En el Perú, existen vías con demasiadas deficiencias en su estructura superficial, en la que se pueden ver presencia de baches, pendientes o grados de curvatura no adecuados, esto conlleva a la condición deficiente de los vehículos que transitan y por supuesto genera costos adicionales correspondientes al mantenimiento de los mismos. La presente tesis está elaborada con la finalidad de diseñar el pavimento flexible de la **vía vecinal** Pampam - Huasta, dado a la notoria elevación de la circulación de vehículos que se transportan en dicha vía, es inminente y necesario su pavimentación. Otro factor a tomar en cuenta es el crecimiento poblacional en el distrito de Huasta, siendo necesario pavimentar la vía

para que de esta manera las personas puedan desplazarse sin inconvenientes. Es fácil poder ver el problema, como se mencionó anteriormente el crecimiento de tránsito vehicular es muy notorio, dando como resultado a diversos problemas en la transitabilidad vehicular de dicha vía. Detectado el problema, se tiene que realizar un diseño correcto del pavimento flexible del tramo Pampam – Huasta, para ello es necesario realizar un estudio de suelos, así de esta manera poder determinar las propiedades mecánicas del mismo. De la misma forma es necesario hacer un estudio de tráfico, así determinar volumen vehicular diario promedio, estos son estudios indispensables para un correcto diseño. De acuerdo a la importancia de estudios en las vías de transporte terrestre, se realizó un análisis del tramo Pampam - Huasta, vía que se encuentra dentro del distrito de Huasta, provincia de Bolognesi, región Ancash; esta vía se encuentra sin capa de rodadura, es la única ruta de entrada a la ciudad de Huasta y a lugares arqueológicos, siendo el área de estudio una zona turística, he ahí la importancia de realizar la presente investigación, fundamentando el **problema general**: ¿Cuál es el diseño del pavimento flexible, utilizando el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021? De acuerdo a la trascendencia del estudio de investigación se consideró como **objetivo general**: Diseñar la estructura del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash. Se consideraron como **objetivos específicos**: A) Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. B) Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. C) Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento flexible del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. Para evidenciar el argumento, se consideraron las siguientes justificaciones. Primero con el panorama **teórico**, el presente estudio pretende identificar el estado en el que se encuentra el camino vecinal, emitiendo una alternativa de solución ante el problema generado en la zona de estudio, de esta forma optimizar el rendimiento de la capa de rodadura, de acuerdo a su alcance y adecuada utilización. Por lo que el autor de esta investigación consideró los parámetros establecidos, con el fin de realizar un estudio eficiente y verídico. **Técnicamente** esta tesis se puede justificar porque es necesario que los pobladores sean atendidos en esa necesidad de tener una buena

transitabilidad vehicular, eso se debe al aumento de tránsito vehicular por la vía Pampam – Huasa y los lugares adyacentes en la zona, la mala condición de la vía es permanente, por ende, no se dan con las condiciones mínimas de seguridad de acuerdo a la norma peruana y el MTC. Se justifica **prácticamente** dado que se consideró utilizar la metodología AASHTO 93, de esta forma realizar el diseño estructural del pavimento flexible de la vía, así como también hacer un estudio de suelos, de la misma forma un estudio de tráfico que estén de acuerdo a las normas de diseño y parámetros de los manuales del MTC y AASHTO, de esta forma se pueda resolver el problema de la mala transitabilidad de la vía. Esta tesis se justifica **metodológicamente** ya que, para poder realizar el diseño estructural de pavimento flexible es necesario seguir una serie de parámetros y cálculos dados en la norma AASHTO y el manual del MTC, además esta tesis se puede tomar como referencia para próximos estudios de la índole similar, también pueden tomarse en cuenta los datos obtenidos en futuros estudios de carreta en la zona de Huasta. Socialmente es relevante dado que este proyecto favorecerá a los pobladores del distrito de Huasta directamente y a todos pobladores aledaños del distrito y la provincia de Bolognesi.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes a **nivel internacional**, Gaspar **(2015)** en su tesis “Diseño del Pavimento Rígido del Camino que Conduce a la Aldea El Guayabal, Municipio de Estanzuela del Departamento de Zacapa” esta tesis se realizó con el fin de optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala; además el autor tuvo la intención de ayudar al Municipio de Estanzuela, haciendo el diseño del pavimento flexible y analizando presupuesto requerido para la ejecución del proyecto, esta vía conduce la zona de la cabecera municipal hacia la aldea El Guayabal; para lograrlo tuvo que realizar diversos estudios, tanto de suelos como de tráfico. Pudo llegar a la conclusión de que el pavimento rígido puede acarrear menos costos de mantenimiento a largo y a un largo periodo referido a su diseño estructural, mientras que un pavimento flexible requiere de un mantenimiento constante para poder llegar a la vida útil para la cual fue diseñada. **Salamanca y Godoy (2016)**, en su tesis “Diseño de la vía Timaná – Cosanza en Pavimento Flexible” lo realizó con el fin de ostentar el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos en la Universidad Católica de Colombia; los autores realizaron el diseño de la vía Timaná –Cosanza, para ello tuvieron que usar las metodologías y estudios para usuales en carreteras, de esta forma poder realizar un diseño correcto de la vía ya mencionada. Pudieron llegar a la conclusión que el diseño de la carretera se hará en base a los métodos convencionales de la ingeniería ya conocidos, uno de ellos es el método INVÍAS, en método AASHTO, también verificación de las deflexiones por método racional y los parámetros de control de fatiga. Por ende, ello nos da la garantía y tranquilidad de que se está dando cumplimiento al uso y aplicación correcta de las metodologías en el diseño de estructuras viales en beneficio de los pueblos y comunidades. Las referencias a **nivel nacional** están dadas por el autor **García (2017)**, en su tesis de pregrado "Diseño de Pavimentación en la Habilitación Urbana las Dunas de Lambayeque" de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Dicha tesis se realizó con el fin de hacer el diseño de pavimento flexible en la urbanización Las Dunas de Lambayeque, de la misma forma hacer los estudios y análisis necesarios para que estos datos sean de utilidad en la elaboración de un futuro expediente técnico. Esta tesis, pudo determinar que se existen 2 tipos de suelos en la zona, arenas finas limosas y un

material Arcilloso, de la misma forma se pudo obtener un CBR de 7.14 % y se pudo determinar como diseño estructural el espesor de 40 cm mediante la fórmula de NAASRA, teniendo como espesores de 20 cm en la sub base, para la base se tuvo en cuenta un espesor de 15 cm y para la carpeta asfáltica un espesor de 5 cm. **Gómez (2014)**, en su tesis “Diseño Estructural del Pavimento Flexible para el Anillo Vial del Ovalo Grau – Trujillo – La Libertad” para poder obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo; la cual buscó determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Ovalo Grau – Trujillo – La Libertad, llevando a cabo los estudios necesarios, se pudo recopilar información necesaria para cumplir con los objetivos del estudio. Se pudo llegar a la conclusión de que, en el método AASHTO – 93 utilizado para calcular los espesores de cada capa del pavimento, es una relación de muchas variables, y considera de manera principal a los factores de ejes equivalentes y el módulo resiliente de la subrasante Mr. El estudio tuvo como resultado un número estructural (SN) de 5.35, por otro lado los espesores de cada capa fueron: la capa asfáltica 10 cm, la base un espesor de 30 cm y la sub base un espesor de 35 cm. **Rengifo (2014)**, en su tesis “Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189)” para poder obtener el título de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú; mediante su tesis obtuvo el diseño del pavimento flexible para la Nueva Carretera Panamericana Norte, para ello tuvo que utilizar diferentes métodos ya conocidos. Se llegó a concluir que, para poder diseñar la vía las metodologías utilizadas en dicha tesis son similares y existe una mínima variación en los resultados, esto debido a que cada uno usa parámetros diferentes. **Terrones (2018)**, en su tesis “Diseño estructural del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas – Piura” con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil, dentro de su estudio buscó diseñar el pavimento flexible para 2 calles de un C.H, utilizando el método AASHTO 93, para lo cual realizó un estudio de tráfico y un estudio de suelos, que le sirvieron como parámetros para el posterior diseño. El diseño final obtenido para la calle I: carpeta asfáltica 9 cm, para la base 20 cm y para la sub base 20 cm, para la calle J se obtuvo una dimensión de 9 cm para la carpeta asfáltica, 25 cm para la base y 25 cm para la sub base.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Para la elaboración de la presente tesis se consideró el tipo de diseño **aplicado**.

Según (Mendoza, 2018) indica que la investigación es denominada aplicada en el momento que relaciona un estudio con la investigación básica, la cual dependerá de los descubrimientos y avances de este último, además se pone en práctica los conocimientos. En conclusión, la investigación aplicada indaga el conocimiento para así ser generada o modificada. Por lo tanto, esta investigación es aplicada, porque se realizará en base a conocimientos ya adquiridos del manual de diseño de pavimentos flexible método AASHTO 93 y el MTC.

Diseño de investigación

La presente tesis se elaboró mediante un diseño de tipo pre-experimental, dado que se llevaron a cabo diferentes estudios, que fueron de gran necesidad y de suma importancia en el diseño del pavimento, estos estudios nos ayudaron a determinar las propiedades mecánicas de la sub rasante de la vía y el estudio de tráfico nos ayudaron a conocer los ejes equivalentes en toneladas que circulan en dicha vía.

Además, es de un diseño descriptivo, ya que una vez obtenidos los datos necesarios se va a diseñar la estructura del pavimento flexible, teniendo como guía el manual del MTC.

Nivel de investigación

Para el presente estudio se consideró el nivel descriptivo explicativo. Esta investigación es considerada descriptivo explicativo, debido a que se sustentará en diferentes tipos de instrumentos en campo, con el fin de mantener las propiedades y características de individuos, grupos, proceso, objetivo o cualquier otro fenómeno al cual será analizada.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Diseño Estructural de Pavimento Flexible con el método AASHTO 93.

- **Definición conceptual:** Es un proceso en el cual, tras analizar los datos de las propiedades de la zona de estudio, se procede a dar forma al sistema estructural, teniendo en cuenta parámetros de seguridad y su funcionalidad.

- **Dimensiones:**

- a) **Cargas de transitabilidad:** Se realizó el conteo vehicular durante una semana en las horas punta del día, en un punto estratégico, posteriormente a ello se puede clasificar cada tipo de vehículo que transita en la vía.

Indicadores: Conteo vehicular IMD.

Escala de medición: Nominal

- b) **Propiedades del suelo:** Se realizaron excavaciones con una determinada profundidad, la cual se analizará para definir las características físico – químicas del suelo.

Indicadores: Calicatas, ensayo de laboratorio.

Escala de medición: Nominal.

- c) **Espesor del paquete estructural:** Después de obtener los datos necesarios del estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos, se usó la metodología AASHTO 93, para calcular el espesor del paquete estructural con la ayuda de monogramas.

Indicadores: Metodología AASHTO 93.

Escala de medición: Nominal.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.174), se define por población a la agrupación de individuos, elementos o fenómenos que puedan representar alguna característica al cual tenga que ser estudiada.

Se consideró como población a la vía Pampam – Huasta, la cual posee una longitud lineal de 5.36 kilómetros y está ubicado en la Provincia de Bolognesi.

Muestra

La muestra de la investigación está conformada por los 5.36 kilómetros lineales de la vía, además es considerado por el criterio de exclusión ya que todo el tramo es la parte más transitada de la vía Pampam – Huasta.

Muestreo

Es de tipo no probabilístico, ya que no satisface a toda la comunidad, por lo que la muestra consiste desde la progresiva km 0+000 hasta el km 5+361.

Unidad de análisis

De acuerdo al autor Tamayo (2009), define como unidad de análisis a la cantidad mayor o característica del objeto de estudio, pero con una medición exacta.

Por lo tanto, se consideró la unidad mayor toda la vía de acuerdo a la muestra los 5.36 kilómetros del tramo Pampam - Huasta.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con la finalidad de cumplir con nuestro primer objetivo, que es de determinar las cargas de transitabilidad, vamos a utilizar la observación, para ello vamos a usar como instrumento las fichas técnicas llenadas del estudio de tráfico vehicular.

Para nuestro segundo objetivo, vamos a utilizar también la observación, teniendo en cuenta las fichas de laboratorio, estos son instrumentos que nos determinarán los ensayos que se hicieron a las muestras de suelo de la vía.

Para el tercer objetivo, la cual nos permite determinar los espesores del paquete estructural del pavimento flexible, haremos uso de la observación, vamos a utilizar los datos obtenidos en campo en las fórmulas la metodología AASHTO 93.

| OBJETIVO ESPECIFICO | FUENTE | TÉCNICA | HERRAMIENTA | LOGRO |
|---|--------------------------------|-------------|--|---|
| Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021 | Vía carrozable Pampam - Huasta | Observación | Fichas técnicas | Determinar la cantidad de vehículos que por ahí transitan además de las cargas que soporta el tramo |
| Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021 | Vía carrozable Pampa - Huasta | Observación | Fichas técnicas de laboratorio de suelos | Identificar las propiedades del suelo |
| Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021 | Vía carrozable Pampa - Huasta | Observación | Mallas de cálculo según AASHTO93 | Determinar los espesores de la estructura de pavimento flexible |

3.5 Procedimientos

El método AASHTO 93 es un método empírico que básicamente se trata de realizar una excelente y precisa recolección de datos, para que estos datos reunidos se conviertan en parámetros de un conjunto de fórmulas, que nos determinarán el espesor de nuestro pavimento.

En primer lugar, es importante realizar 2 estudios de campo, que luego serán procesados en gabinete. El primero es el estudio de suelos, la cual nos permitirá determinar el C.B.R de la vía, y con este el módulo de resiliencia (M_r) el cual es parámetro fundamental para el cálculo de espesor estructural del pavimento. También es necesario hacer un estudio de tráfico, este estudio nos dará la información de ejes equivalente que transcurrirán por la vía para un determinado periodo de diseño, la cantidad de ejes equivalentes (ESAL) también es un parámetro esencial en el diseño del pavimento. También es necesario conocer las desviaciones estándar (Z_r) y combinada (S_o), por último, el diferencial de índice de

serviciabilidad (ΔPSI), estos últimos parámetros se obtienen del manual del MTC y del manual AASHTO 93. Los parámetros obtenidos se introducen en la siguiente fórmula:

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

Se puede observar en la fórmula que la variable es el SN, efectivamente, mediante la fórmula anterior vamos a hallar el SN1, SN2 y el SN3, que representan el número estructural de la carpeta asfáltica, de la base y de la sub base respectivamente. A continuación, se presentan las fórmulas de los números estructurales:

$$SN_1 = a_1 * d_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$SN_2 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$SN_3 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3 \dots\dots\dots (3)$$

Como se puede observar, cada número estructural tiene unos parámetros (a_i , d_i , m_i), los parámetros a_i y m_i se pueden obtener del manual del MTC o mediante ábacos del manual AASHTO 93, quedando solo como variables d_1 , d_2 y d_3 , los cuales representan los espesores en centímetros de la carpeta asfáltica, de la base y de la sub base respectivamente. El SN3 representa el número estructural requerido (SNR) de tal manera que, se puede conjugar un sin fin de valores, de manera que reemplazando a d_1 , d_2 y d_3 en la fórmula se halle un valor mayor o igual al SNR, cabe también mencionar que los valores para d_1 , d_2 y d_3 mínimos están dentro del manual de MTC, por lo tanto, al asignarle un valor a cualquier d_i , este debe de cumplir con los establecido en el manual.

3.6 Método de análisis de datos

Vamos a utilizar la técnica de la observación, además un formato técnico proporcionado por el MTC, el cual será el instrumento con el que vamos a determinar y clasificar a los vehículos que transitan la vía, esto se realizará durante 7 días en las horas punta, de esta forma hallar el índice medio diario de tránsito en la vía, con el cual se pretende determinar su diseño.

En lo que concierne al estudio de suelos, se hará una extracción de una muestra de suelo de la vía, para ello se hará el de herramientas usuales, haciendo calicatas con palas, picos, etc. Posteriormente todas las muestras se llevarán a un laboratorio, donde se determinarán todas las propiedades mecánicas del suelo y los datos obtenidos nos entregarán en fichas, todo ello de acuerdo a la norma vigente de estudio de suelos y carreteras.

Para poder hallar los espesores del pavimento flexible, habiendo utilizado la técnica de observaciónse anteriormente, se procede a analizar los datos obtenidos, que son el estudio de tránsito y mecánica de suelos, los que se realizaron en la vía para posteriormente aplicar la metodología AASHTO 93, de tal manera se puedan determinar los espesores del pavimento, teniendo en cuenta los factores de seguridad, además que el diseño cumpla con lo establecido en el periodo de diseño.

3.7 Aspectos éticos

En la presente investigación, como como autor me comprometo a obtener resultados reales, basándome en la honestidad, compromiso y respeto en la elaboración del estudio.

Además, todos los párrafos o textos ajenos hacia mi persona como investigador, están debidamente citados dando crédito y el debido reconocimiento a los autores que son reconocidos por los trabajos que han realizado, dado lo cual se agradece los conocimientos proporcionados, ayudándonos a cumplir con el objetivo de nuestra investigación. De tal manera serán citados con la norma ISO y considerando la guía de productos observables establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, plasmándolo en la investigación titulada “Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi - Ancash, 2021”.

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio de tráfico.

Con el fin de cumplir nuestro primer objetivo específico: “Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021” del presente proyecto, fue necesario establecer el nivel de tráfico de la vía a diseñar, de esta forma cumplir con el primer objetivo, para lograrlo se realizó un conteo de vehículos (estudio de tráfico) en una estación denominada estación uno (E-01) durante las horas punta del día por 7 días consecutivos, mediante el cual los datos obtenidos nos brindaron la información necesaria sobre el volumen de tránsito actual en la vía Pampam – Huasta.

Figura 1. Ubicación de estación para estudio de tráfico

Coordenadas: 264381.26 E ; 8879576.78 N



Fuente: Elaboración propia.


















Tabla 1. Formato resumen de clasificación vehicular

FORMATO N° 2

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | |
| FACTOR DE CORRECCIÓN | Vehículos livianos | fc | 1.1169 |
| | Vehículos pesados | fc | 0.9958 |

| | | | |
|-----------------------|--------|----|-------|
| ESTACION | E - 01 | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | |
| DIA Y FECHA | LUNES | 29 | 11 21 |

| DÍA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | TOTAL | |
|--------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|------------|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | | |
| LUNES 21/11/21 | 36 | 17 | 12 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 89 |
| MARTES 22/11/21 | 32 | 20 | 14 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 11 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 98 |
| MIÉRCOLES 23/11/21 | 28 | 17 | 11 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 |
| JUEVES 24/11/21 | 30 | 16 | 9 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 9 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 |
| VIERNES 25/11/21 | 35 | 18 | 12 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 12 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103 |
| SÁBADO 26/11/21 | 32 | 19 | 13 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 13 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 101 |
| DOMINGO 27/11/21 | 23 | 14 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |
| TOTAL | 216 | 121 | 76 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 74 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 632 |
| IMDs | 30.86 | 17.29 | 10.86 | 0 | 11.43 | 0 | 0 | 0 | 10.57 | 9.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90.29 |
| IMDa | 34 | 19 | 12 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 11 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 98 |

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla anterior, se presenta el cuadro resumen del estudio de tráfico diario por cada tipo de vehículo, determinado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en la cual se observa el total de cada tipo de vehículo que transita en la vía por semana, luego se procede a dividir cada valor entre 7, para obtener el IMDs (Índice medio diario semanal) de cada tipo de vehículo, posteriormente es necesario utilizar un factor de corrección (fc), dato que se obtiene de la Ficha Técnica Estándar para la formulación y evaluación de proyectos de carreteras, en este caso se obtuvo un $fc = 1.1119$ para vehículos livianos y un $fc = 0.9958$ para vehículos pesados, estos factores se multiplican a cada valor del IMDs de cada tipo de vehículo, de esta forma se obtiene el IMDa (Índice medio diario anual), dato necesario para los cálculos posteriores.

Una vez obtenido el IMDa del año y mes actual, es necesario obtener un IMDa proyectado, ya que existe un crecimiento de población vehicular, por ende, es fácil deducir que cuando se realice y termine el proyecto las cargas y tráfico vehicular habrán aumentado, para el presente proyecto se tomó en cuenta una proyección de 3 años, 1 año para elaboración y aprobación de estudios, y 2 años para la ejecución del proyecto. Para obtener este IMDa proyectado, se utilizó una fórmula que se mostrará más adelante, la cual requiere como parámetros como el IMDa actual y las tasas de crecimiento vehicular, tanto de vehículos livianos como de vehículos pesados. Estas tasas de crecimiento, también se obtienen de la Ficha Técnica Estándar para la formulación y evaluación de proyectos de carreteras, los datos obtenidos para este proyecto son: Tasa de crecimiento de vehículos livianos ($r = 0.59\%$) y la Tasa de crecimiento de vehículos pesados ($r = 1.05\%$). El tránsito proyectado se calculó para un periodo próximo de 3 años, tal como se mencionó anteriormente y se utilizó la siguiente ecuación:

$$T_n = T_o * (1 + r)^{(n-1)}$$







Dónde:

- T_n : Tránsito vehicular proyectado en “n” años
- T_o : Tránsito actual
- n : Tiempo de proyección en años

r : Tasa anual de crecimiento vehicular

A continuación, se muestra la tabla 02, donde se pueden apreciar los cálculos del IMDa proyectado, con los respectivos valores hallados para cada tipo de vehículo.

Tabla 2. Índice Diario Anual Proyectado al 2024

| INDICE MEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO AL 2024 | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| POBLACIÓN | AUTO | STATION WAGON | PICK UP | RURAL Combi | CAMION | |
| | | | | | 2 E | 3 E |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |
| | | Fórmula: | $T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)}$ | | | |
| Tránsito actual | 34 | 19 | 12 | 13 | 10 | 9 |
| Tasa de crecimiento de vehículos livianos | r: | | | | 0.59% | |
| Tasa de crecimiento de vehículos pesados | r: | | | | 1.05% | |
| Tiempo hasta la finalización de la obra | n: | | | | 3 | |
| IMDa 2024 | 34.8722 | 19.5349 | 12.2699 | 12.9156 | 10.7493 | 9.4419 |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el IMDa proyectado, prosigue calcular la carga de ejes equivalentes por cada tipo de vehículo, para ello es necesario conocer el IMDa proyectado (ya lo hemos determinado), también es necesario conocer el tipo de eje del vehículo a evaluar, ya sea eje simple o tandem y la carga en toneladas que representa cada eje según el tipo de vehículo, datos que se obtienen de un cuadro del Manual de Carreteras y se puede observar en el ANEXO 05, también es necesario el cálculo de ejes equivalentes por vehículo, la fórmula está dada en el Manual de AASHTO 93 y el Manual de Carreteras y se puede observar en el ANEXO 06. A continuación, se presenta la tabla 03, en la cual se detallan los cálculos necesarios para la obtención de los ejes equivalentes y la suma total, dato necesario para obtener el número de ejes equivalentes (ESAL), para el posterior diseño del pavimento.

Tabla 3. Ejes equivalentes diarios

| TIPO DE VEHÍCULO | | IMDa | TIPO | NÚMERO | CARGA | EE por | f.IMDa |
|-------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|----------|----------|
| | | 2024 | EJE | LLANTAS | EJE Tn | vehículd | Flexible |
| VEHÍCULOS LIGEROS | Autos | 34.8722 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.01838 |
| | | 34.8722 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.01838 |
| | S. Wagon | 19.5349 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.0103 |
| | | 19.5349 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.0103 |
| | Pick Up | 12.2699 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.00647 |
| | | 12.2699 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.00647 |
| | Combi | 12.9156 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.00681 |
| | | 12.9156 | SIMPLE | 2 | 1 | 0.00053 | 0.00681 |
| VEHÍCULOS PESADOS | Camión 2E | 10.7493 | SIMPLE | 2 | 7 | 1.26537 | 13.6018 |
| | | 10.7493 | SIMPLE | 4 | 11 | 3.23829 | 34.8092 |
| | Camión 3E | 9.44191 | SIMPLE | 2 | 7 | 1.26537 | 11.9475 |
| | | 9.44191 | TAMDEM | 8 | 18 | 2.01921 | 19.0652 |
| | | | | | | Total | 79.5075 |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se calculó el Número de Ejes Equivalentes (ESAL), para lo cual es necesario conocer algunos datos, el primero es el Factor Fca de vehículos pesados, para la obtención del Fca es necesario conocer la tasa anual de crecimiento de vehículos pesados (r), dato ya obtenido anteriormente, también se requiere definir un periodo de diseño, en este caso se está tomando un periodo de vida útil del pavimento de 20 años, finalmente mediante una fórmula que se mostrará en la figura 05 se determinó el Fca. También es necesario conocer el Factor direccional por factor de carril, dato que se obtiene del Manual AASHTO 93 y se muestra en el ANEXO 07, para este proyecto se determinó una vía de 1 calzada y 2 sentidos, usando la tabla el factor direccional tiene el valor de 0.50. Por último, es necesario la suma de ejes equivalentes por vehículo en toneladas, dato que ya lo obtuvimos anteriormente y tiene el valor de 79.5075 toneladas. Todos los datos requeridos mencionados, son parámetros para el cálculo del ESAL, cuya fórmula está contemplada en la tabla 04. A continuación, se presenta la tabla 04, donde se puede apreciar los datos y fórmulas necesarias para el cálculo del ESAL de nuestro proyecto.

Tabla 4. Número de ejes equivalentes (ESAL)

| NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL) | | |
|--|-------|------------|
| Tasa anual de crecimiento de vehículos pesados | r | 1.05% |
| Tiempo de vida útil del pavimento (años) | n | 20 |
| Factor Fca vehículos pesados $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$ | Fca | 22.1264872 |
| Factor direccional por Factor de carril | Fd*Fc | 0.5 |
| Número de Ejes Equivalentes (ESAL) #EE = 365 * (Σf.IMDa) * Fd * Fc * Fca | ESAL | 321058.16 |

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Estudio de suelos.

Tabla 5. Resumen de estudio de suelos

| RESUMEN DE ESTUDIOS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------------|---------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------------------------|-------|------|---------------------------|---------|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| CALICATA | MUESTRA | PROF. (M) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % | | | | | HUM. % | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | PROCTOR | | CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO (C.B.R) | | | |
| | | | N° 04 | N° 10 | N° 40 | N° 100 | N° 200 | | LL | LP | IP | DMS (gr/cm ³) | OCH (%) | Al 100 % de M.D.S a 0.1 | Al 95 % de M.D.S a 0.1 | Al 100 % de M.D.S a 0.2 | Al 95 % de M.D.S a 0.2 |
| C-01 | 1 | 1.50 | 49.50 | 36.10 | 23.90 | 13.80 | 12.00 | 4.20 | 21.30 | 18.80 | 2.50 | 2.279 | 6.40 | 30.10 | 28.60 | 45.30 | 43.10 |
| C-02 | 1 | 1.50 | 42.10 | 31.70 | 23.00 | 16.40 | 13.30 | 3.50 | 21.40 | 18.80 | 2.60 | 2.277 | 6.10 | 26.10 | 24.80 | 35.00 | 33.20 |
| C-03 | 1 | 1.50 | 48.40 | 34.00 | 23.40 | 15.20 | 14.40 | 5.50 | 21.60 | 18.70 | 2.90 | 2.275 | 6.80 | 25.70 | 24.40 | 39.80 | 37.80 |
| C-04 | 1 | 1.50 | 47.00 | 34.40 | 25.40 | 14.40 | 11.90 | 2.70 | 21.20 | 18.20 | 3.00 | 2.187 | 11.60 | 22.60 | 21.60 | 33.70 | 32.10 |
| C-05 | 1 | 1.50 | 57.70 | 39.10 | 18.20 | 7.40 | 5.90 | 4.60 | 21.40 | 18.80 | 2.60 | 2.122 | 12.00 | 24.00 | 22.70 | 35.90 | 34.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Cumpliendo nuestro segundo objetivo específico: “Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021” se realizó un estudio de suelos en la vía mencionada, en la tabla 05 se puede observar el resumen del estudio de suelos realizados para el presente proyecto, los datos detallados de cada calicata se encuentran en la sección de ANEXOS del presente proyecto. El estudio fue realizado en 5 calicatas de 1.50 metros de profundidad, cada calicata está ubicada a una distancia de 1 kilómetro con respecto a la siguiente, la primera calicata se ubicada en la progresiva 0+500 y la última en la progresiva 4+500 de la vía.

Se puede observar de manera detallada en análisis granulométrico de cada calicata, mostrando el porcentaje la cantidad que pasa desde la malla número 4 hasta la malla número de 200, además se tiene el porcentaje de humedad de cada muestra.

También se observan los límites de consistencia (límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad) por cada calicata, de la misma forma se observa el ensayo de PROCTOR, la cual nos determina la densidad máxima seca y primordialmente la humedad óptima, la cual nos sirve para determinar la cantidad de agua necesaria para que la subrasante obtenga su máxima resistencia en su compactación.

El dato más importante de la figura es la capacidad portante del terreno (C.B.R), para el presente estudio de tomaron los menores valores C.B.R de cada calicata (28.6%, 24.8%, 24.4%, 21.6%, 22.7%) los cuales se han promediado, obteniendo un C.B.R promedio de 24.42 %, siendo este valor es que se utilizó para el diseño de pavimento flexible de nuestra vía.

4.3 Diseño de espesor de paquete estructural.

Cumpliendo con nuestro tercer objetivo específico: “Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento flexible del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021”, se procedió al cálculo de los espesores de diseño de la vía Pampam – Huasta, de esta forma cumplir con nuestro tercer objetivo específico.

En primer lugar, es necesario obtener el Módulo de Resiliencia (M_r) de la sub rasante, para ello se utilizó la siguiente ecuación:

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

El dato a utilizar es el C.B.R el cual lo obtuvimos anteriormente, cuyo valor es de 24.42 %, por lo tanto, al reemplazar en la fórmula anterior se obtiene un valor para nuestro Módulo de Resiliencia de:

$$M_r = 19,749.14 \text{ psi}$$

El módulo de resiliencia obtenido, se utilizó como dato de diseño en la sub rasante, posteriormente se procedió a determinar el nivel de confiabilidad (R%) haciendo uso de un cuadro de la guía AASHTO y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Tabla 6. Valores recomendados para el nivel de confiabilidad

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|----------------------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T _{P0} | 100,000 | 150,000 | 65% |
| | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | 70% |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | 75% |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | 80% |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | 80% |
| Resto de Caminos | T _{P5} | 1,000,001 | 1,500,000 | 85% |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | 85% |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | 85% |
| | T _{P8} | 5,000,001 | 7,500,000 | 90% |
| | T _{P9} | 7,500,001 | 10'000,000 | 90% |
| | T _{P10} | 10'000,001 | 12'500,000 | 90% |
| | T _{P11} | 12'500,001 | 15'000,000 | 90% |
| | T _{P12} | 15'000,001 | 20'000,000 | 95% |
| | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | 95% |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | 95% |
| | T _{P15} | >30'000,000 | | 95% |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

De acuerdo a la tabla anterior, podemos determinar que nuestro Nivel de Confiabilidad es del 75%, ya que nuestro camino es de bajo de volumen de tránsito y se encuentra definido como un tráfico de tipo T_{P2}, ya que nuestro

ESAL tuvo un valor 321,058.16 toneladas y se encuentra en el rango según la tabla mostrada.

Ahora es necesario determinar nuestro Coeficiente de Desviación Estándar Normal (Z_r), cuyo valor representa el valor de la confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal, para ello haremos uso de la siguiente tabla:

Tabla 7. Coeficiente de desviación estándar normal

Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r)
Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r) |
|-------------------------------------|-----------|------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T_{P0} | 100,001 | 150,000 | -0.385 |
| | T_{P1} | 150,001 | 300,000 | -0.524 |
| | T_{P2} | 300,001 | 500,000 | -0.674 |
| | T_{P3} | 500,001 | 750,000 | -0.842 |
| | T_{P4} | 750 001 | 1,000,000 | -0.842 |
| Resto de Caminos | T_{P5} | 1,000,001 | 1,500,000 | -1.036 |
| | T_{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | -1.036 |
| | T_{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | -1.036 |
| | T_{P8} | 5,000,001 | 7,500,000 | -1.282 |
| | T_{P9} | 7,500,001 | 10'000,000 | -1.282 |
| | T_{P10} | 10'000,001 | 12'500,000 | -1.282 |
| | T_{P11} | 12'500,001 | 15'000,000 | -1.282 |
| | T_{P12} | 15'000,001 | 20'000,000 | -1.645 |
| | T_{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | -1.645 |
| | T_{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | -1.645 |
| | T_{P15} | | >30'000,000 | -1.645 |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Teniendo en cuenta que nuestra vía representa un tráfico de tipo T_{P2} , de acuerdo a la tabla anterior se determina el valor de nuestro Coeficiente de Desviación Estándar Normal, cuyo valor es:

$$Z_r = -0.674$$

Un dato también necesario de diseño es la Desviación Estándar Combinada (S_o), dentro del Manual del Ministerio de transportes y Comunicaciones (pg.126), como también en el Método AASHTO 93 está definido un valor recomendado, el cual es:

$$S_o = 0.45$$

Es necesario conocer el Diferencial de Serviabilidad (ΔPSI) según el rango de tráfico, el cual es la diferencia entre el Índice de Serviabilidad Inicial y el Índice de Serviabilidad Final, el cual está definido en la siguiente tabla:

Tabla 8. Diferencial de serviabilidad

**Diferencial de Serviabilidad (ΔPSI)
Según Rango de Tráfico**

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI) |
|-------------------------------------|-----------|------------------------------|------------|---|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T_{P1} | 150,001 | 300,000 | 1.80 |
| | T_{P2} | 300,001 | 500,000 | 1.80 |
| | T_{P3} | 500,001 | 750,000 | 1.80 |
| | T_{P4} | 750,001 | 1,000,000 | 1.80 |
| Resto de Caminos | T_{P5} | 1,000,001 | 1,500,000 | 1.50 |
| | T_{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | 1.50 |
| | T_{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | 1.50 |
| | T_{P8} | 5,000,001 | 7,500,000 | 1.50 |
| | T_{P9} | 7,500,001 | 10'000,000 | 1.50 |
| | T_{P10} | 10'000,001 | 12'500,000 | 1.50 |
| | T_{P11} | 12'500,001 | 15'000,000 | 1.50 |
| | T_{P12} | 15'000,001 | 20'000,000 | 1.20 |
| | T_{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | 1.20 |
| | T_{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | 1.20 |
| | T_{P15} | >30'000,000 | | 1.20 |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

De acuerdo a la tabla anterior, teniendo en cuenta que el tipo de tráfico de nuestra vía es de tipo T_{P2}, se puede observar que el Diferencial de Serviciabilidad es:

$$\Delta PSI=1.80$$

Los datos obtenidos anteriormente son procesados en la ecuación de diseño AASHTO 93 y es necesario encontrar el Número Estructural Requerido, estos números representan el total del pavimento a colocar. A continuación, presentamos un cuadro resumen de los datos obtenidos:

Tabla 9. Cuadro resumen de valores obtenidos

| PARÁMETROS | BASE | SUB BASE | SUB RASANTE |
|---------------------------------------|----------|----------|-------------|
| C.B.R | 80% | 40% | 24.42% |
| Módulo de Resiliencia (Mr) | 42205.45 | 27083.78 | 19749.14 |
| Confiabilidad (R%) | 75% | 75% | 75% |
| Desviación Estándar (Zr) | -0.674 | -0.674 | -0.674 |
| Desviación Estándar Combinada(So) | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI) | 1.80 | 1.80 | 1.80 |

Fuente: Elaboración propia

Mediante los datos mostrados en la tabla anterior, encontraremos los números estructurales para la carpeta asfáltica (SN₁), para la base (SN₂) y la sub base (SN₃), utilizando la ecuación del AASHTO 93:

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

Al reemplazar los valores de la tabla 09 en la ecuación AASHTO se obtuvieron los siguientes valores:

$$SN_1 = 1.285$$

$$SN_2 = 1.557$$

$$SN_3 = 1.772$$

De los números estructurales de las capas del pavimento se obtiene el espesor para cada capa, mediante las siguientes ecuaciones:

$$SN_1 = a_1 * d_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$SN_2 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$SN_3 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3 \dots\dots\dots (3)$$

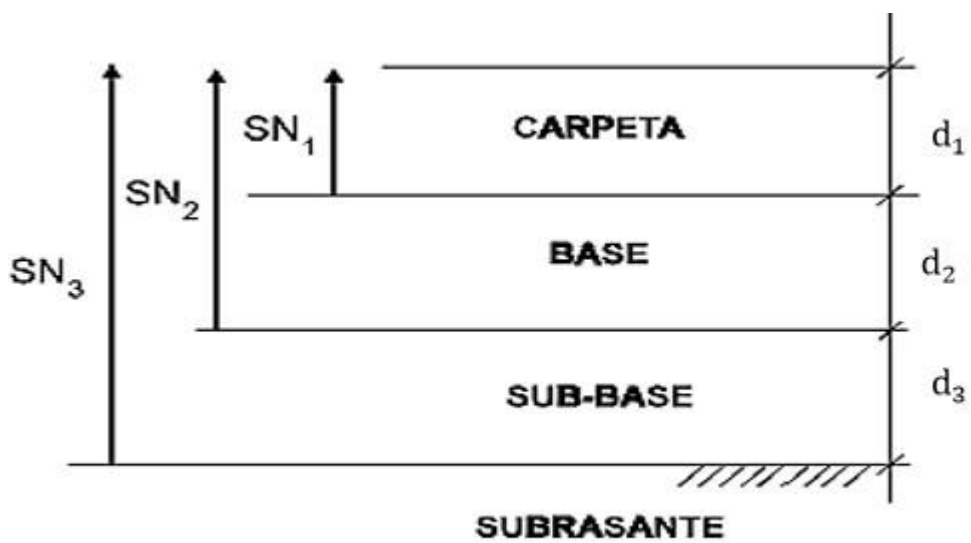
Dónde:

a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 : Espesores en centímetros de las capas: superficial, base y sub base respectivamente.

m_2, m_3 : Coeficientes de drenaje para capas de base y sub base respectivamente.

Figura 2. Capas del pavimento flexible



Capas que conforman el paquete estructural del pavimento flexible.

Fuente: elaboración propia

Ahora necesario conocer los valores de a_1, a_2, a_3, m_2 y m_3 , de tal manera que al reemplazarlos en las ecuaciones de SN_1, SN_2 y SN_3 podamos obtener los valores d_1, d_2 y d_3 , los cuales representan en valor de diseño para cada capa del pavimento flexible.

Tabla 10. Coeficientes estructurales

Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

| COMPONENTE DEL PAVIMENTO | COEFICIENTE | VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm) | OBSERVACIÓN |
|---|-------------|--|--|
| CAPA SUPERFICIAL | | | |
| Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF) | a_1 | 0.170 / cm | Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión. | a_1 | 0.125 / cm | Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE |
| Micropavimento 25mm | a_1 | 0.130 / cm | Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE |
| Tratamiento Superficial Bicapa. | a_1 | 0.250 (*) | Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos |
| Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm. | a_1 | 0.150 (*) | Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos |
| (*) Valor Global (no se considera el espesor) | | | |
| BASE | | | |
| Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS | a_2 | 0.052 / cm | Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE |
| Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS | a_2 | 0.054 / cm | Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE |
| Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb) | a_{2a} | 0.115 / cm | Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²) | a_{2b} | 0.070 cm | Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²) | a_{2c} | 0.080 cm | Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico |
| SUBBASE | | | |
| Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS | a_3 | 0.047 / cm | Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE |
| Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS | a_3 | 0.050 / cm | Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

De acuerdo a la tabla 05, definiremos los valores de a_1 , a_2 y a_3 ; el criterio de elección es según el diseño del proyectista cumpliendo con los parámetros de la columna de observaciones mostrado en dicho cuadro. Por lo tanto, los valores a_i quedan con los siguientes valores:

$$a_1 = 0.15 \text{ /cm}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ /cm}$$

$$a_3 = 0.047 \text{ /cm}$$

Para encontrar los valores de los coeficientes de drenaje m_i , nos basaremos en el manual del Ministerios de Transportes y Comunicaciones (Pg. 164), donde nos dice que para fines prácticos y de acuerdo al AASHTO 93 se tomarán los valores:

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 1.00$$

Reemplazando los valores encontrados en las ecuaciones (1), (2) y (3), se obtienen los siguientes valores para d_1 , d_2 y d_3 :

$$d_1 = 8.567 \text{ cm} \quad \equiv 9 \text{ cm}$$

$$d_2 = 5.23 \text{ cm} \quad \equiv 6 \text{ cm}$$

$$d_3 = 4.57 \text{ cm} \quad \equiv 5 \text{ cm}$$

Tabla 11. Valores mínimos de cada capa estructural

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | CAPA SUPERFICIAL | BASE GRANULAR |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|--|---------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm | 150 mm |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm | 150 mm |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm | 150 mm |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm | 200 mm |
| Resto de Caminos | T _{P5} | 1,000,001 | 1,500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm | 200 mm |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm | 200 mm |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm | 200 mm |
| | T _{P8} | 5,000,001 | 7,500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm | 250 mm |
| | T _{P9} | 7,500,001 | 10'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm | 250 mm |
| | T _{P10} | 10'000,001 | 12'500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm | 250 mm |
| | T _{P11} | 12'500,001 | 15'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm | 250 mm |
| | T _{P12} | 15'000,001 | 20'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm | 250 mm |
| | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm | 300 mm |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm | 300 mm |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Si observamos el manual AASHTO y el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, existen espesores mínimos requeridos para cada tipo de tráfico existente T_{Pi} , de acuerdo a estos criterios se pueden variar los espesores de cada capa, bajo 2 criterios, el primero es que el espesor no sea menor al mínimo valor expresado en la tabla 11 y segundo de que el número estructural final (SN) no sea menor al número estructural requerido (SNR), cuyo valor para nuestro proyecto está dado por el SN3.

$$SN > SNR \equiv 1.772$$

Como nuestro pavimento se ha diseñado en función al tráfico T_{P2} , además se utilizó un a_1 en función a una capa superficial de Lechada Asfáltica, el espesor d_1 tomará el valor 1.20 cm, de acuerdo al manual del MTC, y mediante una hoja de cálculo Excel se tantearon valores, de tal manera que se cumplan las 2 condiciones ya mencionadas, quedando los valores de diseño:

$$d_1 = 1.20 \text{ cm}$$

$$d_2 = 15 \text{ cm}$$

$$d_3 = 20 \text{ cm}$$

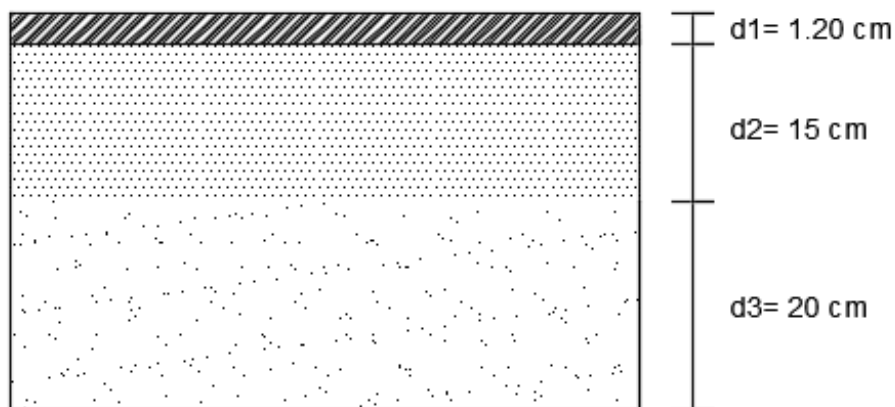
Verificando que se cumpla el número estructural requerido (SNR):

$$SN = a_1*d_1 + a_2*d_2*m_2 + a_3*d_3*m_3$$

$$SN = 0.15*1.20 + 0.052*15*1 + 0.047*20*1 = 1.90$$

Por lo tanto, $SN (1.90) > SNR (1.772)$ ¡CUMPLE!

Figura 3. ESPESORES FINALES DEL PAVIMENTO



Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Ahora que se han determinado los resultados del diseño del pavimento flexible, vamos a proceder a realizar la discusión de resultados, de acuerdo a los trabajos previos realizados como guía de esta investigación.

Uno de los objetivos fue la de determinar las cargas de transitabilidad vehicular para el diseño del paquete estructural de la vía Pampam - Huasta, para lo cual de acuerdo al MTC se hizo con un conteo de tráfico vehicular, con la finalidad de determinar que clase de vehículos transitan por la vía a diseñar, de la misma forma obtener la cantidad de vehículos de cada tipo que transita diariamente, para poder calcular el peso en toneladas que recibe como carga la vía durante su periodo de diseño de 20 años.

1. (Salamanca & Godoy, 2013), para su estudio de la vía Timaná – Cosanza, comprendida de 3.5km de longitud, en el cual determinaron un valor de 1'140,000 EE de ejes equivalentes de diseño de 8.2t, mientras que para la investigación actual de la vía Pampam – Huasta de 4.98 km se obtuvieron 321,058.16 EE. La diferencia en los valores de estas 2 investigaciones es debido a la cantidad de vehículos que transitan por estas vías, dado que mayormente en la vía del presente estudio transitan vehículos categorizados como livianos, mientras que en la de Salamanca & Godoy transitan más vehículos de carga pesada.
2. (Gaspar, 2015), en su investigación realizó el estudio de suelos de la vía El Guayabal, obteniendo un valor del C.B.R al 95% de máxima densidad seca de 17.2%, siendo este un suelo arcilloso y de limos, en comparación al C.B.R de esta investigación de 24.42% al 95% de máxima densidad seca, es importante decir que el valor del C.B.R es indispensable para el diseño del pavimento, ya que de ello dependerá el espesor de las capas del pavimento.

3. (Gómez, 2017), en la realización de su diseño de pavimento flexible del Anillo Vial del Óvalo Grau en Trujillo, obtuvo un $SN = 5.35$ con los siguientes espesores: $d_1 = 10$ cm, $d_2 = 30$ cm y $d_3 = 35$ cm, mientras que para la vía Pampam – Huasta del presente estudio se obtuvieron los siguientes datos: $SN = 1.772$, $d_1 = 1.20$ cm, $d_2 = 15$ cm, $d_3 = 20$ cm. Los números estructurales obtenidos son diferentes ya que existe una variación notable del módulo de resiliencia (M_r) de cada vía, ya que este valor nos indica la resistencia del terreno de fundación y de esta manera se determina que, a menor número estructural el suelo contará con mayor rigidez. También a tener en cuenta que la vía estudiada por Gómez, es una vía de alto tránsito, por lo que los espesores de esa vía son mucho mayores a la del presente proyecto.

VI. CONCLUSIONES

1. Habiendo utilizado la metodología aashto 93 para realizar el diseño del pavimento flexible, de la vía vecinal Pampam – Huasta, se obtuvieron como factores de ejes equivalentes de 8.2 tn (ESAL) para un periodo de 20 años, el valor de 321,058.16 toneladas.
2. Para el desarrollo del proyecto se realizaron estudios de suelos, con el propósito de obtener las propiedades mecánicas del suelo de la vía, haciéndose un total de 5 calicatas, 1 por cada kilómetro, obteniendo un C.B.R al 95% de máxima densidad seca y con 0.1” de penetración un promedio de 24.42%, este valor se usó para calcular el módulo de resiliencia (Mr) de la sub rasante, que tuvo un valor de $Mr = 17,711.93$ psi.
3. Con los datos necesarios obtenidos para el diseño estructural del pavimento flexible de la vía Pampam – Huasta, se procedió a determinar los espesores de diseño para cada capa del pavimento utilizando la metodología AASHTO 93, determinándose los siguientes espesores:
Carpeta asfáltica (d_1) = 1.20 cm
Base granular (d_2) = 15 cm
Sub base granular (d_3) = 20 cm
4. Para el diseño de pavimentos flexibles, existen dos tipos de metodologías, las metodologías empíricas y las metodologías mecanicistas. El AASHTO 93 representa una metodología empírica que se basan únicamente en datos experimentales en su formulación. Por ende, es una metodología de pre dimensionamiento que no tiene teoría y base científica como tal, por lo cual solo requiere una adecuada recolección de datos, asegurando esto último se puede garantizar un correcto diseño.

VII. RECOMENDACIONES

1. En primer lugar, se recomienda realizar un adecuado estudio de tráfico vehicular, con datos fidedignos y acordes a la realidad, para ello también es importante tener en cuenta el crecimiento de la población por año, ya que a mayor población mayor tránsito, por ende, mayor carga la estructura en cada año de uso.
2. Es de sugerencia del autor el hacer uso de los espesores determinados en esta investigación, dado que se han utilizado los datos obtenidos correctamente mediante la metodología AASHTO 93, además teniendo como respaldo el Manual de Carreteras, cuyos valores recomendados de diseño han sido utilizados correctamente.
3. Los estudios de mecánica de suelos fueron obtenidos en el laboratorio del Ing. José Luis Cañari Ravichagua, garantizando cálculos y valores confiables, por ello se recomienda que, dado un posterior proyecto por parte de los gobiernos locales, estos datos puedan ser utilizados de manera confiable.
4. Se sugiere realizar un estudio de canteras cerca de la vía estudiada, para obtener los materiales de préstamo necesario para la base y sub base, de tal manera que se ajusten a las especificaciones requeridas para un óptimo nivel capacidad portante de la estructura vial.

REFERENCIAS

AASHTO. (1993). AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Washington DC.

ARANIBAR, Mary y SAAVEDRA, Kiara. Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (iri) en la vía principal Izcuchaca - Huarcocondo. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Andina Del Cusco, 2019. 60 pp

Arriaga Patiño, M., Garnica Anguas, P., & Rico Rodríguez, A. (1998). Índice Internacional de Rugosidad en la Red Carretera de México. Sanfandila, Querétaro, México.

ATIQUIPA NIETO, Oliver y ROSALINO, Giancarlo. Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. 58 pp

CALLACONDO, Jose. Análisis de la rugosidad superficial en carretera no pavimentada a partir de información derivada de método estático directo y sistema de aeronaves pilotadas a distancia phantom 4 rtk, carretera dv. Isla esteves – emp. Pe 3s puno. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, 2020. 148 pp

Badilla, Vargas, G., Elizondo Arrieta, F., & Barrantes Jiménez, R. (2008). Determinación de un procedimiento de ensayo para el cálculo del IRI. Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San José - Costa Rica.

Badilla, G. (2009). Determinación de la regularidad superficial del pavimento mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). (E. L. Estructurales, Ed.) Publicación N° 21 Infraestructura Vial, 30.

Barrantes Jiménez, R. (2008). Desarrollo de herramientas de gestión con base en la determinación de Índices Red Vial Nacional. Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San Pedro Montes de Oca.

Carey, W., & Irick, P. (1960). The Pavement Serviceability Performance Concept. Highway Research Board. Record 250.

Caro, F., & Peña, G. (enero - junio de 2012). Análisis y criterios para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en vías urbanas colombianas que orienten la elaboración de una especificación técnica. Intekhnia, 7(1), 57 - 72.

Del Águila Rodríguez, P. (1999). Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países. Obtenido de <http://www.camineros.com/documentos/doc3.pdf>

Del Águila Rodríguez, P. (1999). Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión. Obtenido de <http://www.camineros.com/documentos/doc2.pdf>.

Forslöf, L. (2012). Roadroid - Smartphone Road Quality Monitoring. 19th ITS World Congress. Vienna.

Forslöf, L. (2013, June 27). Roadroid - Continuous Road Condition Monitoring with Smartphones. Ljusdal, Sweden.

Gillespie, T. D., Sayers, M. W., & Segel, L. (1980). Calibration of Response – Type Road Roughness Measuring Systems. National Cooperative Highway Research Program (Report 228), pp. 81.

LLOCLLA, Anderson y SANCHEZ, Kevin. Análisis comparativo del índice de rugosidad internacional del pavimento de la av. La cultura de la ciudad del cusco mediante el aplicativo para smartphone roadroid, rugosímetro electrónico bump integrator b1-100a y rugosímetro de merlin. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Andina Del Cusco, 2019. 119 pp

MENDOZA, Alondra. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS

GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 181 pp

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (17 de julio de 2013). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG-2013. Lima, Perú.

Montoya Goicochea, J. (2013). Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en el Perú. Tesis, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Lima.

Nava. (2007). Diseño e integración de un sistema de adquisición de datos para la medición de perfiles de pavimentos. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería Electrónica, México D.F.

OHL. (18 de mayo de 2016). OHL CONCESIONES. Obtenido de <http://www.ohlconcesiones.com.pe/autopista-pativilcasalaverry/descripcion-del-proyecto>

Pavia Sytems. (16 de agosto de 2007). Pavement Interactive. Obtenido de <http://www.pavementinteractive.org/article/roughness/ROADROID>. (Junio de 2014). Referencia de proyectos Roadroid. Obtenido de <http://roadroid.com/common/References/Roadroid%20Referencia%20de%20proyectos%200.4.pdf>

RAMIREZ, Brian. Cálculo del iri mediante acelerómetro de smartphone en el tramo huarmey – casma de la carretera panamericana norte. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2017. 90 pp

ROADROID. (2014, September 2 - 4). Roadroid - continuous road condition monitoring with smartphones. A multi-disciplinary approach to improve capacity & safety for road transport in Africa. Pretoria, South Africa.

ROADROID. (2015, January). User guide Roadroid Classic. Sánchez, I., & De Solminihac, H. (Enero - Junio de 1989). El IRI: Un indicador de la regularidad superficial. Revista de Ingeniería de Construcción, pp. 16

ROMÁN Reyes, Fredí. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) Y SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES DE GUATEMALA. Tesis (Maestro En Artes En Ingeniería Vial). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2020. 116 pp

Sayers. (1995, January). On the Calculation of IRI from Longitudinal Road Profile. Washington D.C.: The University of Michigan Transportation Research Institute. Transportation Research Board.

Sayers, M. W., & Karamihias, S. M. (1998). The Little Book of Profiling. University of Michigan Transportation Research Institute.

Sayers, M., Gillespie, T., & Queiroz, C. (January de 1986). International Experiment to Establish Correlations and Standard Calibration Methods for Road Roughness Measurements. World Bank Technical paper N° 45

Solminihaq, H. d. (2001). Gestión de Infraestructura Vial. Santiago de Chile, Chile: Universidad Católica de Chile.

Yogesh U. Shah, S. S. (2013). Modeling the Pavement Serviceability Index For Urban Roads. International Journal of Pavement Research and Technology, 66 - 72.

ANEXOS

ANEXO N° 1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | |
|--|---|---------------------------------|--|--|--------------------|
| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
| Diseño Estructural de Pavimento Flexible con el método AASHTO 93 | Es un proceso en el cual, tras analizar los datos de las propiedades de la zona se procede a dar forma al sistema estructural teniendo en cuenta parámetros de seguridad y su funcionalidad | Cargas de transitabilidad | Se realizará el conteo vehicular durante 1 semana , en horas punta de tráfico en puntos estratégicos para posteriormente en gabinete clasificar y verificar los tipos de vehículos. | Conteo vehicular IMD | NOMINAL |
| | | Propiedades del suelo | Se planean realizar excavaciones con una determinada profundidad, las cuales se analizarán en el laboratorio, para definir las características físico –mecánicas del suelo. | Calicata Ensayo de laboratorio (propiedades físico mecánicas) | |
| | | Espesor del paquete estructural | Después de obtener los datos necesarios del estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos, se usará la metodología AASHTO 93 para calcular el espesor del paquete estructural con la ayuda del manual de MTC. | Metodología AASHTO 93 | |

Fuente: Elaboración propia



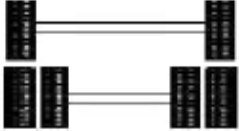

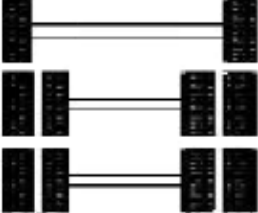

ANEXO N° 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL MARCO METODOLÓGICO

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | VARIABLES | METODOLOGÍA |
|---|---|--|---|
| <p>Problema general: ¿Cuál es el diseño de pavimento, utilizando el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL: Diseñar la estructura del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: A) Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. B) Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. C) Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021.</p> | <p>VARIABLE: Diseño estructural del pavimento flexible con el método AASHTO 93</p> <p>UNIDAD DE ANÁLISIS: 4.98 km de la vía carrozable</p> <p>POBLACIÓN: Se consideró como población a la vía Pampam - Huasta, la cual posee una longitud lineal de 4.98 kilómetros y está ubicado en la Provincia de Bolognesi.</p> <p>MUESTRA: La muestra de la investigación está conformada por los 4.98 kilómetros lineales del pavimento flexible, además es considerado por el criterio de exclusión ya que todo el tramo es la parte más transitada de la vía Pampam - Huasta.</p> | <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: aplicada</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental transversal tipo descriptivo.</p> <p>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Observación directa</p> <p>INSTRUMENTO: Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013). Manual de carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos) Sección pavimentos MTC-2014</p> |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03.

Configuración de Ejes

| Conjunto de Eje (s) | Nomenclatura | Nº de Neumáticos | Grafico |
|--|--------------|------------------|---|
| EJE SIMPLE (Con Rueda Simple) | 1RS | 02 |  |
| EJE SIMPLE (Con Rueda Doble) | 1RD | 04 |  |
| EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble) | 1RS + 1RD | 06 |  |
| EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble) | 2RD | 08 |  |
| EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble) | 1RS + 2RD | 10 |  |
| EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble) | 3RD | 12 |  |

Anexo 04.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

| Tipo de Eje | Eje Equivalente (EE _{8.2 ton}) |
|--|---|
| Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1}) | $EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$ |
| Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2}) | $EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1}) | $EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2}) | $EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$ |
| Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1}) | $EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$ |
| Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2}) | $EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

Anexo 05.

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

| Número de calzadas | Número de sentidos | Número de carriles por sentido | Factor Direccional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño |
|--|--------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 calzada (para IMDa total de la calzada) | 1 sentido | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 1 sentido | 2 | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| | 1 sentido | 3 | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| | 1 sentido | 4 | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| 2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas) | 2 sentidos | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| | 2 sentidos | 3 | 0.50 | 0.60 | 0.30 |
| | 2 sentidos | 4 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |

Anexo 06. PANEL FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE SUELOS



Calicata C-01



Calicata C-02



Calicata C-03



Calicata C-04



Calicata C-05

Anexo 7. INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



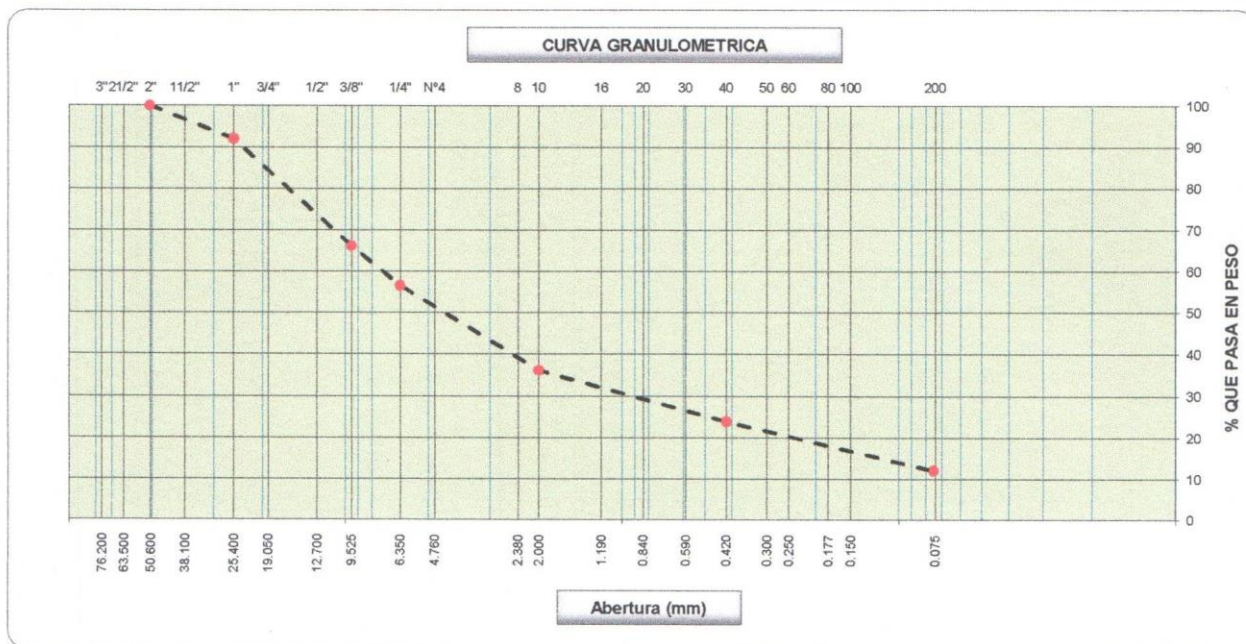
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-1 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACION : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 m **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 978 - 2021-LAB/MS-JONELTA

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificacion | Descripcion |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| 5" | 127.000 | | | | | | 1. Peso de Material |
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso Inicial Total (kg) <u>18,317</u> |
| 3" | 73.000 | | | | | | Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>480.0</u> |
| 2 1/2" | 60.300 | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | 100.0 | | 2. Características |
| 1 1/2" | 37.500 | 332 | 1.8 | 1.8 | 98.2 | | Tamaño Maximo <u>2"</u> |
| 1" | 25.400 | 1,133 | 6.2 | 8.0 | 92.0 | | Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u> |
| 3/4" | 19.000 | 1,144 | 6.3 | 14.3 | 85.8 | | Grava (%) <u>50.5</u> |
| 1/2" | 12.700 | 2,278 | 12.4 | 26.7 | 73.3 | | Arena (%) <u>37.5</u> |
| 3/8" | 9.520 | 1,309 | 7.2 | 33.8 | 66.2 | | Finos (%) <u>12.0</u> |
| 1/4" | 6.350 | 1,758 | 9.6 | 43.4 | 56.6 | | Modulo de Fineza (%) |
| N° 4 | 4.750 | 1,295 | 7.1 | 50.5 | 49.5 | | |
| N° 8 | 2.360 | | | | | | 3. Clasificacion |
| N° 10 | 2.000 | 129.80 | 13.4 | 63.9 | 36.1 | | Limite Liquido (%) <u>21.3</u> |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | Limite Plastico (%) <u>18.8</u> |
| N° 20 | 0.850 | | | | | | Indice de Plasticidad (%) <u>2.5</u> |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | Clasificacion SUCS <u>GM</u> |
| N° 40 | 0.420 | 118.30 | 12.2 | 76.1 | 23.9 | | Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u> |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | | | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 98.30 | 10.1 | 86.2 | 13.8 | | |
| N° 200 | 0.075 | 16.90 | 1.7 | 88.0 | 12.0 | | |
| Pasante | | 116.70 | 12.0 | 100.0 | | | |



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

| | | | | | |
|----------------------|---|---|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 979 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-1 | | | |
| UBICACION | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 m | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

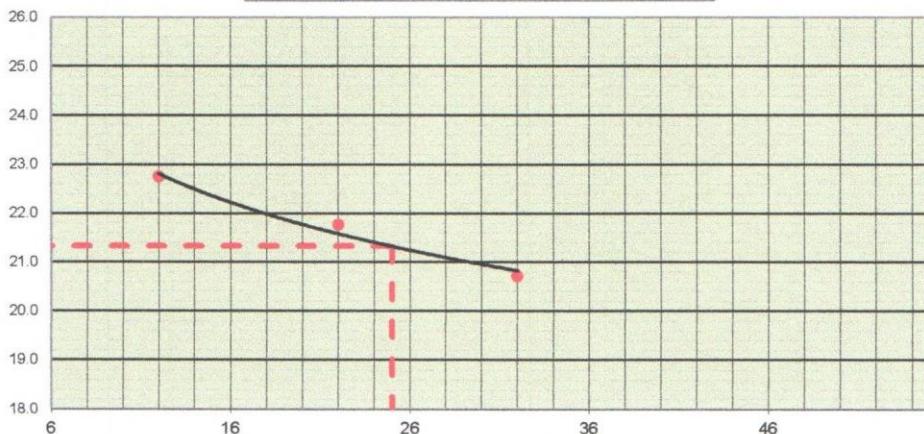
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

| N° de Tarro | | 1 | 2 | 3 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 31.70 | 34.80 | 33.30 | |
| Peso de Tarro + Suelo Seco | gr. | 29.61 | 32.23 | 31.09 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.42 | 20.42 | 20.42 | |
| Peso de Agua | gr. | 2.09 | 2.57 | 2.21 | |
| Peso del Suelo Seco | gr. | 9.19 | 11.81 | 10.67 | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad | % | 22.74 | 21.76 | 20.71 | 21.3 |
| Numero de Golpes | | 12 | 22 | 32 | |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

| N° de Tarro | | 3 | 2 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 21.59 | 21.26 | |
| Peso de Tarro + Suelo seco | gr. | 21.43 | 21.13 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.59 | 20.43 | |
| Peso de Agua | gr. | 0.16 | 0.13 | |
| Peso de Suelo seco | gr. | 0.84 | 0.70 | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad | % | 19.05 | 18.57 | 18.8 |

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

| | |
|-----------------------|------|
| Limite Liquido | 21.3 |
| Limite Plastico | 18.8 |
| Indice de Plasticidad | 2.5 |

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

| | | | | | |
|----------------------|---|---|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 980 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-1 | | | |
| UBICACION | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 m | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

| Descripcion | 1 | 2 |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Peso de tara (gr) | | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 500.0 | 500.0 |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 480.0 | 480.0 |
| Peso del agua contenida (gr) | 20.0 | 20.0 |
| Peso de la muestra seca (gr) | 480.0 | 480.0 |
| Contenido de Humedad (%) | 4.2 | 4.2 |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 4.2 | |



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-415, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

| | | | |
|--------------------|---|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 981 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-1 | | |
| UBICACION | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

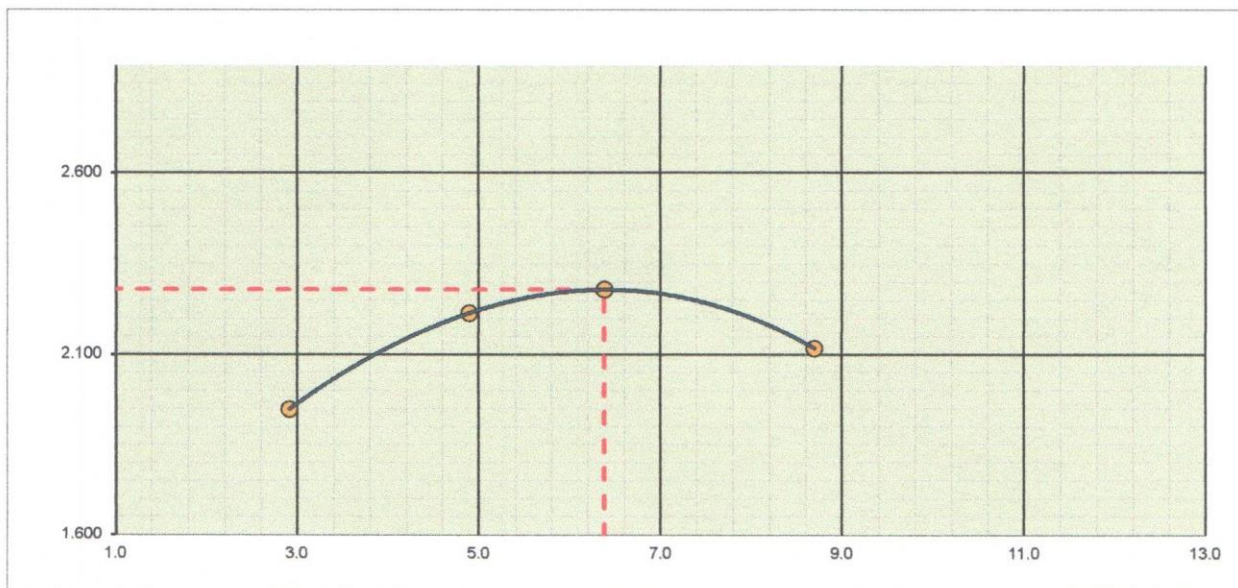
| | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----|----|---|---------------|------|-----|--------------|--------|
| Molde N° 1 | Diametro Molde | 4" | 6" | | Volumen Molde | 2093 | m3. | N° de capas | 5 |
| | Metodo | A | B | C | Peso Molde | 7206 | gr. | N° de golpes | 56 Glp |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 11,403 | 12,069 | 12,281 | 12,024 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,197 | 4,863 | 5,075 | 4,818 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.005 | 2.323 | 2.425 | 2.302 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Peso Sbelo Seco + Tara | gr. | 292 | 286 | 282 | 276 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 8.5 | 14.0 | 18.0 | 24.0 |
| Peso del suelo seco | gr. | 292 | 286 | 282 | 276 |
| Contenido de agua | % | 2.9 | 4.9 | 6.4 | 8.7 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.948 | 2.215 | 2.279 | 2.118 |

RESULTADOS

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|----------------|-----|---|
| Densidad Máxima Seca | 2.279 | (gr/cm3) | Humedad óptima | 6.4 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida | | (gr/cm3) | Humedad óptima | | % |

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHELS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-1
UBICACION : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 982 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

| Molde N° | 3 | | 1 | | 2 | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 14159 | | 13494 | | 13684 | |
| Peso de molde (g) | 9060 | | 8660 | | 9080 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 5099 | | 4834 | | 4604 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2103 | | 2099 | | 2105 | |
| Densidad húmeda (g/cm³) | 2.425 | | 2.303 | | 2.187 | |
| Tara (N°) | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 300 | | 300 | | 300 | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 282 | | 282 | | 282 | |
| Peso de tara (g) | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 18.0 | | 18.0 | | 18.0 | |
| Peso de suelo seco (g) | 282.0 | | 282.0 | | 282.0 | |
| Contenido de humedad (%) | 6.4 | | 6.4 | | 6.4 | |
| Densidad seca (g/cm³) | 2.279 | | 2.165 | | 2.056 | |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | M-03 | | MOLDE N° | | M-01 | | MOLDE N° | | M-02 | |
|-------------|-------|---------------|------------|----------|---------------|------|------------|----------|---------------|------|------------|----------|---------------|------|
| mm | pulg. | STAND. kg/cm2 | Dial (div) | CARGA kg | CORRECCION kg | % | Dial (div) | CARGA kg | CORRECCION kg | % | Dial (div) | CARGA kg | CORRECCION kg | % |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | 0.025 | | 2 | -28 | | | 2 | -28 | | | 2 | -29 | | |
| 1.270 | 0.050 | | 7 | 12 | | | 7 | 9 | | | 6 | 6 | | |
| 1.905 | 0.075 | | 19 | 106 | | | 18 | 98 | | | 17 | 91 | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 28 | 176 | 540 | 30.1 | 27 | 165 | 513 | 28.6 | 25 | 154 | 486 | 27.1 |
| 3.810 | 0.150 | | 57 | 403 | | | 54 | 381 | | | 51 | 359 | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 97 | 717 | 1,223 | 45.3 | 92 | 679 | 1,163 | 43.1 | 87 | 641 | 1,102 | 40.9 |
| 6.350 | 0.250 | | 141 | 1061 | | | 134 | 1006 | | | 127 | 951 | | |
| 7.620 | 0.300 | | 193 | 1468 | | | 183 | 1392 | | | 174 | 1317 | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 84792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084405



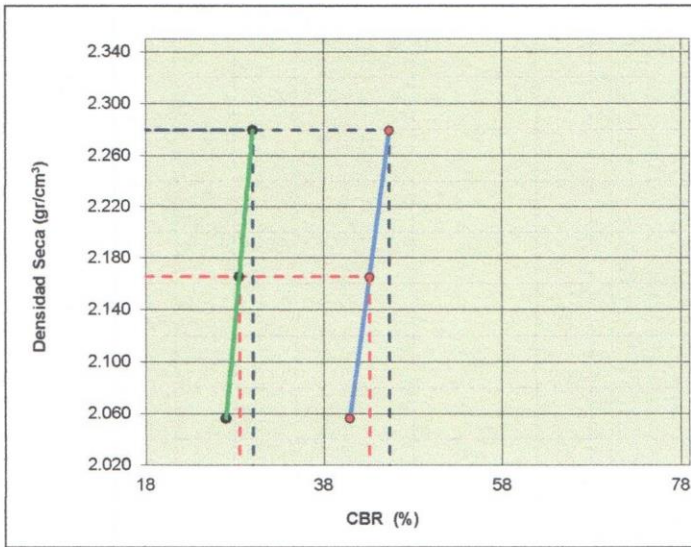
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

| | | | |
|--------------------|---|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 983 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-1 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



| | |
|----------------------------------|----------------|
| METODO DE COMPACTACION | : AASHTO T-180 |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.279 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | : 6.4 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.165 |

RESULTADOS:

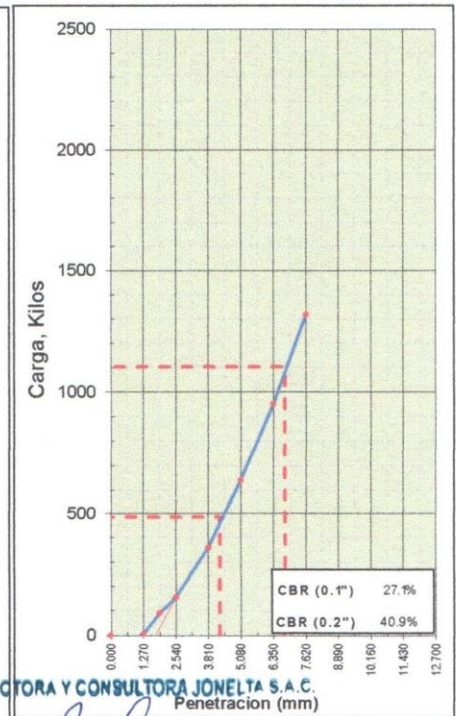
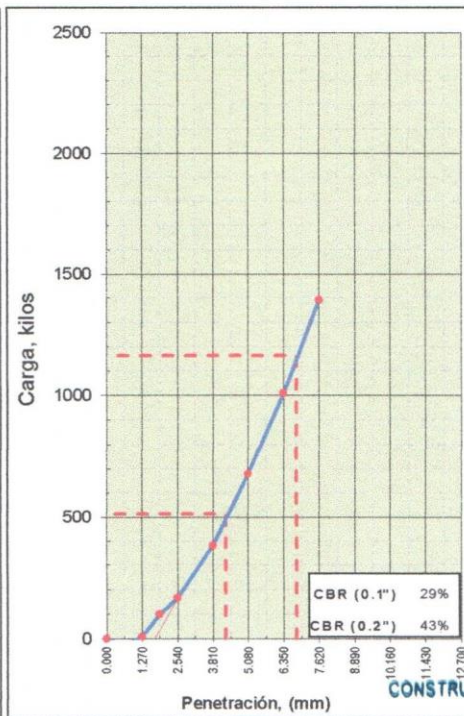
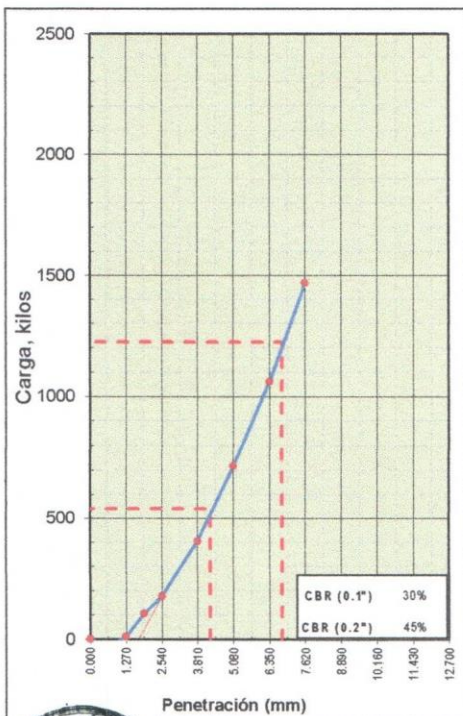
| | | | |
|---|---|------|---|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" | = | 30.1 | % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" | = | 28.6 | % |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" | = | 45.3 | % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" | = | 43.1 | % |

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

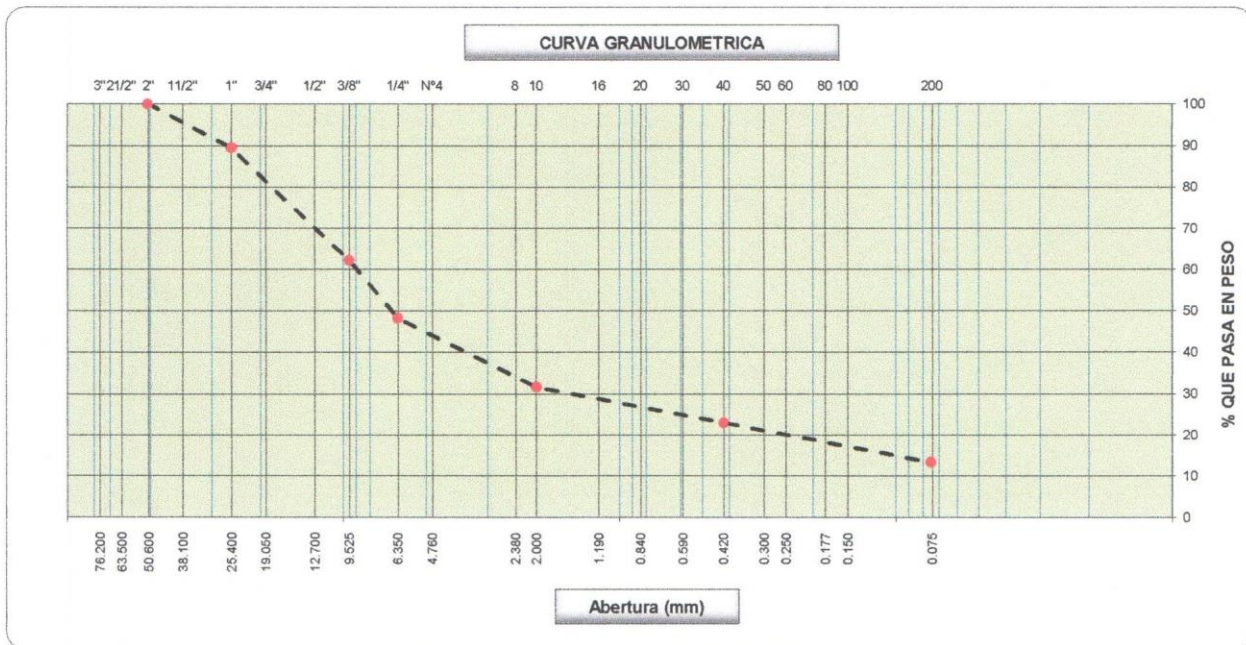


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHELS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-2 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 990 - 2021-LAB/MS-JONELTA

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificacion | Descripcion |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| 5" | 127.000 | | | | | | 1. Peso de Material |
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso Inicial Total (kg) <u>16,090</u> |
| 3" | 73.000 | | | | | | Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>483.0</u> |
| 2 1/2" | 60.300 | | | | | | 2. Caracteristicas |
| 2" | 50.800 | | | | 100.0 | | Tamaño Maximo <u>2"</u> |
| 1 1/2" | 37.500 | 724 | 4.5 | 4.5 | 95.5 | | Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u> |
| 1" | 25.400 | 979 | 6.1 | 10.6 | 89.4 | | Grava (%) <u>57.9</u> |
| 3/4" | 19.000 | 1,144 | 7.1 | 17.7 | 82.3 | | Arena (%) <u>28.8</u> |
| 1/2" | 12.700 | 2,136 | 13.3 | 31.0 | 69.0 | | Finos (%) <u>13.3</u> |
| 3/8" | 9.520 | 1,109 | 6.9 | 37.9 | 62.1 | | Modulo de Fineza (%) |
| 1/4" | 6.350 | 2,240 | 13.9 | 51.8 | 48.2 | | 3. Clasificacion |
| N° 4 | 4.750 | 989 | 6.2 | 57.9 | 42.1 | | Limite Liquido (%) <u>21.4</u> |
| N° 8 | 2.360 | | | | | | Limite Plastico (%) <u>18.8</u> |
| N° 10 | 2.000 | 119.60 | 10.4 | 68.4 | 31.7 | | Indice de Plasticidad (%) <u>2.6</u> |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | Clasificacion SUCS <u>GM</u> |
| N° 20 | 0.850 | | | | | | Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u> |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | |
| N° 40 | 0.420 | 99.80 | 8.7 | 77.0 | 23.0 | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | | | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 75.12 | 6.5 | 83.6 | 16.4 | | |
| N° 200 | 0.075 | 36.10 | 3.1 | 86.7 | 13.3 | | |
| Pasante | | 152.38 | 13.3 | 100.0 | | | |



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 991 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-2 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

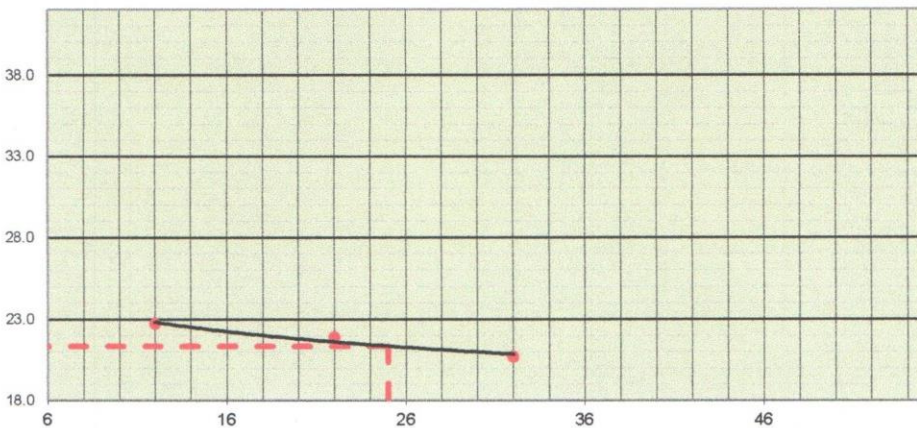
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

| N° de Tarro | | 1 | 2 | 3 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 31.70 | 34.80 | 33.30 | |
| Peso de Tarro + Suelo Seco | gr. | 29.61 | 32.22 | 31.09 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.42 | 20.42 | 20.42 | |
| Peso de Agua | gr. | 2.09 | 2.58 | 2.21 | |
| Peso del Suelo Seco | gr. | 9.19 | 11.80 | 10.67 | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad | % | 22.74 | 21.86 | 20.71 | 21.4 |
| Numero de Golpes | | 12 | 22 | 32 | |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

| N° de Tarro | | 3 | 2 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 21.59 | 21.26 | |
| Peso de Tarro + Suelo seco | gr. | 21.43 | 21.13 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.59 | 20.43 | |
| Peso de Agua | gr. | 0.16 | 0.13 | |
| Peso de Suelo seco | gr. | 0.84 | 0.70 | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad | % | 19.05 | 18.57 | 18.8 |

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

| | |
|-----------------------|------|
| Limite Liquido | 21.4 |
| Limite Plastico | 18.8 |
| Indice de Plasticidad | 2.6 |

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64792
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 084405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 992 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-2 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

| Descripcion | 1 | 2 |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Peso de tara (gr) | | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 500.0 | 500.0 |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 483.0 | 483.0 |
| Peso del agua contenida (gr) | 17.0 | 17.0 |
| Peso de la muestra seca (gr) | 483.0 | 483.0 |
| Contenido de Humedad (%) | 3.5 | 3.5 |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 3.5 | |



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

| | | | |
|----------------------|--|---------------------|----------------------------------|
| SOLICITANTE : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO : | HUASTA | FECHA : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO : | 993 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA : | C-2 | | |
| UBICACIÓN : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500 | | |
| PROFUNDIDAD : | 1.00 | | |
| MUESTRA : | M - 1 | | |

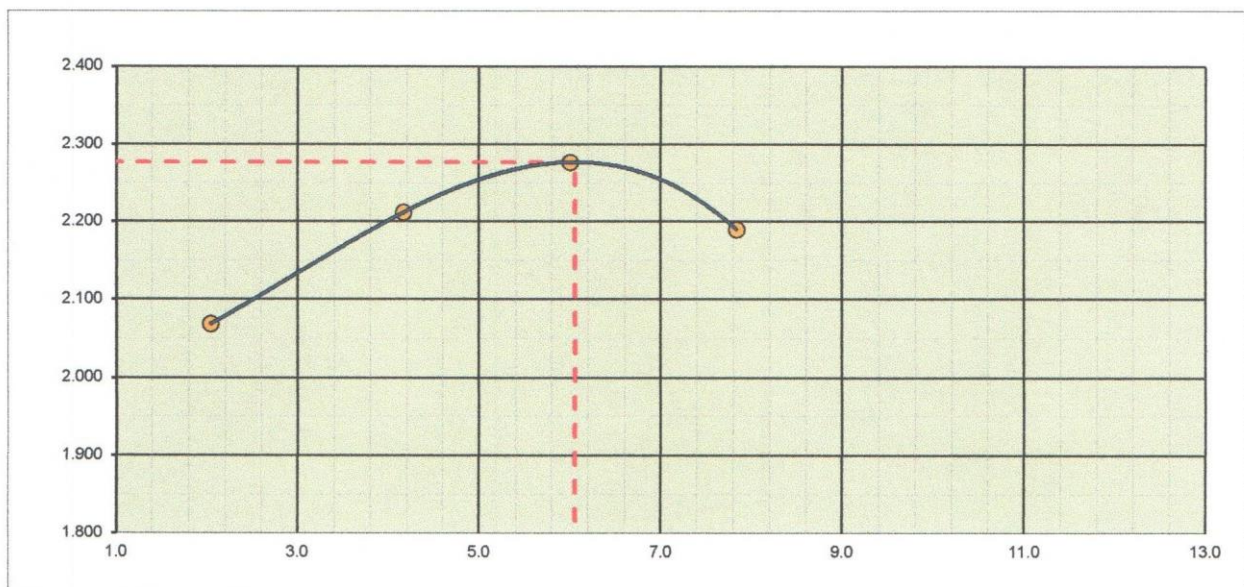
| | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----|----|---|---------------|------|-----|--------------|--------|
| Molde N° 1 | Diametro Molde | 4" | 6" | | Volumen Molde | 2093 | m3. | N° de capas | 5 |
| | Metodo | A | B | C | Peso Molde | 7206 | gr. | N° de golpes | 56 Glp |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 11,624 | 12,028 | 12,258 | 12,149 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,418 | 4,822 | 5,052 | 4,943 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.111 | 2.304 | 2.414 | 2.362 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 294 | 288 | 283 | 278 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 6.0 | 12.0 | 17.0 | 21.8 |
| Peso del suelo seco | gr. | 294 | 288 | 283 | 278 |
| Contenido de agua | % | 2.0 | 4.2 | 6.0 | 7.8 |
| Densidad Seca | gr/cc | 2.069 | 2.212 | 2.277 | 2.190 |

RESULTADOS

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|----------------|-----|---|
| Densidad Máxima Seca | 2.277 | (gr/cm3) | Humedad óptima | 6.1 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida | | (gr/cm3) | Humedad óptima | | % |

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 084405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-2
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1
TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 994 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

| | 3 | | 1 | | 2 | |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | | | | | | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 14136 | | 13475 | | 13674 | |
| Peso de molde (g) | 9060 | | 8660 | | 9080 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 5076 | | 4815 | | 4594 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2103 | | 2099 | | 2105 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.414 | | 2.284 | | 2.182 | |
| Tara (N°) | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 300 | | 300 | | 300 | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 283 | | 283 | | 283 | |
| Peso de tara (g) | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 17.0 | | 17.0 | | 17.0 | |
| Peso de suelo seco (g) | 283.0 | | 283.0 | | 283.0 | |
| Contenido de humedad (%) | 6.0 | | 6.0 | | 6.0 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2.277 | | 2.164 | | 2.059 | |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | M-03 | | MOLDE N° | | M-01 | | MOLDE N° | | M-02 | |
|-------------|-------|---------------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|
| mm | pulg. | STAND. kg/cm2 | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | 0.025 | | 6 | 4 | | | 6 | 1 | | | 5 | -1 | | |
| 1.270 | 0.050 | | 16 | 82 | | | 15 | 76 | | | 14 | 70 | | |
| 1.905 | 0.075 | | 33 | 215 | | | 31 | 202 | | | 30 | 190 | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 49 | 341 | 470 | 26.1 | 47 | 322 | 446 | 24.8 | 44 | 302 | 423 | 23.5 |
| 3.810 | 0.150 | | 77 | 560 | | | 73 | 530 | | | 69 | 500 | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 109 | 811 | 944 | 35.0 | 104 | 768 | 897 | 33.3 | 98 | 725 | 850 | 31.5 |
| 6.350 | 0.250 | | 133 | 998 | | | 128 | 946 | | | 120 | 894 | | |
| 7.620 | 0.300 | | 171 | 1296 | | | 162 | 1229 | | | 154 | 1162 | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : Anillo:



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

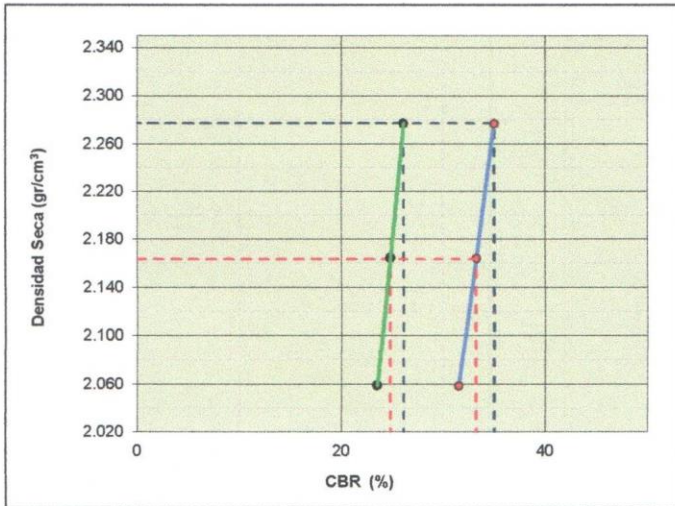
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

| | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 995 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-2 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

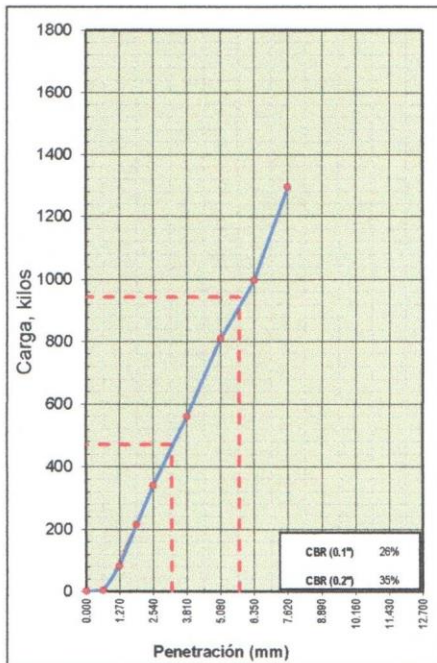


| | |
|---|----------------|
| METODO DE COMPACTACION | : AASHTO T-180 |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.277 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | : 6.1 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.163 |

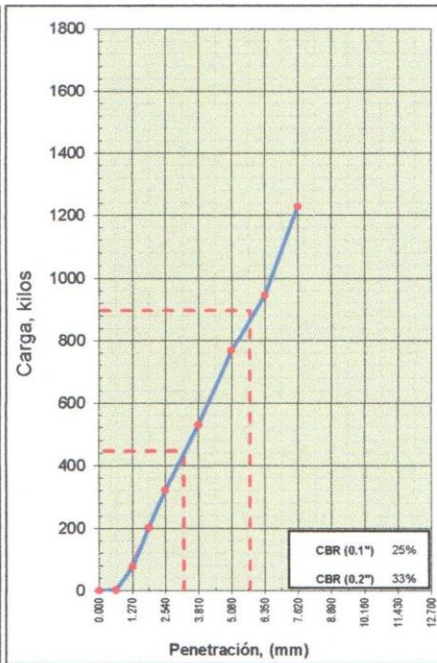
| | |
|---|----------|
| RESULTADOS: | |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" | = 26.1 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" | = 24.8 % |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" | = 35.0 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" | = 33.2 % |

OBSERVACIONES:

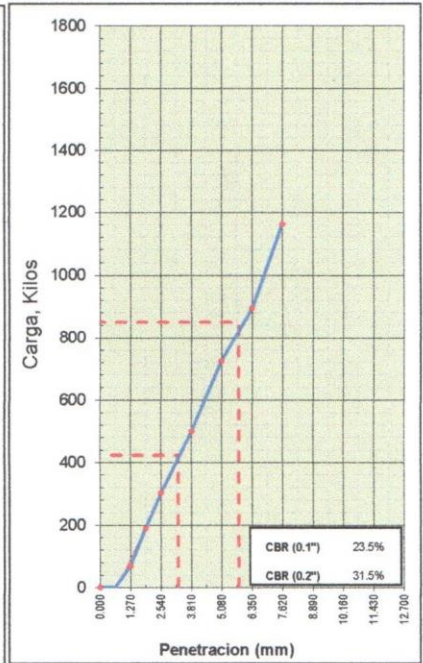
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 INGENIERO CIVIL
 R99 CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

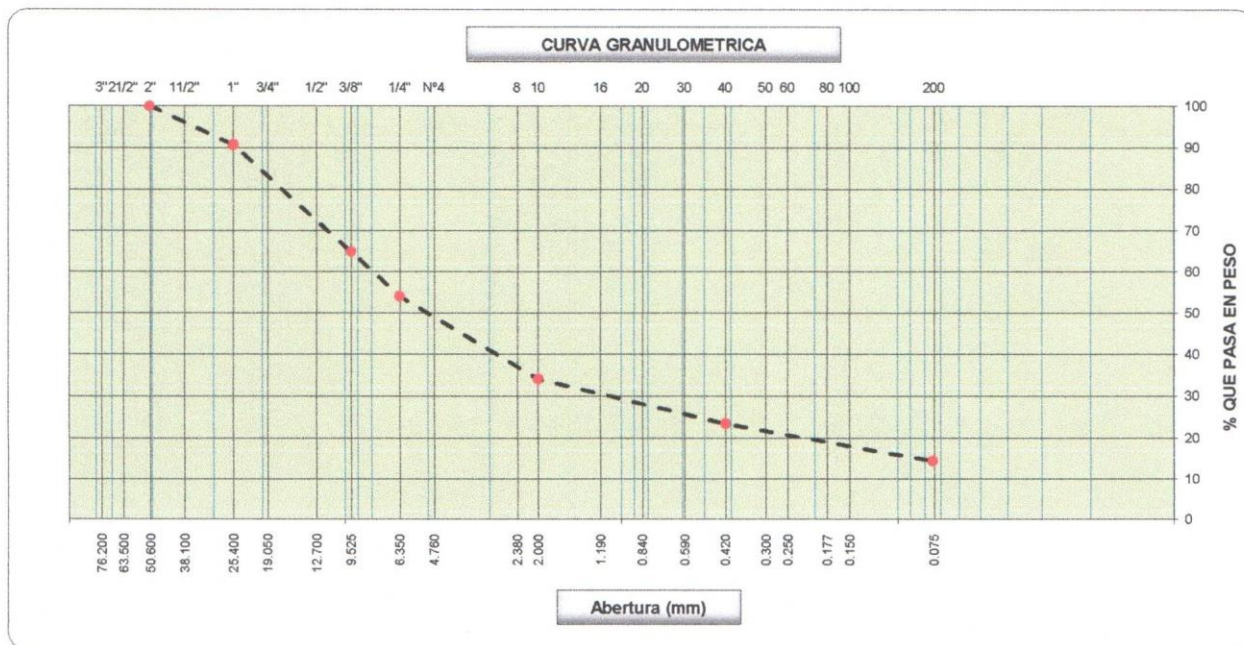


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-3 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 999 - 2021-LAB/MS-JONELTA

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificacion | Descripcion |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| 5" | 127.000 | | | | | | 1. Peso de Material |
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso Inicial Total (kg) <u>17,700</u> |
| 3" | 73.000 | | | | | | Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>474.0</u> |
| 2 1/2" | 60.300 | | | | | | 2. Caracteristicas |
| 2" | 50.800 | | | | 100.0 | | Tamaño Maximo <u>2"</u> |
| 1 1/2" | 37.500 | 528 | 3.0 | 3.0 | 97.0 | | Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u> |
| 1" | 25.400 | 1,108 | 6.3 | 9.2 | 90.8 | | Grava (%) <u>51.6</u> |
| 3/4" | 19.000 | 976 | 5.5 | 14.8 | 85.3 | | Arena (%) <u>34.0</u> |
| 1/2" | 12.700 | 1,940 | 11.0 | 25.7 | 74.3 | | Finos (%) <u>14.4</u> |
| 3/8" | 9.520 | 1,673 | 9.5 | 35.2 | 64.8 | | Modulo de Fineza (%) |
| 1/4" | 6.350 | 1,924 | 10.9 | 46.0 | 54.0 | | 3. Clasificacion |
| N° 4 | 4.750 | 988 | 5.6 | 51.6 | 48.4 | | Limite Liquido (%) <u>21.6</u> |
| N° 8 | 2.360 | | | | | | Limite Plastico (%) <u>18.7</u> |
| N° 10 | 2.000 | 140.60 | 14.4 | 66.0 | 34.0 | | Indice de Plasticidad (%) <u>2.9</u> |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | Clasificacion SUCS <u>GM</u> |
| N° 20 | 0.850 | | | | | | Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u> |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | |
| N° 40 | 0.420 | 104.21 | 10.6 | 76.6 | 23.4 | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | | | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 80.40 | 8.2 | 84.8 | 15.2 | | |
| N° 200 | 0.075 | 7.90 | 0.8 | 85.6 | 14.4 | | |
| Pasante | | 140.89 | 14.4 | 100.0 | | | |



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1000 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-3 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

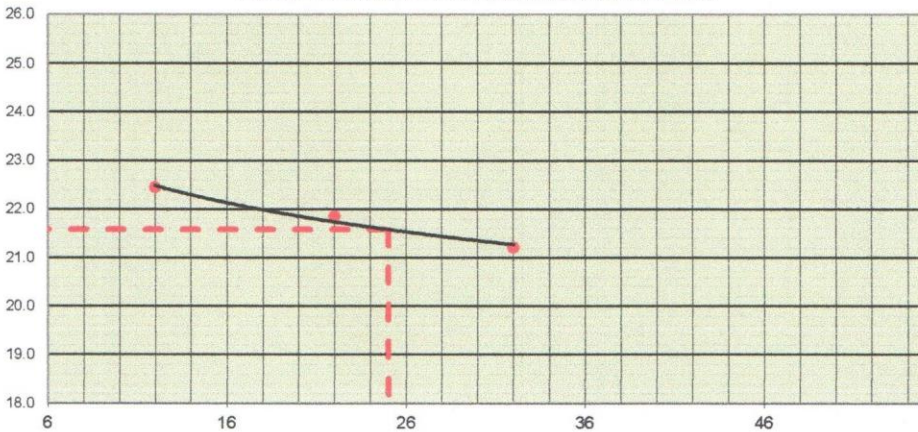
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

| N° de Tarro | | 7 | 8 | 9 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 31.69 | 34.83 | 33.30 | |
| Peso de Tarro + Suelo Seco | gr. | 29.60 | 32.23 | 31.05 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.29 | 20.33 | 20.44 | |
| Peso de Agua | gr. | 2.09 | 2.60 | 2.25 | |
| Peso del Suelo Seco | gr. | 9.31 | 11.90 | 10.61 | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad | % | 22.45 | 21.85 | 21.21 | 21.6 |
| Numero de Golpes | | 12 | 22 | 32 | |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

| N° de Tarro | | 3 | 2 | | |
|------------------------------|-----|-------|-------|--|-----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 21.61 | 21.25 | | |
| Peso de Tarro + Suelo seco | gr. | 21.42 | 21.15 | | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.59 | 20.43 | | |
| Peso de Agua | gr. | 0.19 | 0.10 | | |
| Peso de Suelo seco | gr. | 0.83 | 0.72 | | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad | % | 22.89 | 14.53 | | 18.7 |

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra

| | |
|-----------------------|------|
| Limite Liquido | 21.6 |
| Limite Plastico | 18.7 |
| Indice de Plasticidad | 2.9 |

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1001 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-3 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

| Descripcion | 1 | 2 |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Peso de tara (gr) | | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 500.0 | 500.0 |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 474.0 | 474.0 |
| Peso del agua contenida (gr) | 26.0 | 26.0 |
| Peso de la muestra seca (gr) | 474.0 | 474.0 |
| Contenido de Humedad (%) | 5.5 | 5.5 |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 5.5 | |



Fredy W. Rosales Villarreal
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 R° CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

| | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 1002 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-3 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

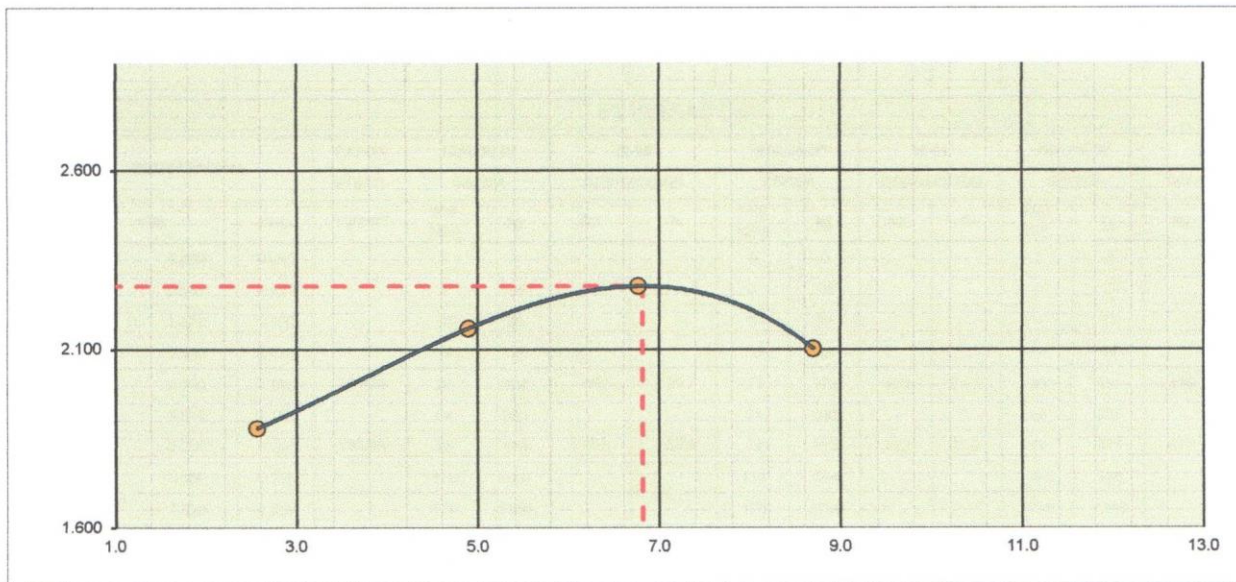
| | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----|----|---|---------------|------|-----|--------------|--------|
| Molde N° 1 | Diametro Molde | 4" | 6" | | Volumen Molde | 2093 | m3. | N° de capas | 5 |
| | Metodo | A | B | C | Peso Molde | 7206 | gr. | N° de golpes | 56 Glp |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 11,238 | 11,944 | 12,289 | 11,990 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,032 | 4,738 | 5,083 | 4,784 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.926 | 2.264 | 2.429 | 2.286 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 293 | 286 | 281 | 276 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 7.5 | 14.0 | 19.0 | 24.0 |
| Peso del suelo seco | gr. | 293 | 286 | 281 | 276 |
| Contenido de agua | % | 2.6 | 4.9 | 6.8 | 8.7 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.878 | 2.158 | 2.275 | 2.103 |

RESULTADOS

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|----------------|-----|---|
| Densidad Máxima Seca | 2.275 | (gr/cm3) | Humedad óptima | 6.8 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida | | (gr/cm3) | Humedad óptima | | % |

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 R.ºº CIP N.º 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-3
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 1003 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Molde N° | 3 | | 1 | | 2 | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 14150 | | 13494 | | 13684 | |
| Peso de molde (g) | 9060 | | 8660 | | 9080 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 5090 | | 4834 | | 4604 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2103 | | 2099 | | 2105 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.420 | | 2.303 | | 2.187 | |
| Tara (N°) | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 300 | | 300 | | 300 | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 282 | | 282 | | 282 | |
| Peso de tara (g) | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 18.0 | | 18.0 | | 18.0 | |
| Peso de suelo seco (g) | 282.0 | | 282.0 | | 282.0 | |
| Contenido de humedad (%) | 6.4 | | 6.4 | | 6.4 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2.275 | | 2.165 | | 2.056 | |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | M-03 | | MOLDE N° | | M-01 | | MOLDE N° | | M-02 | |
|-------------|-------|---------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
| mm | pulg. | STAND. | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | kg/cm2 | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | 0.025 | | 2 | -28 | | | 2 | -28 | | | 2 | -29 | | |
| 1.270 | 0.050 | | 10 | 35 | | | 10 | 31 | | | 9 | 27 | | |
| 1.905 | 0.075 | | 19 | 106 | | | 18 | 98 | | | 17 | 91 | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 29 | 184 | 462 | 25.7 | 28 | 173 | 439 | 24.4 | 26 | 161 | 416 | 23.1 |
| 3.810 | 0.150 | | 54 | 380 | | | 51 | 359 | | | 49 | 338 | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 88 | 646 | 1,075 | 39.8 | 84 | 612 | 1,022 | 37.9 | 79 | 577 | 970 | 36.0 |
| 6.350 | 0.250 | | 138 | 1037 | | | 131 | 984 | | | 124 | 930 | | |
| 7.620 | 0.300 | | 179 | 1358 | | | 170 | 1288 | | | 161 | 1218 | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

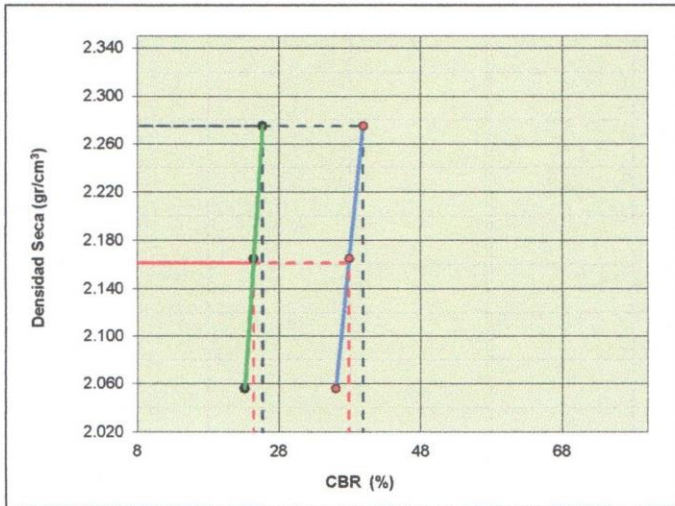
Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C. 04792
INGENIERO CIVIL
R.00 CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

| | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 1004 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-3 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

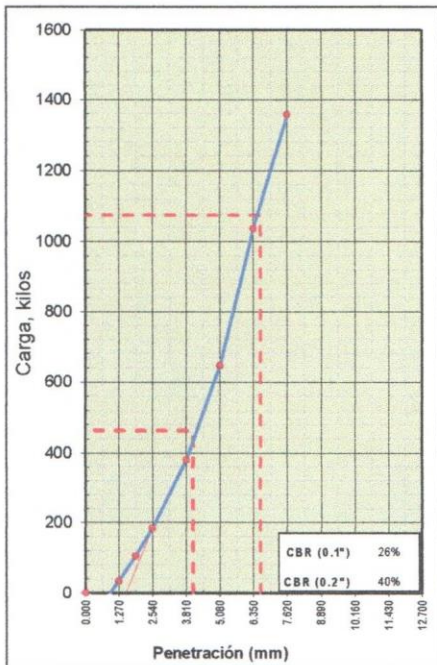


| | |
|----------------------------------|----------------|
| METODO DE COMPACTACION | : AASHTO T-180 |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.275 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | : 6.8 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.161 |

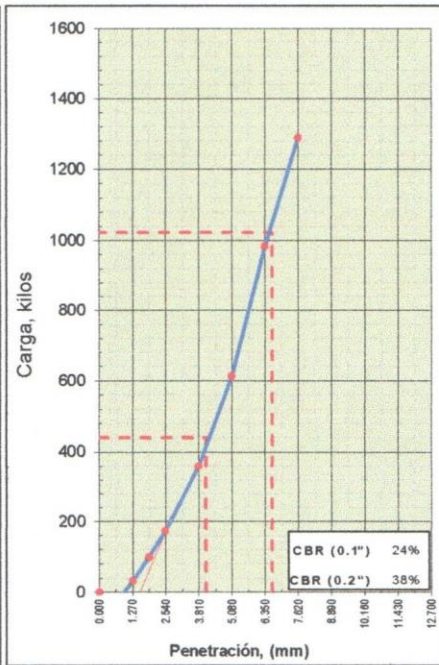
| | |
|---|----------|
| RESULTADOS: | |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" | = 25.7 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" | = 24.4 % |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" | = 39.8 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" | = 37.8 % |

OBSERVACIONES:

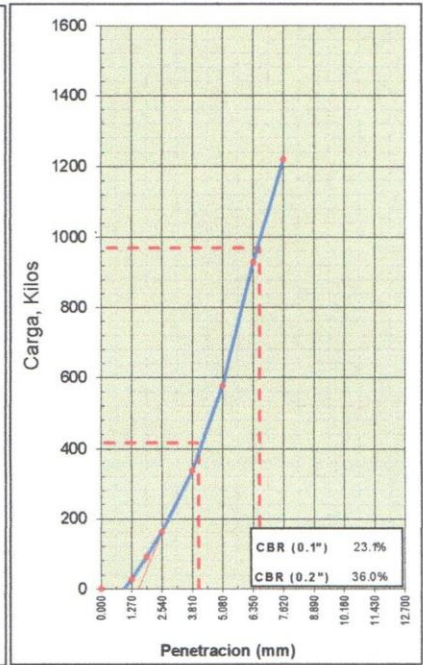
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



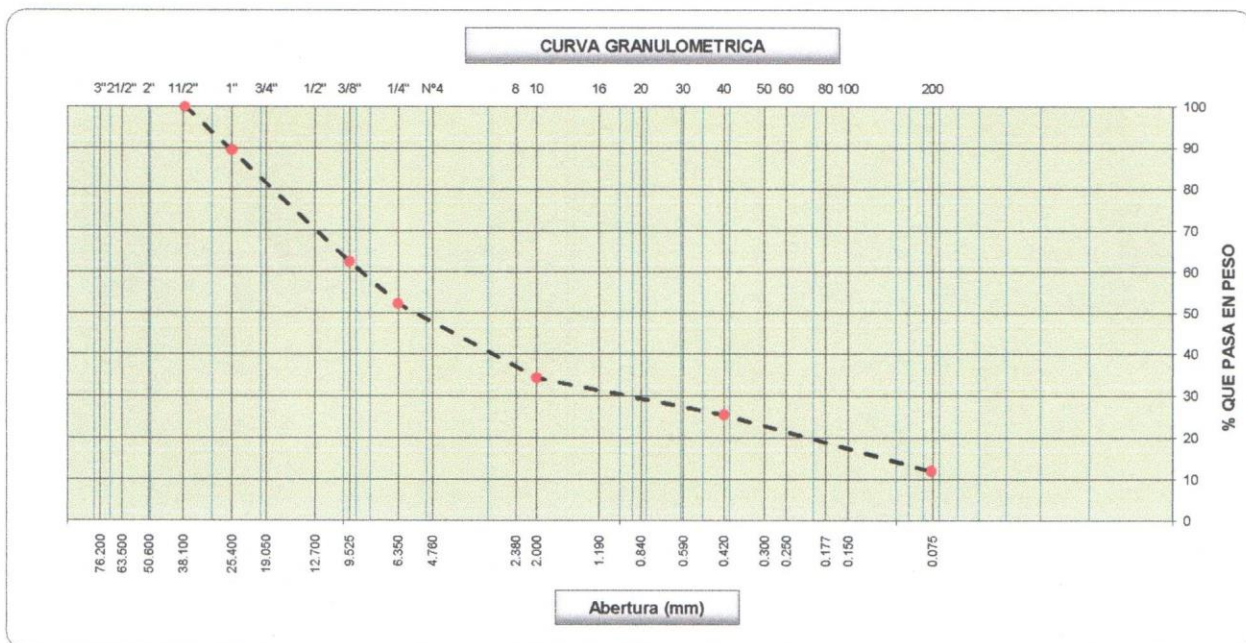
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-4 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 1008 - 2021-LAB/MS-JONELTA

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificacion | Descripcion |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| 5" | 127.000 | | | | | | 1. Peso de Material |
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso Inicial Total (kg) <u>18,659</u> |
| 3" | 73.000 | | | | | | Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>487.0</u> |
| 2 1/2" | 60.300 | | | | | | 2. Caracteristicas |
| 2" | 50.800 | | | | | | Tamaño Maximo <u>1 1/2"</u> |
| 1 1/2" | 37.500 | | | | 100.0 | | Tamaño Maximo Nominal <u>1"</u> |
| 1" | 25.400 | 1,968 | 10.6 | 10.6 | 89.5 | | Grava (%) <u>53.0</u> |
| 3/4" | 19.000 | 1,345 | 7.2 | 17.8 | 82.2 | | Arena (%) <u>35.1</u> |
| 1/2" | 12.700 | 2,196 | 11.8 | 29.5 | 70.5 | | Finos (%) <u>11.9</u> |
| 3/8" | 9.520 | 1,504 | 8.1 | 37.6 | 62.4 | | Modulo de Fineza (%) |
| 1/4" | 6.350 | 1,893 | 10.2 | 47.7 | 52.3 | | 3. Clasificacion |
| N° 4 | 4.750 | 976 | 5.2 | 53.0 | 47.0 | | Limite Liquido (%) <u>NP</u> |
| N° 8 | 2.360 | | | | | | Limite Plastico (%) <u>NP</u> |
| N° 10 | 2.000 | 131.30 | 12.7 | 65.7 | 34.4 | | Indice de Plasticidad (%) <u>NP</u> |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | Clasificacion SUCS <u>GP-GM</u> |
| N° 20 | 0.850 | | | | | | Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u> |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | |
| N° 40 | 0.420 | 92.42 | 8.9 | 74.6 | 25.4 | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | | | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 114.05 | 11.0 | 85.6 | 14.4 | | |
| N° 200 | 0.075 | 25.60 | 2.5 | 88.1 | 11.9 | | |
| Pasante | | 123.63 | 11.9 | 100.0 | | | |



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Rºº CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

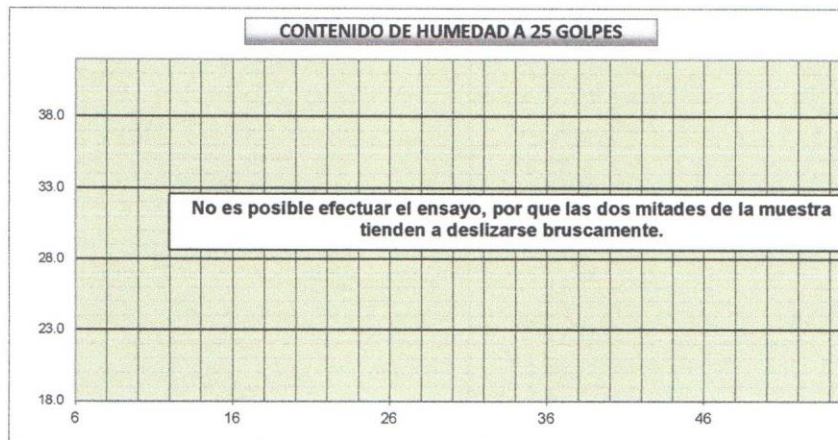
| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1009 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-4 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

| | | | | | |
|------------------------------|-----|--|--|--|-----------------------|
| N° de Tarro | | | | | |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | | | | |
| Peso de Tarro + Suelo Seco | gr. | | | | |
| Peso de Tarro | gr. | | | | |
| Peso de Agua | gr. | | | | |
| Peso del Suelo Seco | gr. | | | | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad | % | | | | NP |
| Numero de Golpes | | | | | |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

| | | | | | |
|------------------------------|-----|--|--|--|------------------------|
| N° de Tarro | | | | | |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | | | | |
| Peso de Tarro + Suelo seco | gr. | | | | |
| Peso de Tarro | gr. | | | | |
| Peso de Agua | gr. | | | | |
| Peso de Suelo seco | gr. | | | | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad | % | | | | NP |



| Constantes Fisicas de la Muestra | |
|----------------------------------|-----------|
| Limite Liquido | NP |
| Limite Plastico | NP |
| Indice de Plasticidad | NP |
| Observaciones | |
| Pasante Tamiz N° 40 | |



Fredy W. Rosales Villarreal
FREY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1010 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-4 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

| Descripcion | 1 | 2 |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Peso de tara (gr) | | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 500.0 | 500.0 |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 487.0 | 487.0 |
| Peso del agua contenida (gr) | 13.0 | 13.0 |
| Peso de la muestra seca (gr) | 487.0 | 487.0 |
| Contenido de Humedad (%) | 2.7 | 2.7 |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.7 | |



Fredy W. Rosales Villarreal
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

| | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 1011 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-4 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

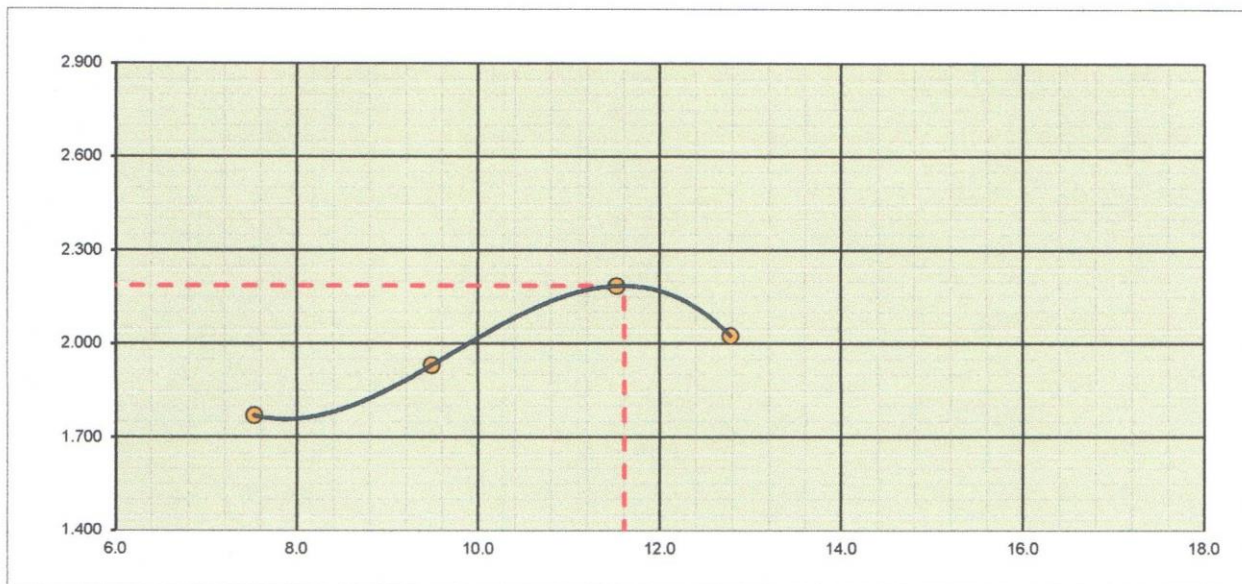
| | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----|----|---|---------------|------|-----|--------------|--------|
| Molde N° 1 | Diametro Molde | 4" | 6" | | Volumen Molde | 2093 | m3. | N° de capas | 5 |
| | Metodo | A | B | C | Peso Molde | 7206 | gr. | N° de golpes | 56 Glp |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 11,190 | 11,632 | 12,310 | 11,990 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 3,984 | 4,426 | 5,104 | 4,784 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.903 | 2.115 | 2.439 | 2.286 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 279 | 274 | 269 | 266 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 21.0 | 26.0 | 31.0 | 34.0 |
| Peso del suelo seco | gr. | 279 | 274 | 269 | 266 |
| Contenido de agua | % | 7.5 | 9.5 | 11.5 | 12.8 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.770 | 1.931 | 2.187 | 2.027 |

RESULTADOS

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|----------------|------|---|
| Densidad Máxima Seca | 2.187 | (gr/cm3) | Humedad óptima | 11.6 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida | | (gr/cm3) | Humedad óptima | | % |

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHELS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-4
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 1012 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Molde N° | 4 | | 6 | | 5 | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 13794 | | 13412 | | 13089 | |
| Peso de molde (g) | 8516 | | 8282 | | 8292 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 5278 | | 5130 | | 4797 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2163 | | 2217 | | 2182 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.440 | | 2.314 | | 2.188 | |
| Tara (N°) | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 300 | | 300 | | 300 | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 269 | | 269 | | 269 | |
| Peso de tara (g) | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 31.0 | | 31.0 | | 31.0 | |
| Peso de suelo seco (g) | 269.0 | | 269.0 | | 269.0 | |
| Contenido de humedad (%) | 11.5 | | 11.5 | | 11.5 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2.188 | | 2.075 | | 1.971 | |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | M-04 | | MOLDE N° | | M-06 | | MOLDE N° | | M-05 | |
|-------------|-------|---------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|-----|------------|------|
| mm | pulg. | STAND. | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | kg/cm2 | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | 0.025 | | 2 | -28 | | | 2 | -28 | | | 2 | -29 | | |
| 1.270 | 0.050 | | 7 | 12 | | | 7 | 9 | | | 6 | 6 | | |
| 1.905 | 0.075 | | 15 | 74 | | | 14 | 68 | | | 14 | 63 | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 21 | 121 | 407 | 22.7 | 20 | 113 | 387 | 21.5 | 19 | 105 | 367 | 20.4 |
| 3.810 | 0.150 | | 43 | 294 | | | 41 | 277 | | | 39 | 260 | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 73 | 529 | 908 | 33.7 | 69 | 500 | 863 | 32.0 | 66 | 472 | 819 | 30.4 |
| 6.350 | 0.250 | | 101 | 748 | | | 96 | 708 | | | 91 | 669 | | |
| 7.620 | 0.300 | | 142 | 1069 | | | 135 | 1013 | | | 128 | 958 | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | |

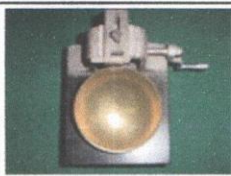
OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
R° 0 CIP N° 064405



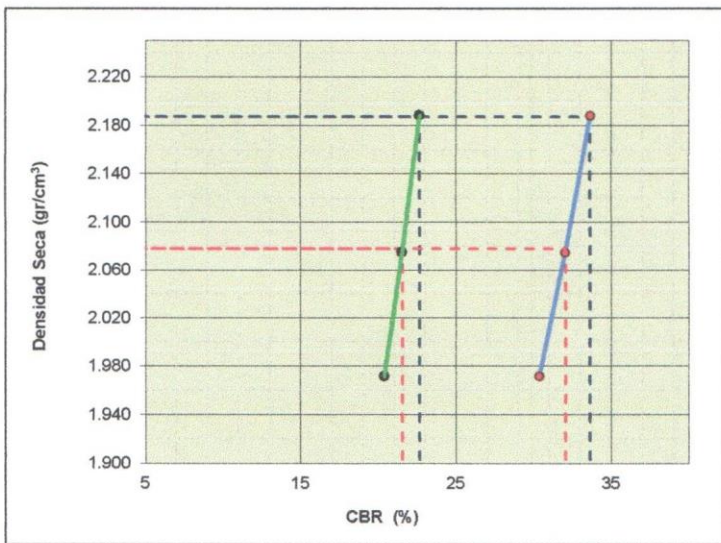
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

| | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 1013 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-4 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



| | |
|----------------------------------|----------------|
| METODO DE COMPACTACION | : AASHTO T-180 |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.187 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | : 11.6 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) | : 2.078 |

RESULTADOS:

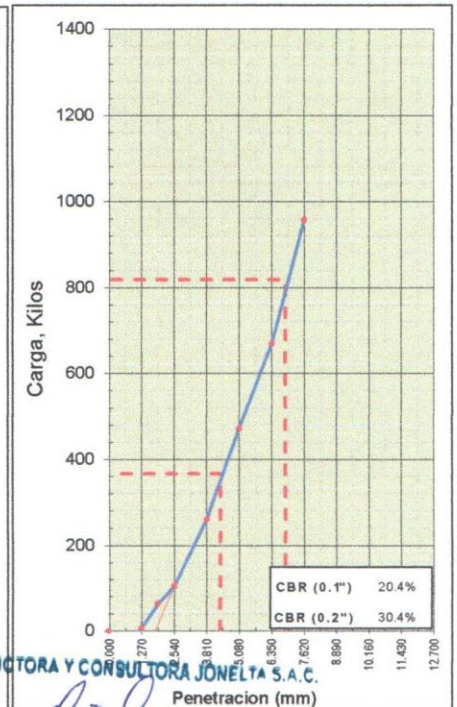
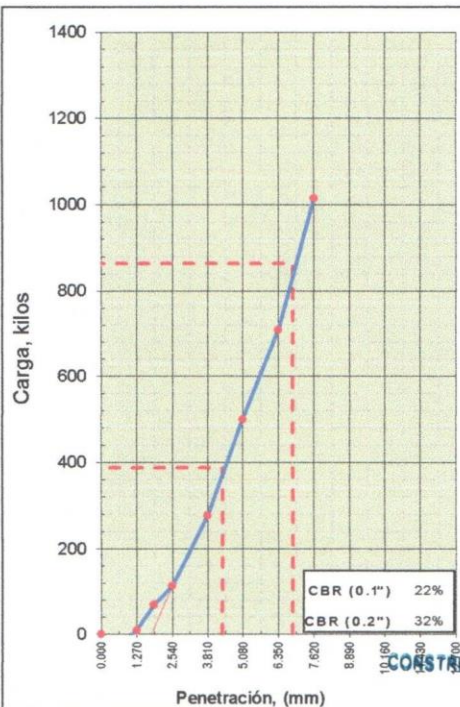
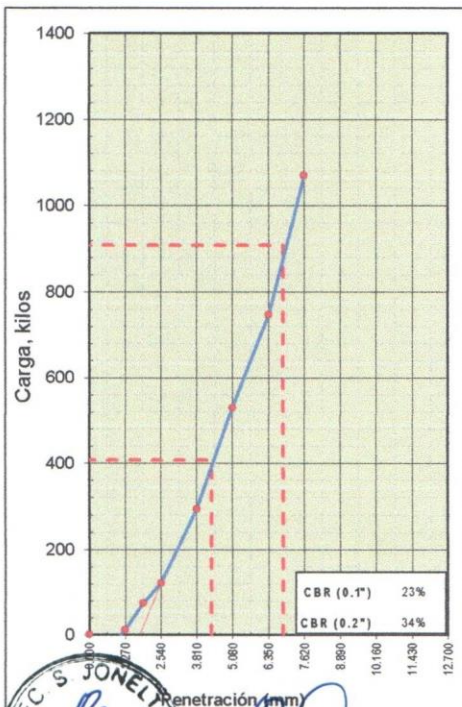
| | | | |
|---|---|------|---|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" | = | 22.6 | % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" | = | 21.6 | % |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" | = | 33.7 | % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" | = | 32.1 | % |

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
RAG. CIP N° 954405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



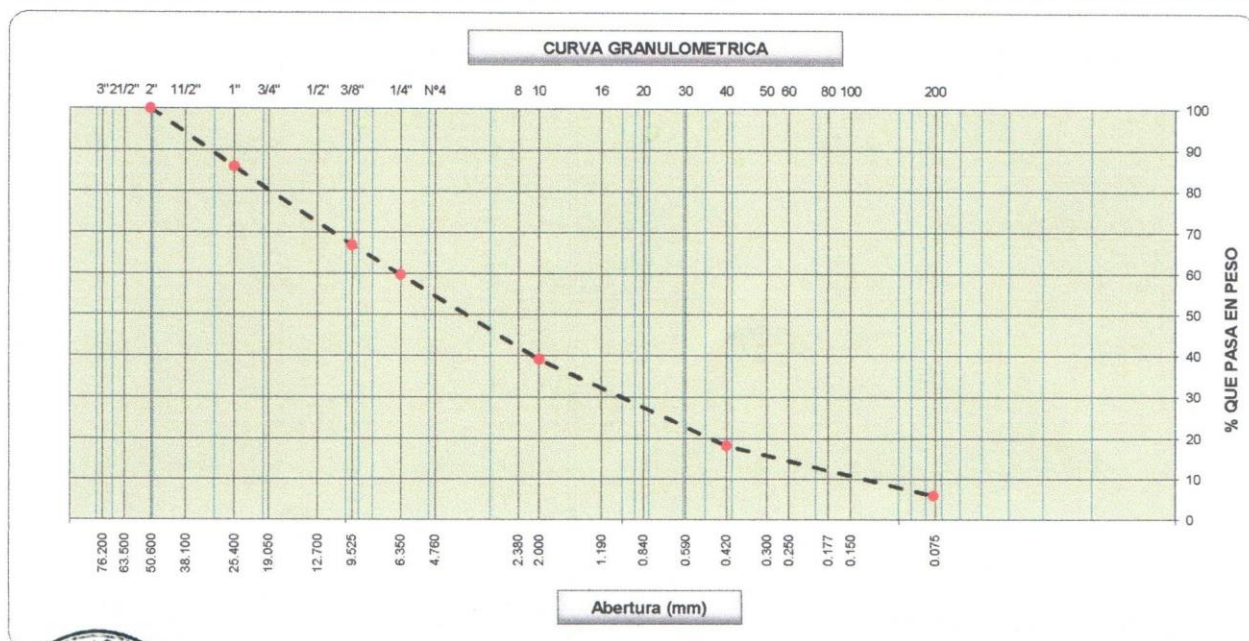
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

| | | | | | |
|--------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHEL'S OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1017 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-5 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500 | | | |
| PROFUNDIDAD | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificacion | Descripcion |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| 5" | 127.000 | | | | | | 1. Peso de Material |
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso Inicial Total (kg) <u>15,714</u> |
| 3" | 73.000 | | | | | | Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>478.0</u> |
| 2 1/2" | 60.300 | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 318 | 2.0 | 2.0 | 98.0 | | 2. Caracteristicas |
| 1" | 25.400 | 1,904 | 12.1 | 14.1 | 85.9 | | Tamaño Maximo <u>2"</u> |
| 3/4" | 19.000 | 790 | 5.0 | 19.2 | 80.8 | | Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u> |
| 1/2" | 12.700 | 1,220 | 7.8 | 26.9 | 73.1 | | Grava (%) <u>42.3</u> |
| 3/8" | 9.520 | 981 | 6.2 | 33.2 | 66.8 | | Arena (%) <u>51.8</u> |
| 1/4" | 6.350 | 1,124 | 7.2 | 40.3 | 59.7 | | Finos (%) <u>5.9</u> |
| N° 4 | 4.750 | 309 | 2.0 | 42.3 | 57.7 | | Modulo de Fineza (%) |
| N° 8 | 2.360 | | | | | | 3. Clasificacion |
| N° 10 | 2.000 | 154.20 | 18.6 | 60.9 | 39.1 | | Limite Liquido (%) <u>21.4</u> |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | Limite Plastico (%) <u>18.8</u> |
| N° 20 | 0.850 | | | | | | Indice de Plasticidad (%) <u>2.6</u> |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | Clasificacion SUCS <u>SP-SM</u> |
| N° 40 | 0.420 | 173.06 | 20.9 | 81.8 | 18.2 | | Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u> |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 60 | 0.250 | | | | | | |
| N° 80 | 0.180 | | | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 99.50 | 10.8 | 92.6 | 7.4 | | |
| N° 200 | 0.075 | 12.10 | 1.5 | 94.1 | 5.9 | | |
| Pasante | | 49.14 | 5.9 | 100.0 | | | |



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHELS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1018 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-5 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

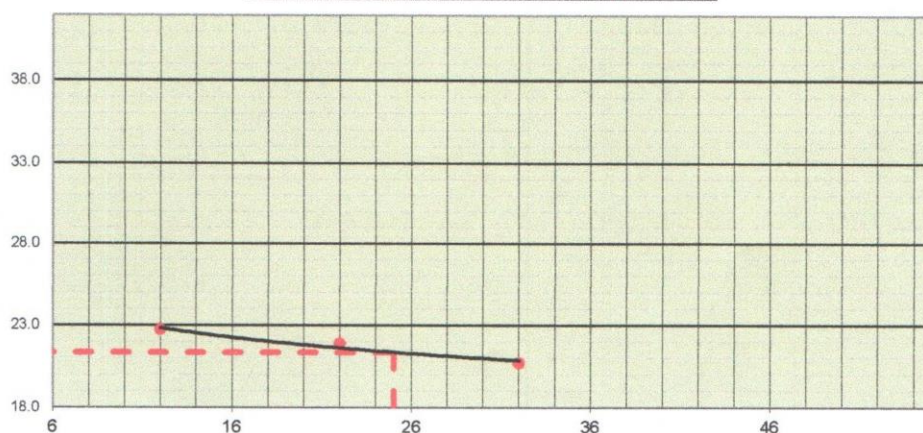
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

| N° de Tarro | | 1 | 2 | 3 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 31.70 | 34.80 | 33.30 | |
| Peso de Tarro + Suelo Seco | gr. | 29.61 | 32.22 | 31.09 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.42 | 20.42 | 20.42 | |
| Peso de Agua | gr. | 2.09 | 2.58 | 2.21 | |
| Peso del Suelo Seco | gr. | 9.19 | 11.80 | 10.67 | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad | % | 22.74 | 21.86 | 20.71 | 21.4 |
| Numero de Golpes | | 12 | 22 | 32 | |

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

| N° de Tarro | | 3 | 2 | |
|------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. | 21.59 | 21.26 | |
| Peso de Tarro + Suelo seco | gr. | 21.43 | 21.13 | |
| Peso de Tarro | gr. | 20.59 | 20.43 | |
| Peso de Agua | gr. | 0.16 | 0.13 | |
| Peso de Suelo seco | gr. | 0.84 | 0.70 | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad | % | 19.05 | 18.57 | 18.8 |

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra

| | |
|-----------------------|------|
| Limite Liquido | 21.4 |
| Limite Plastico | 18.8 |
| Indice de Plasticidad | 2.6 |

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

| | | | | | |
|----------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1019 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-5 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500 | | | |
| PTO. MUESTREO | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

| Descripción | 1 | 2 |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Peso de tara (gr) | | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 500.0 | 500.0 |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 478.0 | 478.0 |
| Peso del agua contenida (gr) | 22.0 | 22.0 |
| Peso de la muestra seca (gr) | 478.0 | 478.0 |
| Contenido de Humedad (%) | 4.6 | 4.6 |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 4.6 | |



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

| | | | | | |
|--------------------|---|--|-------------------|---|----------------------------------|
| SOLICITANTE | : | NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : | FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : | TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : | JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : | HUASTA | FECHA | : | HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : | DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : | 1020 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : | C-5 | | | |
| UBICACIÓN | : | VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500 | | | |
| PROFUNDIDAD | : | 1.00 | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

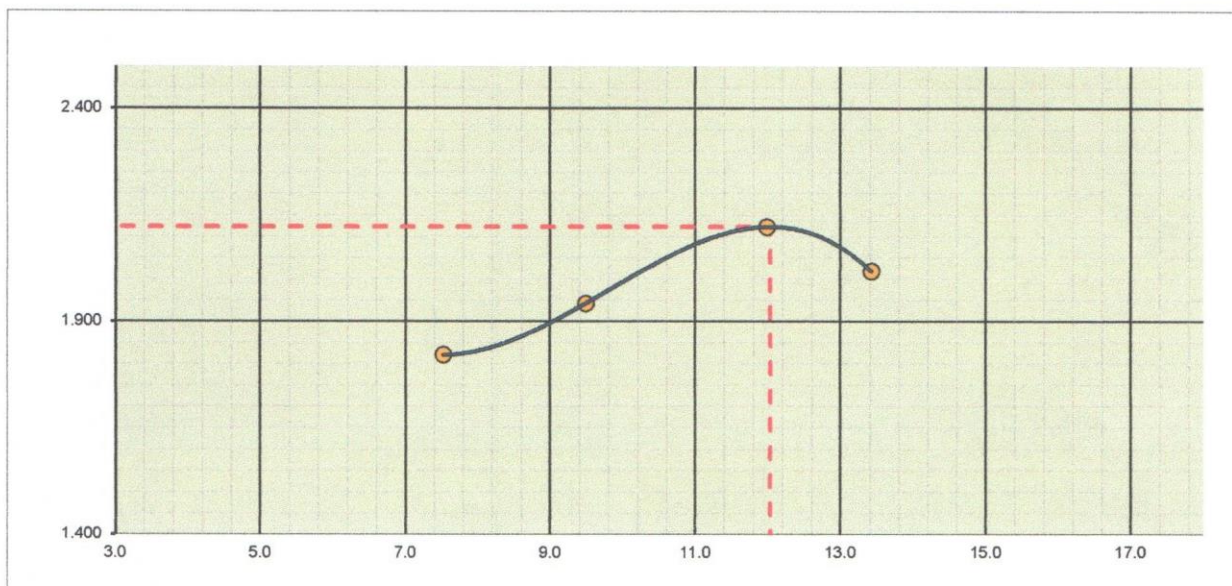
| | | | | | | | | | |
|------------|----------------|----|----|---|---------------|------|-----|--------------|--------|
| Molde N° 1 | Diametro Molde | 4" | 6" | | Volumen Molde | 2093 | m3. | N° de capas | 5 |
| | Metodo | A | B | C | Peso Molde | 7206 | gr. | N° de golpes | 56 GIp |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 11,303 | 11,659 | 12,180 | 11,998 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,097 | 4,453 | 4,974 | 4,792 |
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.957 | 2.128 | 2.376 | 2.290 |
| Recipiente Numero | | - | - | - | - |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 279 | 274 | 268 | 265 |
| Peso de la Tara | gr. | | | | |
| Peso del agua | gr. | 21.0 | 26.0 | 32.1 | 35.5 |
| Peso del suelo seco | gr. | 279 | 274 | 268 | 265 |
| Contenido de agua | % | 7.5 | 9.5 | 12.0 | 13.4 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.820 | 1.943 | 2.122 | 2.019 |

RESULTADOS

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|----------------|------|---|
| Densidad Máxima Seca | 2.122 | (gr/cm3) | Humedad óptima | 12.0 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida | | (gr/cm3) | Humedad óptima | | % |

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 084405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO S3 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-5
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 1021 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

| | 3 | | 1 | | 2 | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Molde N° | 3 | | 1 | | 2 | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | | | | | | |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 14057 | | 13421 | | 13623 | |
| Peso de molde (g) | 9060 | | 8660 | | 9080 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4997 | | 4761 | | 4543 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2103 | | 2099 | | 2105 | |
| Densidad húmeda (g/cm³) | 2.376 | | 2.268 | | 2.158 | |
| Tara (N°) | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 300 | | 300 | | 300 | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 268 | | 268 | | 268 | |
| Peso de tara (g) | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 32.1 | | 32.1 | | 32.1 | |
| Peso de suelo seco (g) | 267.9 | | 267.9 | | 267.9 | |
| Contenido de humedad (%) | 12.0 | | 12.0 | | 12.0 | |
| Densidad seca (g/cm³) | 2.122 | | 2.026 | | 1.927 | |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

PENETRACION

| PENETRACION | | CARGA | MOLDE N° | | M-03 | | MOLDE N° | | M-01 | | MOLDE N° | | M-02 | |
|-------------|-------|--------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|
| mm | pulg. | kg/cm2 | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % | Dial (div) | kg | kg | % |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | 0.025 | | 2 | -28 | | | 2 | -28 | | | 2 | -29 | | |
| 1.270 | 0.050 | | 6 | 4 | | | 6 | 1 | | | 5 | -1 | | |
| 1.905 | 0.075 | | 15 | 74 | | | 14 | 68 | | | 14 | 63 | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 21 | 121 | 431 | 24.0 | 20 | 113 | 409 | 22.8 | 19 | 105 | 388 | 21.6 |
| 3.810 | 0.150 | | 44 | 302 | | | 42 | 284 | | | 40 | 267 | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 76 | 552 | 968 | 35.9 | 72 | 522 | 921 | 34.1 | 68 | 493 | 873 | 32.4 |
| 6.350 | 0.250 | | 110 | 818 | | | 105 | 775 | | | 99 | 732 | | |
| 7.620 | 0.300 | | 150 | 1131 | | | 143 | 1073 | | | 135 | 1014 | | |
| 10.160 | 0.400 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64702
INGENIERO CIVIL
R° 0 CIP N° 064405



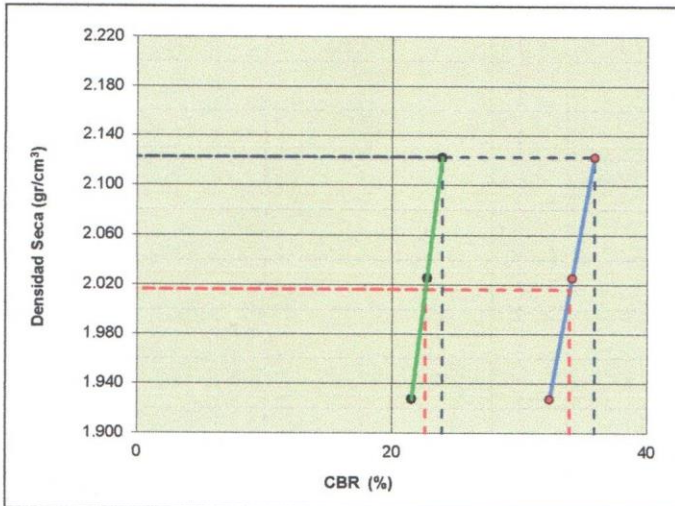
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

| | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------------------------|
| SOLICITANTE | : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA | TÉCNICO | : FREDY W. ROSALES VILLARREAL |
| PROYECTO | : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021" | ING° RESP. | : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA |
| DISTRITO | : HUASTA | FECHA | : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021 |
| UBICACIÓN | : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH. | N° ENSAYO | : 1022 - 2021-LAB/MS-JONELTA |
| CALICATA | : C-5 | | |
| UBICACIÓN | : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 | | |
| MUESTRA | : M - 1 | | |

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



| | |
|---|----------------|
| METODO DE COMPACTACION | : AASHTO T-180 |
| MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | : 2.122 |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | : 12.0 |
| 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | : 2.016 |

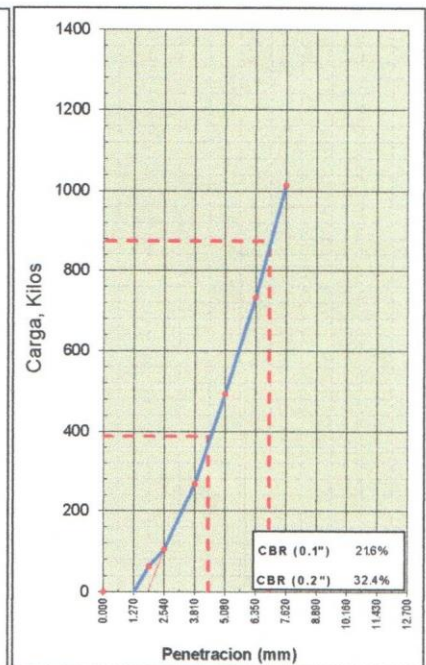
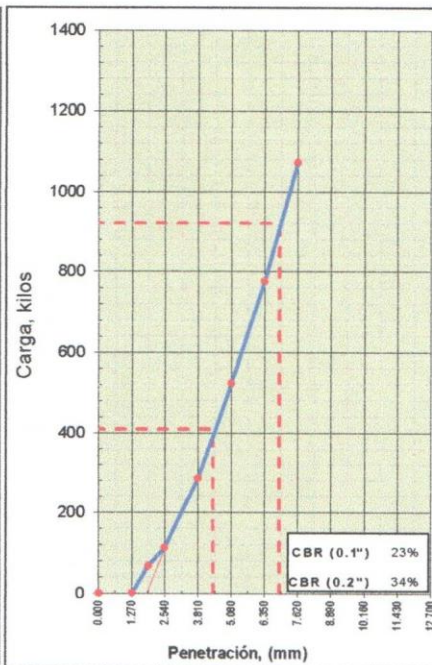
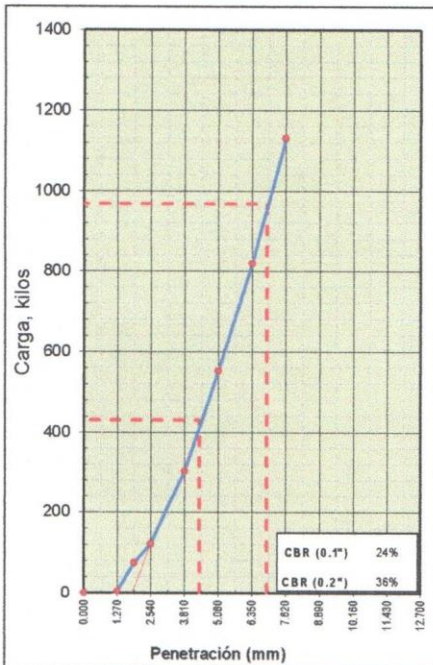
| | |
|---|----------|
| RESULTADOS: | |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" | = 24.0 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" | = 22.7 % |
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" | = 35.9 % |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" | = 34.0 % |

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405

Anexo 10. ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR.



FORMATO N° 1

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | |
| DIA | 1 | | |

| | | | |
|-----------------------|--------|----|-------|
| ESTACION | E - 01 | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | |
| DIA Y FECHA | LUNES | 22 | 11 21 |




















| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATIO N WAGO | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | |
|-----------------|-----------|-----------|---------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURA L | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 |
| DIAGRA. VEH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | E | 5 | 2 | 1 | | 1 | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S | 2 | 0 | 2 | | 0 | | | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 13-14 | E | 6 | 4 | 3 | | 1 | | | 0 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S | 8 | 3 | 0 | | 2 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| 19-20 | E | 7 | 6 | 4 | | 1 | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 8 | 2 | 2 | | 3 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 36 | 17 | 12 | 0 | 8 | 0 | 0 | 7 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Conteo vehicular día 01

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA | S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | | |
| DIA | 2 | | | |

| | | | |
|-----------------------|--------|----|-------|
| ESTACION | E - 01 | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | |
| DIA Y FECHA | MARTES | 23 | 11 21 |




















| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | |
|-----------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 07-08 | E | 4 | 3 | 2 | | 3 | | | | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | S | 5 | 2 | 3 | | 2 | | | | 2 | 0 | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 8 | 5 | 3 | | 0 | | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 4 | 1 | 4 | | 3 | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | 5 | 4 | 2 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S | 6 | 5 | 0 | | 4 | | | | 4 | 2 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 32 | 20 | 14 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 11 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Conteo vehicular día 02

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA | S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | | |
| DIA | 3 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|-----------|----|----|----|
| ESTACION | E - 01 | | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | | |
| DIA Y FECHA | MIÉRCOLES | 24 | 11 | 21 |



















| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATION WAGO M | CAMIONETAS | | | | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | |
|-----------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURA L | MICRO | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 07-08 | E | 6 | 2 | 3 | | 3 | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 2 | 1 | 1 | | 3 | | | | 3 | 0 | | | | | | | | | | |
| 13-14 | E | 5 | 4 | 0 | | 1 | | | | 0 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S | 8 | 3 | 2 | | 2 | | | | 3 | 1 | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | 3 | 5 | 2 | | 0 | | | | 2 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S | 4 | 2 | 3 | | 4 | | | | 4 | 2 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 28 | 17 | 11 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Conteo vehicular día 03

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA | S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | | |
| DIA | 4 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|--------|----|----|----|
| ESTACION | E - 01 | | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | | |
| DIA Y FECHA | JUEVES | 25 | 11 | 21 |




















| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | MICRO | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | |
| 07-08 | E | 5 | 2 | 1 | | 2 | | | 2 | 0 | | | | | | | | | | |
| | S | 4 | 3 | 0 | | 3 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 7 | 1 | 2 | | 1 | | | 0 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S | 3 | 3 | 2 | | 0 | | | 3 | 3 | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | 6 | 4 | 3 | | 4 | | | 2 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 5 | 3 | 1 | | 2 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 30 | 16 | 9 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 9 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Conteo vehicular día 04

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | |
| DIA | 5 | | |

| | | | |
|-----------------------|---------|----|-------|
| ESTACION | E - 01 | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | |
| DIA Y FECHA | VIERNES | 26 | 11 21 |




















| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | |
|-----------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 |
| | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 07-08 | E | 5 | 2 | 2 | | 3 | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 7 | 4 | 1 | | 4 | | | 1 | 0 | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 5 | 3 | 2 | | 2 | | | 0 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S | 4 | 5 | 3 | | 2 | | | 2 | 3 | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | 6 | 1 | 1 | | 3 | | | 4 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 8 | 3 | 3 | | 1 | | | 2 | 3 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 35 | 18 | 12 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 12 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Conteo vehicular día 05

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA | S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | | |
| DIA | 6 | | | |

| | | | |
|-----------------------|--------|----|-------|
| ESTACION | E - 01 | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | |
| DIA Y FECHA | SÁBADO | 27 | 11 21 |


















| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | |
|-----------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 07-08 | E | 8 | 2 | 1 | | 3 | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S | 6 | 3 | 0 | | 3 | | | | 3 | 3 | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 4 | 6 | 4 | | 2 | | | | 0 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 2 | 4 | 2 | | 4 | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | 5 | 2 | 3 | | 1 | | | | 4 | 0 | | | | | | | | | | |
| | S | 7 | 2 | 3 | | 2 | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 32 | 19 | 13 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 13 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Conteo vehicular día 06

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | PAMPAM - HUASTA | | | |
| SENTIDO | PAMPAM | E ← | HUASTA | S → |
| UBICACIÓN | HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH | | | |
| DIA | 7 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|---------|----|----|----|
| ESTACION | E - 01 | | | |
| CODIGO DE LA ESTACION | | | | |
| DIA Y FECHA | DOMINGO | 28 | 11 | 21 |

| HORA | SEN TI DO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |
| 07-08 | E | 4 | 2 | 0 | | 0 | | | 2 | 0 | | | | | | | | | | |
| | S | 3 | 2 | 0 | | 0 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 12-13 | E | 5 | 4 | 1 | | 2 | | | 3 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S | 6 | 5 | 2 | | 1 | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | |
| 20-21 | E | 3 | 0 | 2 | | 0 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| | S | 2 | 1 | 0 | | 1 | | | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| PARCIAL: | | 23 | 14 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Conteo vehicular día 07



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: " Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi - Ancash, 2021", cuyo autor es OCROSPOMA BAYONA NICHELS JUNIOR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 31 de Diciembre del 2021

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|---|
| MARIN CUBAS PERCY LETHELIER DNI: 26692689 ORCID 0000-0001-5232-2499 | Firmado digitalmente por: PLMARINC el 31-12-2021 17:49:47 |

Código documento Trilce: INV - 0483818