

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL
DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93,
LOSA CORTA, JIRÓN TOMÁS GUTARRA
SOLÍS, SICAYA, 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

Presentado por:

Bach. Leydy Elizabeth, Hospinal Santillan.

Asesor Temático: Ph D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed.

Asesor Metodológico: DR. Tiber Joel Cano Camayo.

Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo.

Fecha de inicio y culminación: septiembre 2022 a enero 2023.

Huancayo – Perú

Enero – 2023

ASESOR MÉTODOLÓGICO: DR. Tiber Joel, Cano Camayo.

ASESOR TÉMATICO: Ph D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed.

DEDICATORIA

Este presente trabajo de investigación se la dedico a Dios y a mis familiares y amigos que me apoyaron en esta etapa de mi vida para lograr mis objetivos y metas planteadas, que me ayudaron a no rendirme y a creer que uno debe luchar por sus sueños ante toda adversidad, y ser una persona de grandes valores y virtudes y ser una gran profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminar mi camino y por darme la fortaleza para seguir adelante , en todas mis decisiones que se me presentan día a día, a mi madre Elizabeth y a mi abuela Alejandrina que en paz descanse, por todo su apoyo incondicional en este camino, guiándome a ser una mejor persona con valores y principios y así poder culminar esta etapa de la mejor manera, a mi familia y amigos en general que formaron parte de este periodo tan importante en mi vida y ver que el éxito se logra cuando uno lo desea de corazón .

CONSTANCIA 129

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRÓN TOMÁS GUTARRA SOLÍS, SICAYA, 2023.”.

Cuyo autor (a) : Leydy Elizabeth, Hospinal Santillan.
Facultad : Ingeniería
Escuela Profesional : Ingeniería Civil
Asesor (a) (es) : Ph D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed.
: Dr. Tiber Joel Cano Camayo.

Que, fue presentado con fecha 01.03.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 03.06.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **29%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: Trabajo de Suficiencia Profesional.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 06 de Marzo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR.RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**MG.JAVIER REYNOSO OSCANO
MIEMBRO**

**MG. LIDIA LEONOR ALMONACID ORDOÑEZ
MIEMBRO**

**MG. GERSON DENNIS PAREJAS SINCHITULLO
MIEMBRO**

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE**

CONTENIDO

CAPITULO I:	17
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1.Planteamiento del problema.	17
1.2.Formulación y Sistematización del problema	19
1.2.1. Problema General:	19
1.2.2. Problemas Específicos:	19
1.3.Justificación.....	19
1.3.1. Práctica:	19
1.3.2. Teórica:	20
1.3.3. Metodológica:	20
1.3.4. Económica:	21
1.4.Delimitación del problema:	21
1.4.1. Delimitación Espacial:.....	21
1.4.2. Delimitación Temporal:.....	22
1.5.Limitaciones:	22
1.6.Objetivos:	22
1.6.1. Objetivo General:.....	22
1.6.2. Objetivos Específicos:	22

CAPITULO II:	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)	24
2.2. Marco Conceptual:	34
2.3. Definición de Términos:.....	66
2.4. Hipótesis:.....	69
2.4.1. Hipótesis General:.....	69
2.4.2. Hipótesis Específicas:	69
2.5. Variables:.....	70
2.5.1. Definición conceptual de la variable.	70
2.5.2. Definición operacional de la variable.	71
2.5.3. Operacionalización de variables.	72
CAPITULO III: METODOLOGIA	73
3.1. Método de investigación:	73
3.2. Tipo de investigación:	73
3.3. Nivel de investigación:	74
3.4. Diseño de la investigación:.....	74
3.5. Población y muestra:	74
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	75
3.7. Procesamiento de la Información:	76
3.8. Técnicas y análisis de datos:.....	80

CAPITULO IV: RESULTADOS.....	84
CAPITULO V:	133
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	133
CONCLUSIONES:	135
RECOMENDACIONES:.....	136
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	137
ANEXOS	141
_Matriz de Consistencia.....	141
- Matriz de operacionalización de variables.	141
- Matriz de operacionalización del instrumento:.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 .Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril DE DISEÑO.	44
TABLA 2. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño.	49
TABLA 3 . Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2t, en el carril de diseño.	49
TABLA 4. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño.	50
TABLA 5 : Índice de Serviciabilidad inicial (PI) índice de Serviciabilidad final o terminal (PT) diferencial de Serviciabilidad según rango de tráfico.	51
TABLA 6 : Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (ZR) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico.	53
TABLA 7 . CBR mínimos recomendados para la sub base granular de pavimentos rígidos según intensidad de tráfico expresado en EE.	54
TABLA 8 : Valores recomendados de resistencia del concretos según rango de tráfico. ...	55
TABLA 9. Condiciones de drenaje.	57
TABLA 10. Coeficiente de drenaje de las capas granulares CD.	58
TABLA 11. Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J.....	59
TABLA 12: Vida de Diseño Recomendado según clasificación del Pavimento. ...	62
TABLA 13.Tipos de borde y su efecto en términos de soporte y circulación del tráfico.	63
TABLA 14.Confiabilidad según la clasificación de la vía.	63

TABLA 15. Valores por defecto de las distancias entre el borde, la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos.	65
TABLA 16. Desviación estándar según tipo de borde.	66
TABLA 17. Operacionalización de variables.	72
TABLA 18 : Presupuesto:	78
TABLA 19 : Cronograma de ejecución:	79
TABLA 20. Conteo de tráfico.	89
TABLA 21. Cálculo del Índice Medio Semanal (IMDs).	89
TABLA 22. Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA).	91
TABLA 23: Cálculo de los Ejes Equivalentes (EAL):	92
TABLA 24: Factores de equivalencia de carga legal por eje y vehículo.	93
TABLA 25. Número de Repeticiones de E.E. de 8.2 tn.	94
TABLA 26. Tipo de tráfico expresado en EE.	94
TABLA 27 : TIPO DE VÍA	96
TABLA 28. Recolección de muestras.	96
TABLA 29. Análisis Granulométrico por Tamizado.	97
TABLA 30. Contenido de Humedad	97
TABLA 31: PROCTOR Modificado.	98
TABLA 32: California Bearing Ratio.	98
TABLA 33. Módulo Elástico del Concreto Según Aashto 93.	102
TABLA 34: Valores recomendados de resistencia del concretos según rango de tráfico. .	102
TABLA 35. Módulo de Rotura del Concreto (S’c): DONDE los valores “a” varían entre 1.99 y 3.18 de acuerdo a las recomendaciones de AASHTO.	103
TABLA 36: Coeficiente de transferencia de carga (J).	104

TABLA 37. Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares.	105
TABLA 38. Diferencial de Serviciabilidad APSI, según el rango de tráfico.	106
TABLA 39. Valores recomendados de nivel de confiabilidad (r) y desviación estándar normal (ZR) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico.	107
Tabla 40 Metrado pavimento rígido método aashto 93.	112
Tabla 41 Periodos de diseño.	122
Tabla 42 Metrado Pavimento rígido método losas cortas (TCP).....	123

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Vista satelital, Distrito de Sicaya – Huancayo, Fuente: Google Earth.....	21
FIGURA 2. Estructura de un Pavimento Rígido.....	37
FIGURA 3. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO.	40
FIGURA 4. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación SUCS.	41
FIGURA 5 .Número de Calicatas para Exploración de Suelos	42
FIGURA 6. Configuración de ejes. Fuente MTC (2013) p.78.....	43
FIGURA 7. Suelo y el efecto de las capas de apoyo.....	54
FIGURA 8. Diferencia del dimensionamiento entre la Losa Tradicional (AASHTO 93) y la de Losa Corta (TCP) (TC Pavements).	61
FIGURA 9: Ecuacion del Módulo de Reacción de la Sub rasante.....	101

RESUMEN

La investigación que se presenta a continuación fue desarrollada en Jr. Tomás Gutarra Solís del Distrito de Sicaya, es un estudio descriptivo correlacional. El objetivo principal fue determinar el análisis comparativo de un diseño de pavimento rígido de losa corta y un pavimento rígido tradicional en la zona mencionada.

El diseño de pavimento rígido tradicional se basa en la metodología AASHTO 93, y el diseño de pavimento rígido de losa corta se basa en la metodología chilena TC Pavements.

Se llevaron a cabo investigaciones preliminares como parte de los parámetros requeridos para determinar el espesor para ambas metodologías, como una prueba de suelo que determinó que el suelo contenía grava, arena y limo, lo que resultó en un CBR de 18.5 %, también se realizó un estudio de tráfico, donde se observó que el número de repeticiones del eje correspondiente fue de 1, 015,302.81 EE.

Los resultados obtenidos en el pavimento rígido tradicional (AASHTO 93), tuvo un presupuesto de S/. 420,801.20 y un tiempo de ejecución de 55 días calendarios y en el caso del pavimento rígido de losa corta (TCP) se obtuvo un espesor en la carpeta de rodadura de 15 cm, teniendo un presupuesto de S/. 387,099.14 y un tiempo de ejecución de 33 días calendarios.

La conclusión es que el Pavimento Rígido de Losa Corta sería el más preferido debido a la reducción de costos en comparación con el pavimento rígido (AASHTO 93).

Palabra clave: Pavimento Rígido, AASHTO 93, Losa Corta, TCP.

ABSTRACT

The research presented below was developed in Jr. Tomas Gutarra Solís of the District of Sicaya, it is a descriptive correlational study. The main objective was to determine the comparative analysis of a short-slab rigid pavement design and a traditional rigid pavement in the mentioned area.

Traditional rigid pavement design is based on the AASHTO 93 methodology, and short-slab rigid pavement design is based on the Chilean TC Pavements methodology.

Preliminary investigations were carried out as part of the parameters required to determine the thickness for both methodologies, such as a soil test that determined that the soil contained gravel, sand and silt, resulting in a CBR of 18.5%, was also carried out. a traffic study, where it was observed that the number of repetitions of the corresponding axis was 1,015,302.81 EE.

The results obtained in the traditional rigid pavement (AASHTO 93), had a budget of S/. 420,801.20 and an execution time of 55 calendar days and in the case of rigid short-slab pavement (TCP) a thickness of 15 cm was obtained in the tread layer, with a budget of S/. 387,099.14 And an execution time of 33 calendar days.

The conclusion is that Short Slab Rigid Pavement would be the most preferred due to cost reduction compared to rigid pavement (AASHTO 93).

Key word: Rigid Pavement, AASHTO 93, Short Slab, TCP.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación, se desarrolló un análisis comparativo entre los diseños de pavimento rígido con el método AASHTO 93 y TCP, realizadas en el Jr. Tomás Gutarra Solís del distrito de Sicaya – Huancayo – Junín, el fin del presente trabajo de investigación es conocer cuál de los dos métodos tiende a tener mejor desempeño estructuralmente, menos costo, y un corto tiempo de ejecución. Dicha investigación cuenta con cinco capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

Capítulo I: - Se definió el problema de investigación, para lo cual se realizó un análisis del planteamiento del problema; justificación, delimitación, y objetivos de la investigación.

Capítulo II: - Marco Teórico: Se desarrolló los antecedentes internacionales, nacionales y locales del problema, el marco conceptual, y las hipótesis de la investigación.

Capítulo III: - Metodología de la investigación: Se determinó que la investigación es descriptiva correlacional, Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Capítulo IV: - Presentación de resultados: Se presenta los resultados de la investigación del proyecto obtenidos en las diversas etapas.

Capítulo V – Discusión de resultados: Se lleva a cabo la afirmación o negación entre los resultados y antecedentes mencionados. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Hospinal Santillán, Leydi Elizabeth Investigador.

CAPITULO I:

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Planteamiento del problema.

Dicha investigación está sujeta a la rama profesional de la Ingeniería civil con respecto al transporte y urbanismo donde tiene por objetivo evaluar, analizar, interpretar, indagar cuál de los diseños de pavimentos rígidos es el más conveniente para dicha zona ubicado en el Jr. Tomás Gutarra Solís.

El siguiente trabajo de investigación sobre el diseño de pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO 93). Se requirió una evaluación técnica que tuvo en cuenta la calidad del pavimento, la eficiencia, el tiempo, el costo y la comparación con el método de pavimentación rígida en losas cortas (TCP). La aplicación de ambos métodos en el diseño de pavimento rígido tanto a nivel nacional como internacional ayudó a mejorar la estructura del pavimento; Por lo tanto, el método de diseño de pavimento rígido de placa corta (TCP) es una buena alternativa al diseño de pavimento rígido, ya que este método permite que el diseño reduzca el espesor de las losas de concreto. Por lo tanto, es

necesario hacer un análisis para obtener una buena opción de diseño que nos muestre un mejor rendimiento.

La zona donde se realizará la presente investigación será en el Jr. Tomás Gutarra Solís del distrito de Sicaya, donde se pudo observar la siguiente problemática, que afrontan los pobladores de dicho sector, ya que dicha zona no está pavimentada y presenta baches, hoyos, polvo e inundaciones en épocas fluviales por la pendiente pronunciada que la compone, por lo cual se plantea dos métodos de diseño de pavimento y así determinar cuál es el más factible.

Este tipo de investigaciones también fueron aplicadas en otros lugares donde se determinó que El diseño de Losas Cortas (TCP) es una alternativa de pavimento que brindara mejor comportamiento que los diseños tradicionales, pero también cabe destacar que es una investigación chilena realizado por el ICH Instituto del Cemento y Hormigón de Chile, Este tipo de diseño esta patentado en 30 países del mundo.

El objetivo del estudio de la presente investigación es promover e innovar nuevos métodos de diseño que no están comprendidas en la Norma Técnica Peruana para ello se realizó un análisis comparativo del pavimento rígido de losa corta (TCP) y ASSHTO 93, en costo, tiempo y desempeño estructuralmente, para ello se realizará trabajos de estudio de tráfico, estudios de mecánica de suelos para determinar las características técnicas del diseño de pavimento rígido, por el método AASHTO 93 versus el método TCP, los cuales serán aplicados en Jr. Tomás Gutarra Solís distrito de Sicaya – Huancayo – Junín.

Dicha investigación tiene las siguientes limitaciones ya que sería la viabilidad de las fuentes ya que hay escasa información y el tiempo es limitado y muy corto para aplicar los instrumentos de investigación.

1.2. Formulación y Sistematización del problema

1.2.1. Problema General:

1.2.1.1. ¿Cuál es el resultado comparativo entre el diseño de pavimento rígido de losa corta (TCP) y el pavimento rígido tradicional ASSHTO 93 en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?

1.2.2. Problemas Específicos:

1.2.2.1. ¿Cuál es el diseño menos costoso, el pavimento Rígido de Losa corta (TCP) o el pavimento Rígido tradicional ASSHTO 93 en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?

1.2.2.2. ¿Cuál de los métodos de diseño de pavimento Rígido de losas cortas (TCP) o el ASSHTO 93 tiende a ejecutarse en el tiempo menos posible en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?

1.2.2.3. ¿Cuál de los métodos de pavimento Rígido de losas cortas (TCP) o el ASSHTO 93 tiende a tener mejor desempeño en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?.

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica:

La presente investigación tiene como finalidad principal, realizar los diseños de pavimento rígido con el método AASHTO 93 y el método TCP para determinar cuál es el factible tanto en lo económico, tiempo y

desempeño en el Jr. Tomas Gutarra Solís del distrito de Sicaya, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

1.3.2. Teórica:

Este análisis comparativo de diseño de pavimento rígido, método el TCP y AASHTO 93 es académica y técnicamente firme porque aplica los métodos y reglas establecidas en el Diseño de Pavimentos y muestra la aplicación de nuevas técnicas de diseño. Al comparar estos dos tipos de pavimento, podemos saber cuál es más económico y práctico, para que el responsable pueda llevar a cabo el proyecto con un diseño propositivo que tenga una mayor vida útil y menores costos de construcción y mantenimiento. Responder a la demanda de tránsito vehicular y conectar a la población; Cumplimiento de los aspectos más importantes de funcionalidad, confort, seguridad y compatibilidad con el medio ambiente.

1.3.3. Metodológica:

La metodología para la investigación, servirá para evaluar y analizar el diseño de pavimentos rígidos y conocer cuál es más factible ya que el diseño de losas cortas el TCP tiende por ventaja que es un sistema de losas con geometría optimizada que permite una distribución más eficiente de la carga para evitar los problemas de agrietamiento, mayor duración de su estructura, mayor soporte de cargas pesadas a diferencia del método AASHTO 93 Tiene un comportamiento rígido, no se deflecta o flexiona al recibir cargas. Debido al material que lo compone, tiene un

comportamiento plástico y favorecen la sostenibilidad del medio ambiente gracias a su mayor reflectancia y menor absorción del calor, lo que aminora la interacción entre los vehículos y el pavimento.

1.3.4. Económica:

Para la realización de la investigación, los gastos económicos serán cubiertos por el investigador al 100 %, durante la etapa del análisis de comparativo entre los métodos AASHTO 93 y TCP para diseño de pavimento rígido en el Distrito de Sicaya, Junín.

1.4. Delimitación del problema:

1.4.1. Delimitación Espacial:

La presente Investigación se desarrollará en el Jr. Tomas Gutarra Solís (con una Longitud de 4 cuadras) del distrito de Sicaya -Provincia de Huancayo - Región Junín.



FIGURA 1 Vista satelital, Distrito de Sicaya – Huancayo, Fuente: Google Earth.

1.4.2. Delimitación Temporal:

La siguiente investigación tuvo un periodo de 4 meses donde se analizó, evaluó y se realizó ensayos para así determinar cuál de los diseños de pavimento rígido era el más adecuado y sobre todo que cumpla las normas específicas.

1.5.Limitaciones:

Dicha investigación tiene las siguientes limitaciones ya que sería la viabilidad de las fuentes ya que hay escasa información y el tiempo es limitado y muy corto para aplicar los instrumentos de investigación.

1.6.Objetivos:

1.6.1. Objetivo General:

1.6.1.1. Determinar el resultado comparativo entre el diseño de pavimento rígido de losa corta TCP y el pavimento rígido tradicional AASHTO 93 en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

1.6.2. Objetivos Específicos:

1.6.2.1.Determinar cuál de los diseños de pavimento rígido, por método de losas cortas (TCP) o ASSHTO 93 es menos costoso, en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

1.6.2.2.Determinar la diferencia del tiempo de ejecución de un pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93 y el tiempo de ejecución de un pavimento rígido diseñado por el método TCP en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

1.6.2.3. Determinar si el pavimento rígido diseñado por el método TCP o el método AASHTO 93 tiene un mejor desempeño en el jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

a) Antecedentes Internacionales:

Según (Pablo Sánchez, 2014), en su tesis **“MÉTODO DE DISEÑO DE LOSAS CORTAS DE DIMENSIONES OPTIMIZADAS, EN PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO”**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad del Salvador – Republica de el Salvador.

Considerando el avance en la tecnología de diseño de pavimentos duros, especialmente los de losa corta, en países latinoamericanos como Chile, Perú y Guatemala, y el hecho de que cada país tiene diferentes condiciones especiales, la aplicación en El Salvador significa resultados contradictorios. Por lo que se ha propuesto desarrollar un método de diseño de losas con dimensiones superficiales optimizadas para pavimentos de hormigón hidráulico, resultando que este se basa en la configuración del eje de carga y las dimensiones de las

losas de arrozal. En el programa EverFE, losas específicas con dimensiones de superficie optimizadas admiten una prueba de una sola rueda para cada losa de pavimento de hormigón hidráulico. También se observa que en simulaciones realizadas con el software HIPERPAV II, el revestimiento de losa con dimensiones superficiales optimizadas cumple con los criterios de comportamiento a largo plazo durante el horizonte de planificación de 20 años.

Según (María Cogollo y Angie Silva, 2018) , en su tesis **“MODELACIÓN NUMÉRICA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE MODULACIÓN CONVENCIONAL Y DE LOSAS CORTAS”**, para obtener el título profesional de Especialista en Ingeniería de Pavimentos; realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia; con la finalidad de tener resultados precisos, de esta investigación es diseñar las dimensiones a través del software EverFE 2.24, tomando en cuenta las distintas dimensiones en los espesores para así poder comparar con el tercer caso de la tesis del ingeniero Iván Pérez, el cual lo compara con las losas convencionales. Se realizó una continuidad a la tesis denominada “Influencia en la transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalación de dovelas en losas de pavimento rígido mediante un análisis numérico”, sosteniendo el tercer caso en el que las dovelas no presenta variaciones de ángulo sobre la base granular. En este modelamiento se comparó las losas cortas. Siendo modelado en el software de elementos finitos denominado EverFE 2.24 con la finalidad de hacer un análisis comparativo entre estos dos métodos, simulando en las losas cortas un vehículo de 12 Ton el cual se desplaza y determina los esfuerzos máximos de “Cortante” y “Momento”,

variando los desplazamientos de los ejes en cada losa. Por lo que las losas cortas se fundamentaron a través de parámetros similares de la tesis mencionada, dando continuidad a la modelación y cálculo de losas cortas diferenciándose con las losas convencionales, no llevando pasadores de transferencia de carga, se realizó el modelamiento con espesores de 8,12,16,20,22 cm desplazando las cargas del vehículo de un eje Tándem de 12 ton a la esquina y el centro interno de las losas, y de esta manera determinar los esfuerzos máximos y mínimos en losas cortas sobre la base granular y así realizar la comparación con las losas convencionales del Pavimento Rígido en el tercer planteamiento basadas en la tesis antes mencionada. La conclusión de este estudio es que, al usar este método de diseño, las dimensiones de las losas cortas se pueden optimizar al minimizarlas el espesor requerido, de modo que cada uno de los siete juegos de ruedas se coloque en todas las placas. Esto significa que se reduce la deformación. En un porcentaje significativo. Este nuevo método de construcción de losa corta puede reducir el espesor del diseño hasta en 8 cm, reducir los costos de instalación hasta en un 20 % del costo inicial y brindar una vida útil similar al pavimento convencional. La principal contribución a nuestro proyecto de investigación es comparar el costo, el tiempo de ejecución y el espesor según el diseño de losa corta TCP y el tipo de yeso rígido convencional AASHTO 93.

Según (Roger López y Manuel Uriarte, 2013), en su tesis titulada **“MÉTODO CONSTRUCTIVO DE LOSAS CORTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de

Ingeniería – Nicaragua; Su propósito es proporcionar una guía constructiva para el método de Losa corta de sujetadores hidráulicos para concreto. Esta investigación se centra en investigar una nueva técnica denominada losas cortas. Se basa en la reducción de las dimensiones de losas tradicionales.

Con esta nueva tecnología, se plantea usar espesores menores en las capas de concreto para las carpetas de rodadura gracias a la disminución de los esfuerzos presentados en las losas, con esto se consigue eliminar la necesidad del uso de acero y se reducen los costos de construcción. En este documento se redacta una guía constructiva explicando los pasos y métodos utilizados para construir pavimentos de Losas Cortas, así como las especificaciones técnicas generales que permitan a los profesionales asegurar la calidad de la construcción. Por ello se realiza un análisis técnico-económico con el software HDM-4 que muestra los beneficios sobre otras tecnologías utilizadas comúnmente en pavimentos para carreteras, como los son los pavimentos de asfalto y los pavimentos de concreto hidráulico con losas convencionales.

Se concluye que la tecnología de losa corta es económica y estructuralmente viable para implementar en las principales vías del país, además de tener un menor tiempo de construcción en comparación con otras alternativas.

Una contribución importante a nuestro proyecto de investigación fue la comparación técnica y económica del pavimento rígido TCP de losa corta con otras técnicas de diseño de pavimento, lo que sugiere que el pavimento de losa corta es el más factible técnica y económicamente.

b) Antecedentes Nacionales:

Según (Keyla Diaz y Tito Hoyos 2019), realizaron una investigación titulada **“COMPARACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICO DE PAVIMENTOS OPTIMIZADOS (TCP) Y PAVIMENTOS RÍGIDOS (AASHTO 93), DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES LOCALES DE JAÉN”**. (Tesis de grado. Universidad nacional de Jaén. Perú). En este estudio, aplicamos la metodología de losa corta (TCP). Este es el mismo método que ofrece más ventajas prácticas desde el punto de vista técnico y económico para la construcción de pavimentos rígidos y comparamos la metodología 'AASHTO93' según las condiciones de Jaén. El área de estudio fue la ciudad de Jaén y las muestras fueron las calles Unión Cuadra 4.5 y 6 del sector Miraflores. Sigue metodología deductiva, tipos de investigación cuantitativa y descriptiva, niveles de investigación aplicada y diseños experimentales causales y descriptivos. Las técnicas fueron la observación directa, el análisis de datos y el análisis de documentos. Programa de investigación "Software OPTIPAVE 2.0.2; Software EverFE 2.25, Guía de diseño OPTIPAVE 2.0.2, Manual de diseño AASHTO93, Expediente Técnico, Hoja de registro, S10 2005. A partir del perfil de proyecto que se encuentra en el expediente técnico, se obtuvo el CBR y el Eje Equivalente (EE) y se validaron mediante ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos y estudios de tráfico. En base a esta información se realizó el diseño de 'Cálculo de Tensiones Máximas en TCP, Software EverFE 2.25, AASHTO93 en Excel 2017 y Software Optipave 2.0.2' y se analizó el costo del diseño mediante el programa S10. El análisis técnico AASHTO93 y TCP y los rendimientos de daño son 0.7442 y 0.0205 respectivamente. Desde el punto de vista del análisis económico, el resultado del pavimento TCP provoca unos 24,50 Nuevos soles

según AASHTO93. Esto representa un ahorro del 15,04% respecto al costo del proyecto. El resultado son 20 parámetros de diseño, 20 años de período de diseño, el largo de la losa es 1.75m, porque va acorde a las condiciones del tramo, tipo de borde libre, IRI final es 3.5m/km, agrietas 20%, escalonamiento 5 mm, confiabilidad 805 a un tráfico de 420 067, 15 EE.

Según (Raúl Lavado, 2018), Realizó una Tesis **“INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON UTILIZACIÓN DEL MÉTODO LOSAS CORTAS EN LA AV. 26 NOVIEMBRE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO 2018”**, (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú. El propósito del estudio fue “evaluar el método de losa corta en pavimento Rígido y compararlo con el patrón o patrón base modelado en el programa Etabs”, un método de investigación acorde a la investigación científica, una investigación aplicada cuantitativa. Manipulación de variables experimentales de losas cortas. El grupo de estudio es la Avenida 26 de noviembre en el distrito de Vila María del Triunfo. Las muestras se ubicaron a 1 km de la calle principal y se consideraron 3 estratos para el trabajo de laboratorio. La primera extracción es "carretera 1000m", la segunda extracción son 18 probetas (hormigón 280 kg/cm² y 300 kg/cm²), la tercera extracción son 2 vigas de flexión (1 viga 280 kg/cm² y 1 viga 300 kg/cm² técnica de investigación), observación, método de losa corta, software Etabs. Instrumentos, fichas técnicas, máquinas de reflexión y comprensión; Los resultados obtenidos fueron los siguientes para los tubos de ensayo utilizados. "343 kg/cm² para el primer tubo, 343 kg/cm² para el segundo tubo y 352 kg/cm²

para el tercer tubo. La resistencia duró hasta 28 días. Ver modelado en Etabs. Luego se supuso que la dirección del eje x era el más fuerte, ya que se encuentra en el eje de carga del vehículo, y el desplazamiento de la placa corta es de 0,466 en comparación con la muestra de pavimento rígido, también modelado en Etabs. Por último, con referencia a la respuesta de potencia de los tres tubos de ensayo en los que se fusiona el diseño o mezclas con un parámetro de criterio E de 0.60, estas fueron procesadas con el programa Etabs para su posterior modelado y la placa corta Mejores condiciones y posibilidades del método para manejar desplazamientos laterales o deformaciones sin problemas. Tesis “Innovaciones en la Construcción de Aceras Rígidas Utilizando el Método de Construcción de Losa Corta” de la Av. 26. Noviembre, Villa María del Triunfo 2018". (Estos). Cesar Vallejo-Universität. Kalk. Perú. El propósito del estudio fue “evaluar el método de losa corta en pavimento rígido y compararlo con el patrón modelado en el programa Etabs o con el patrón base”. Métodos de investigación acordes con la investigación científica, tipos de investigación cuantitativa aplicada, diseño de estudios para manipular variables experimentales de losas cortas. El grupo de estudio es la Avenida 26 de noviembre en el distrito de Villa María del Triunfo. Las muestras se ubicaron a 1 km de la calle principal y se consideraron 3 estratos para el trabajo de laboratorio. La primera extracción es "carretera 1000m", la segunda extracción son 18 probetas (hormigón 280 kg/cm² y 300 kg/cm²), la tercera extracción son 2 vigas de flexión (1 viga 280 kg/cm² y 1 viga 300 kg/cm²) técnica de investigación), observación, método de losa corta, software Etabs. Instrumentos, fichas técnicas, máquinas de reflexión y comprensión; Los resultados obtenidos fueron los siguientes para los tubos de

ensayo utilizados. "El primer tubo es de 343 kg/cm², el segundo tubo es de 343 kg/cm² y el tercer tubo es de 352 kg/cm². La resistencia duró hasta 28 días. Con respecto al modelado en Etabs, se supuso que la dirección del eje x era el más fuerte ya que se encuentra en el eje de carga del vehículo. El desplazamiento de losas cortas es de 0.466 con respecto a la muestra de pavimento rígido cuyo desplazamiento fue modelado con Etabs., dado que el diseño responde a un parámetro de criterio E de 0.60, la potencia de las tres pruebas tubos que se fusionan o mezclan, estos pueden ser procesados en el programa Etabs y posteriormente modelados. El método de placa corta se justifica que tiene mejores condiciones y posibilidades para manejar desplazamientos laterales y deformaciones sin problemas.

Según (Aldo Capani y Carlos Dueñas, 2013), realizaron un tipo de investigación aplicada, titulada **“ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO POR EL MÉTODO TCP EN QUINTANILLAPAMPA, DISTRITO DE ASCENSIÓN – HUANCVELICA”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica, en la ciudad de Huancavelica – Perú.

El 95% de las vías no están pavimentadas, lo que dificulta los ciclos económicos de los pobladores, y el pavimento de concreto hidráulico Rígido existente sufre deterioro o defectos estructurales debido a diversos factores que impiden la vida útil del pavimento. Por tal motivo, se propone este estudio. El objetivo es demostrar, analizar y diseñar el comportamiento estructural de pavimentos

semirrígidos utilizando la metodología TCP y compararlos con pavimentos de concreto convencional con juntas de Quintanillapampa.

En este estudio, se encontró que el espesor del pavimento TCP era de 18 cm a 20 cm y el espesor del pavimento tradicional de 20 a 26 cm. Además, el costo de pavimento con TCP es hasta un 9 % más bajo que el costo de pavimento con AASHTO 93.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es que compara los costos y espesores según el tipo de ESAL, para el pavimento TCP y el pavimento tradicional AASHTO 93.

Según (Oscar Estación y David Valverde, 2012), realizaron un tipo de investigación aplicada, titulada **“APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PAVIMENTO TCP EN LAS CALLES 56 Y 78 DE LA HABILITACIÓN URBANA PASEO DEL MAR – NUEVO CHIMBOTE – ANCHAS – PERÚ”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Santa, en la ciudad de Chimbote – Perú.

Se observó que en la mayoría de calles de Chimbote y Nuevo Chimbote se utilizaban un tipo de pavimento flexible, por ser más comercial, sin embargo, se observó un deterioro prematuro de las vías asfaltadas ante el tránsito, estos deterioros hacían que los pavimentos estén en constante realización de altos costos de mantenimiento y reparaciones. Por lo tanto, el propósito de este estudio es demostrar que la aplicación de la nueva tecnología de pavimentación TCP 10 en las calles 56 y 78 de la habilitación urbana Paseo del Mar cumplirá con los requisitos técnicos y económicos a largo plazo.

En este estudio, la tecnología de pavimento TCP respeta la vida útil propuesta (20 años) y la resistencia a EE (160.000), y en la parte económica, el costo del pavimento TCP es del 21,43 % en comparación con el pavimento Rígido Tradicional.

La principal contribución a nuestro proyecto de investigación es la aplicación del software Optipave en el caso de los pavimentos TCP, para así comparar económicamente los pavimentos TCP con los pavimentos Rígido Tradicional.

c) Antecedente a Nivel Local.

Según (Giancarlo Meza, 2022) , realizó un tipo de investigación básica, titulada: **“LOSAS CORTAS DE PAVIMENTO RÍGIDO Y TRANSITABILIDAD VIAL DE LA PLAZA PRINCIPAL, DISTRITO DE PACA- JUNÍN 2020”**, para obtener el Grado de maestría en ingeniería Civil de la Universidad peruana los Andes , Donde se plantea la relación entre losas cortas de pavimento rígido y transitabilidad vial de la plaza principal, distrito de Paca – Junín 2020 , Por lo cual se determinó la relación entre el largo de losa , relación entre las tensiones en el concreto, relación entre el daño de fatiga y transitabilidad vial. Donde se concluye que: Existe relación directa y significativa entre losas cortas de pavimento rígido y transitabilidad vial de la plaza principal, al hallar la correlación mediante el estadístico Tau b de Kendall, ($\tau = ,973$; $p = .000 < 0.05$), con una magnitud muy buena, lo que lleva a inferir que cuan mejor son las condiciones de las losas cortas de pavimento rígido en la misma medida mejorara la transitabilidad vial. Donde se establece relación directa y significativa entre largo de losa y transitabilidad vial de la plaza principal, distrito de Paca – Junín

2020, al hallar correlación mediante el estadístico Tau b de Kendall, ($\tau = ,707$; $p = .001 < 0.05$), con una magnitud buena, lo que lleva a inferir que cuan mejor son las condiciones del largo de losa en la misma medida mejorara la transitabilidad vial. Se determina la relación directa y significativa entre tensiones en el concreto y transitabilidad vial de la plaza principal, distrito de Paca – Junín 2020, al hallar correlación mediante el estadístico Tau b de Kendall, ($\tau = ,927$; $p = .001 < 0.05$), con una magnitud muy buena, lo que lleva a aseverar que, si las tensiones en el concreto son apropiadas o en correctas condiciones en la misma medida mejorara la transitabilidad vial. Existe relación directa y significativa entre daño de fatiga y transitabilidad vial de la plaza principal, distrito de Paca – Junín 2020, al hallar correlación mediante el estadístico Tau b de Kendall, ($\tau = ,667$; $p = .002 < 0.05$), con una magnitud buena, lo que lleva a aseverar que, si el daño de fatiga se da correctamente y en las condiciones apropiadas en la misma medida mejorara la transitabilidad vial.

2.2. Marco Conceptual:

a) Pavimento:

Según el (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES , 2014) menciona que el pavimento es una estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

Según Rengifo define al pavimento como una estructura planteada con la capacidad de tomar las fuerzas originadas por ejercicio del tránsito de carros, u otra carga móvil, en el transcurso del periodo de tiempo para su trazado (2014, p. 14).

También se conoce como pavimento al grupo de mantos de materiales seleccionados que toman de manera directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad para tener una operación rápida y cómoda (Zagaceta y Ramiro, 2008, p. 16).

De igual manera Montejo menciona lo siguiente: Un pavimento se constituye por un conjunto de capas superpuestas horizontalmente. Las estructuras del pavimento se apoyan sobre la superficie concluida de la carretera que se obtiene por la nivelación del terreno de fundación al momento de exploración y que deben de resistir los esfuerzos de las cargas repetitivas de los automóviles (2002, p. 1).

❖ **Características que debe reunir un pavimento:**

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito (Montejo, 2002 p. 5).

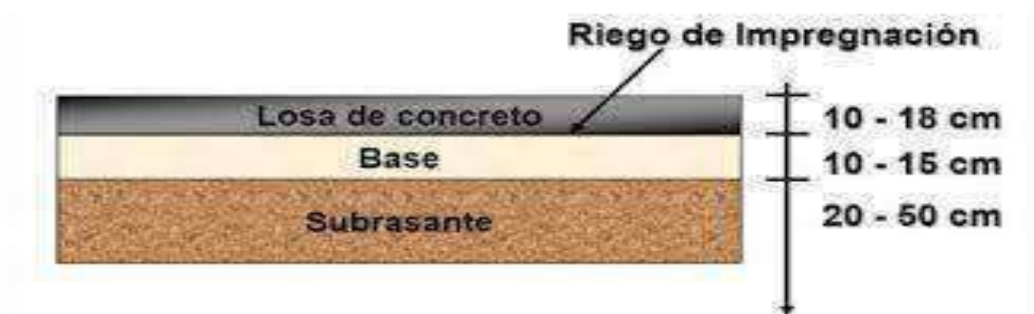
b) Pavimento Rígido:

Diseño de Pavimento Rígido: Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas

subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento (Montejo, 2002 p. 1 y 2).

Están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado la cual se denomina sub base. Debido a la rigidez y alto módulo de elasticidad del concreto hidráulico, los pavimentos rígidos basan su capacidad estructural en las losas de hormigón, estas distribuyen las cargas en áreas grandes logrando transmitir presiones al suelo de fundación en menor magnitud, por esta razón, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante (Jaimes, 2020 p.24).

FIGURA 2. ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO RÍGIDO.



❖ Tipos de Pavimentos rígidos

- **Pavimento de concreto simple con juntas:**

Este sistema no utiliza armadura de refuerzo en las placas de concreto. El espaciamiento entre las juntas de construcción transversales varía entre 3 y 6 metros, con el fin de controlar la fisuración de las losas causadas por la reacción del concreto ante los cambios de temperatura y humedad.

Dependiendo del diseño, la transferencia de carga entre las losas adyacentes se puede llevar a cabo mediante trabazón de agregados o mediante el uso de barras de transferencia (barras de acero liso). Además, se colocan barras de anclaje en las juntas longitudinales, en dirección perpendicular al eje de la vía. Este tipo de pavimento es el más usado debido a que su construcción es más sencillas y económica (Jaimes, 2020, p. 24 y 25).

- **Pavimentos de concreto reforzado:**

Este sistema utiliza acero de refuerzo por esta razón la distancia entre juntas transversales aumenta a valores de 7 y 9 metros. A pesar de contar con material de refuerzo, se espera que se produzcan fisuras controladas dentro de la losa. El uso de barras o trabazón de agregados en las juntas transversales es necesario para poder garantizar la transferencia de cargas entre las losas (Jaimes, 2020, p. 26).

- **Pavimento de concreto continuamente reforzados:**

Este sistema no requiere juntas de contracción debido al refuerzo continuo que presenta, el cual se asemeja al utilizado en losas de entrepiso. La aparición de fisuras transversales se asocia al acero de refuerzo de la losa, estas normalmente tienen una abertura aproximada de 0.5 milímetros y presentan un espaciamiento típico de 0.60 a 2.0 metros entre fisuras. (Jaimes, 2020, p.27).

c) **Metodología de diseño AASHTO 93:**

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

Mediante un proceso interactivo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

d) Estudio de suelos:

- **Exploración de Suelos:**

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este contexto se dan pautas adicionales para realizar el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para identificar los diferentes tipos de suelos se debe realizar una exploración del área de estudio, efectuándose un reconocimiento del terreno y poder clasificar los diferentes tipos de suelo que se puedan encontrar.

Esta exploración de terreno nos permitirá visualizar los componentes naturales y artificiales que presenta el suelo, identificando los principales estratos en su estructura.

Esta exploración se basará en la realización de calicatas, de las cuales se obtendrán las muestras de estudio, que posteriormente serán analizadas en el laboratorio, siendo estos resultados parte fundamental para la realización del diseño del pavimento. Estas calicatas son distribuidas de acuerdo con la magnitud del proyecto (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

FIGURA 3. SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS – CLASIFICACIÓN AASHTO.

Cuadro 4.3









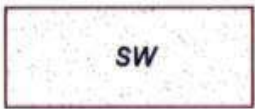

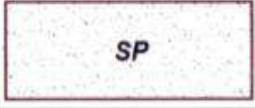

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO



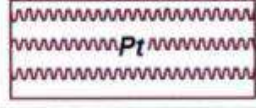
Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

FIGURA 4. SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS - CLASIFICACIÓN SUCS.

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino, arena limpia poco o nada de material fino, arena limpia		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

- **Caracterización de la Subrasante:**

La exploración de las calicatas nos permitirá identificar las características físico-mecánicas de los diferentes tipos de materiales que conforman la Subrasante. El número de calicatas estará determinado por la magnitud del proyecto o kilometraje, de acuerdo al cuadro 4.1. Del Manual de Carreteras.

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, sí se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014, p. 26).

FIGURA 5 .NÚMERO DE CALICATAS PARA EXPLORACIÓN DE SUELOS

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km 	

Fuente: “Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC.

e) **Tráfico Vial:**

Tráfico es conformado por los diferentes pesos de los vehículos, y el número de ejes, que cada uno de estos que producen deformaciones y tensiones en el pavimento, hecho que produce fallas en éste (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

TIPOS DE EJES: En la figura 4 se presentan la configuración de ejes. -
Volumen de tránsito:

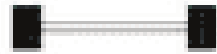


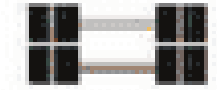
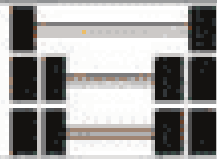

Conjunto de Eje (n)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1FD	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1FD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1FD + 1FD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2FD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1FD + 2FD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3FD	12	

FIGURA 6. CONFIGURACIÓN DE EJES. FUENTE MTC (2013) P.78

DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO:

Durante la vida útil de diseño de los pavimentos, circulan una diversidad de vehículos. La clasificación de estos vehículos es presentada en el Reglamento Nacional de Vehículos, donde nos muestra características como el número, tipo, peso de los ejes de los vehículos. Además, se realiza el conteo para estimar el índice medio diario (IMD), que viene a ser el promedio de vehículos que transitan por una misma vía, durante un lapso de tiempo, éste podrá ser índice ser índice medio diario anual (IMA), índice medio diario mensual (IMDM) o índice medio diario semanal (IMDS) (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL: Representa la cantidad de vehículos pesados que transitan en una dirección, usualmente corresponde a la mitad del tránsito presentado en ambos sentidos. El factor carril corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes. En base a ambos factores descritos se obtiene el factor ponderado, que fue desarrollado según la guía AASHTO 93 (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

TABLA 1 .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	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80

IMDa total de la calzada)	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

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN:

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

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

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Número de años del periodo de diseño.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

A partir de la ecuación 1, es posible determinar el factor de crecimiento acumulado (Fca.) para el periodo de diseño y queda expresado en la ecuación 2. (GARCIA, 2015) .

$$Fca = (1 + r)^n - 1 r \dots (2)$$

Factor Equivalente de Carga (FEC) Conocido como LEF (Load Equivalent Factor) por sus siglas en ingles. Con el objeto de convertir el tráfico a un número de ESAL de 18 Kips, se utiliza factores equivalentes de carga FEC. Estos factores equivalentes de carga es un valor numérico que puede ser determinado con la siguiente relación. (GARCIA, 2015) .

$$FEC = (P1 / Po)^4 \dots (3)$$

Dónde: Po= Carga estándar P1= Carga cuya equivalencia con la estándar se desea calcular Factor Camión El factor camión (FC) es la forma que expresa el daño o deterioro producido por el tráfico o algún vehículo en particular, considerando el daño producido por cada eje del tipo de vehículo. De este criterio se generó el concepto de Factor Camión, definido como la cantidad de ESALs por cada tipo de vehículo. (GARCIA, 2015) .

f) Metodología de diseño AASHTO 93:

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{1.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

W_{8.2} = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_R = desviación normal estándar.

S_O = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final
P_t = índice de Serviciabilidad o servicio final.

M_r = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método descarga en los tercios de luz).

C_d = Coeficiente de drenaje

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

E_c =Modulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K =Modulo de reacción, dado en Mpa /m de la superficie (base, sub base o subrasante)en la que se apoya el pavimento de concreto.

El cálculo del espesor se puede desarrollar utilizando directamente la fórmula AASHTO 93 con una hoja de cálculo, mediante el uso de nomogramas, o mediante el uso de programas de cómputo especializado.

Los parámetros que intervienen son:

I.-Periodo de Diseño

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos rígido será mínimo de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

II.- Variables

- **El tránsito (ESALs)**

El periodo está ligado a la cantidad de tránsito asociada en ese periodo para el carril de diseño. El periodo de diseño mínimo recomendado es de 20 años.

Una característica propia del método AASHTO 93 es la simplificación del efecto del tránsito introduciendo el concepto de ejes equivalentes. Es decir, transforma las cargas de ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.2 Ton de peso, comúnmente llamados ESALs (equivalent single axle load, por sus siglas en inglés) (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos rígidos, se definen tres categorías:

A). Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

TABLA 2. NÚMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2T, EN EL CARRIL DE DISEÑO.

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

Fuente: "Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú".

A). Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

TABLA 3 . NÚMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2T, EN EL CARRIL DE DISEÑO.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE

TP9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño. Esta categoría de caminos, el diseño de pavimentos será materia de Estudio Especial por el Ingeniero Proyectista, analizando diversas alternativas de pavimento equivalentes y justificando la solución adoptada.

TABLA 4. NÚMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2T, EN EL CARRIL DE DISEÑO.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
TP15	> 30'000,000 EE

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

- **Serviciabilidad.**

Servicio, o Serviabilidad. AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial (Pi) e índice de servicio final o Terminal (Pt). En la

ecuación se ingresa la diferencia entre los valores de Serviciabilidad inicial y final, determinándose una variación o diferencial entre ambos índices (Δ PSI).

La Serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y se magnifica en una escala de 0 a 5, donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente que es un valor ideal que en la práctica no se da. El valor de 0 es un indicador muy pesimista, pues AASHTO 93 emplea el valor de 1.5 como índice de Serviciabilidad terminal del pavimento.

El valor Δ PSI depende de la calidad de la construcción. En el AASHTO Road Test se alcanzó el valor de $P_i = 4.5$ para el caso de pavimentos de concreto. Los valores recomendados son los siguientes (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

TABLA 5 : Índice de Serviciabilidad inicial (PI) índice de Serviciabilidad final o terminal (PT) diferencial de Serviciabilidad según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumende Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10

Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: "Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú".

- **Confiabilidad "R" y la desviación estándar (SO).**

La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos que consideran una distribución normal de las variables involucradas.

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre $0.30 < So < 0.40$, se recomienda un $So = 0.35$.

Los siguientes valores de confiabilidad en relación al Número de Repeticiones de EE serán los que se aplicarán para diseño y son los indicados en el Cuadro.

TABLA 6 : VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR) PARA UNA SOLA ETAPA DE 20 AÑOS SEGÚN RANGO DE TRÁFICO.

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP ₀	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15	>30'000,000		95%	-1.645

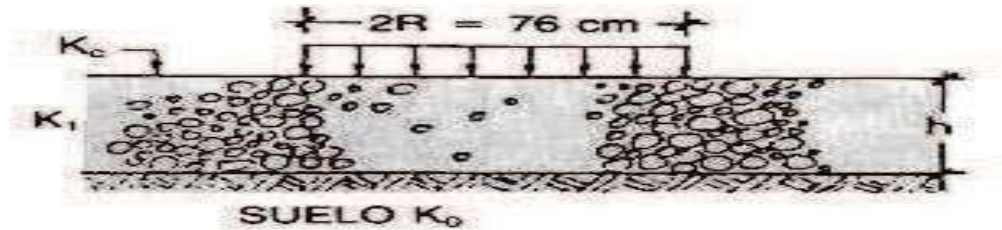
Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

- **El suelo y el efecto de las capas de apoyo (KC).**

El parámetro que caracteriza al tipo de subrasante es el módulo de reacción de la subrasante (k). Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias

granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado de concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado (kc) (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

FIGURA 7. SUELO Y EL EFECTO DE LAS CAPAS DE APOYO.



- K₁ (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- K_c (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K₀ (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular

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

TABLA 7 . CBR MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA LA SUB BASE GRANULAR DE PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN INTENSIDAD DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE.

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico < 15x10 ⁶ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico > 15x10 ⁶ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

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

- **Resistencia a flexo tracción del concreto (MR):**

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura (MR) esta normalizado por ASTM C – 78. En el ensayo el concreto es muestreado en vigas. A los 28 días las vigas deberán ser ensayadas aplicando cargas en los tercios, y forzando la falla en el tercio central de la viga.

TABLA 8 : VALORES RECOMENDADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETOS SEGÚN RANGO DE TRÁFICO.

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

Fuente: "Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú".

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

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

- **Módulo elástico del concreto:**

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexo tracción, a través de correlaciones establecidas.

En el caso de concretos de alto desempeño, resistencia a compresión superior a 40 Mpa, la estimación utilizando las fórmulas propuestas por distintos códigos puede ser incierta puesto que existen variables que no han sido contempladas, lo que las hace objeto de continuo estudio y ajuste.

AASHTO'93 indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

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

El ensayo ASTM C – 469 calcula el módulo de elasticidad del concreto.

- **Drenaje (cd)**

La presencia de agua o humedad en la estructura del pavimento trae consigo los siguientes problemas:

- Erosión del suelo por migración de partículas.
- Ablandamiento de la subrasante por saturación prolongada, especialmente en situaciones de congelamiento.
- Degradación del material de la carpeta de rodadura por humedad.
- Deformación y fisuración creciente por pérdida de capacidad estructural. }

La metodología de diseño AASHTO 93 incorpora el coeficiente de drenaje (Cd) para considerarlo en el diseño.

Las condiciones de drenaje representan la probabilidad de que la estructura bajo la losa de concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto tiempo. En general el nivel de drenaje de las capas intermedias depende de los tipos de drenaje diseñados, el tipo y permeabilidad de las capas de subbase, tipo de subrasante, condiciones climáticas, grado de precipitaciones, entre otras.

El coeficiente de drenaje C_d varía entre 0.70 y 1.25, según las condiciones antes mencionadas. Un C_d alto implica un buen drenaje y esto favorece a la estructura, reduciendo el espesor de concreto a calcular. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento, el coeficiente de drenaje para las capas granulares asumido, fue de 1.00 (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

- **Pasos para el cálculo del c_d**

Se determina la calidad del material como drenaje en función de sus dimensiones, granulometría, y características de permeabilidad.

TABLA 9. CONDICIONES DE DRENAJE.

CALIDAD DE DRENAJE	50% DE SATURACION EN:	85% DE SATURACION EN:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: "Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.)- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú".

TABLA 10. COEFICIENTE DE DRENAJE DE LAS CAPAS GRANULARES CD.

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

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

- **Transferencia de cargas (J):**

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras.

Sus valores dependen del tipo de pavimento de concreto a construir, la existencia o no de berma lateral y su tipo, la existencia o no de dispositivos de transmisión de cargas.

El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013).

TABLA 11. VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGA J.

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

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

g) Losas Cortas:

La estructura de los pavimentos de concreto ha desarrollado un nuevo método que reduce el espesor de las losas con el fin de optimizar el tamaño a raíz de la geometría de ejes de los camiones o vehículos pesados”. Este modelo de las losas cortas de menor tamaño y espesor, respeta y considera el apoyo que se ejecuta por encima de la base granular, ejecutada con el empleo de cemento o asfáltica, y que no refleja adherencia entre la base, o el pavimento antiguo y las losas de concreto. El principio fundamental consiste en diseñar el tamaño de la losa para que en ella no ruede al mismo tiempo más de un juego de llantas, reduciendo así al mínimo la tensión de tracción crítica en la superficie.

Este diseño es dimensionar las losas de tal forma que solo un set de rueda se apoye dentro de una sola losa, ya que se calcularía el daño por fatiga y así disminuir los esfuerzos ocasionados por el alabeo, tránsito y cambios de temperatura, para determinar el espesor de la losa. En conclusión, este nuevo método constructivo de pavimentos rígidos permitiría dimensionar losas más cortas a comparación de las

tradicionales y así las disminuciones de esfuerzos en la carpeta de rodadura, Este nuevo proceso en la construcción de pavimentos rígidos permitirían reducir el espesor de la losa de 4 a 10 cm, sin considerar las barras de transferencia de cargas, ni sellos de juntas ya que permitiría el secado del concreto en corto tiempo.

A partir del 2005 en Chile, fue planteado por el Ingeniero Juan Pablo Covarrubias, se empezó el uso de la nueva tecnología del diseño de losa corta o conocido también como losas de geometría optimizada, el cual reduce el tamaño y espesor de las losas a diferencias de las tradicionales, a la fecha se han logrado validar en el mercado de América latina, y también están siendo integradas en las técnicas de construcción en Estados Unidos. Este método fue planteado como una alternativa de solución ante la ineficiencia del desempeño de los pavimentos tradicionales.

Beneficios

La tecnología TCP permite diseñar pavimentos de concreto optimizados y, por lo tanto, de menor costo de construcción. Tiene las mismas virtudes que un pavimento tradicional de concreto. Este diseño nace de un invento revolucionario, que incorpora la geometría de los diferentes vehículos en el diseño de manera novedosa, reduciendo el espesor del pavimento en hasta un 40% permitiendo un ahorro inicial de hasta un 30%.

Existe un gran número de beneficios al construir una calle o carretera con pavimentos de concreto, entre las principales ventajas destacan las siguientes:

- Menor costo
- Mayor duración
- Mayor soporte a cargas pesadas

- Menor gasto de mantención
- Mayor confort y seguridad
- Mejora la visibilidad nocturna
- Aumenta la seguridad en carreteras de vehículos y peatones
- Reduce la cantidad de energía para una iluminación similar
- Menor temperatura.

FIGURA 8. DIFERENCIA DEL DIMENSIONAMIENTO ENTRE LA LOSA TRADICIONAL (AASHTO 93) Y LA DE LOSA CORTA (TCP) (TC PAVEMENTS).



Fuente: TCPAVEMENTS; “Documentación y Guía de Diseño, Optipave2.

G.1. PARAMETROS DE DISEÑO DEL TIPO DE PAVIMENTO: Vida de diseño:

Todo pavimento que ha sido diseñado, tiene un tiempo (años), en el cual se debe desempeñar con un cierto estándar de calidad. El desempeño del pavimento se podrá visualizar desde que este se abra al tráfico. El tiempo de vida de diseño, se seleccionará de acuerdo al tipo de clasificación de vía (Quispe y Mendoza, 2020).

TABLA 12: VIDA DE DISEÑO RECOMENDADO SEGÚN CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO.

Clasificación de la Vía	Vida de Diseño (Años)
Rutas Locales y Calles	15-20
Calle Principales y Vías de mediano tráfico $< 15 \cdot 10^6 \text{ EE}$	20
Carreteras Interurbanas y Vías de Alto Tráfico $< 15 \cdot 10^6 \text{ EE}$	20-40

Largo de Losa:

El largo de la losa debe ser entre 1,4 y 2,3, entre el espaciamiento existente en las juntas transversales. También depende de la ubicación del pavimento, y las técnicas utilizadas en la construcción. En caso que el pavimento sea construido en zonas muy propensas a alabeos de magnitudes altas, es mejor que las juntas transversales sean menos espaciadas (Quispe y Mendoza, 2020).

Espesor de la losa:

El espesor de la losa de hormigón podrá variar entre 60mm a 250 mm, el programa optipave 2 permite evaluar el desempeño del espesor de pavimento resultante (Quispe y Mendoza, 2020).

Tipo de Borde

Según (Quispe y Mendoza, 2020) se podrá considerar 4 tipos de bordes, los cuales definirán cómo será el soporte lateral entre la berma y el pavimento, separándolo del tráfico, identificado los tipos de borde en la tabla siguiente:

TABLA 13. TIPOS DE BORDE Y SU EFECTO EN TÉRMINOS DE SOPORTE Y CIRCULACIÓN DEL TRÁFICO.

TIPO DE BORDE	SOPORTE A LA ESTRUCTURA	¿ALEJA EL TRÁFICO DEL BORDE?
Borde Libre	Nulo	No
Berma Granular	Muy leve	No
Berma de Hormigón	Leve	No
Vereda	Mediano	Si

Entre otros parámetros se tiene el sobre ancho, las barras de transferencia de carga, el IRI inicial y final de diseño, el escalonamiento, la confiabilidad. Valores Recomendados de confiabilidad según la clasificación de la vía, se muestra en la Tabla siguiente:

TABLA 14. CONFIABILIDAD SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

Clasificación de la Vía	Urbanas	Rurales
Carreteras Interurbanas y Vías de Alto Tráfico	85% - 97%	80% - 95%
Calles Principales y Vías de Mediano Tráfico	80% - 95%	75% - 90%
Calles de Bajo Tráfico	75% - 85%	70% - 80%
Pasaje	50% - 75%	50% - 75%

G.2. PARÁMETROS DE DISEÑO DE TRÁFICO:

En el programa Optipave, se ingresará el tráfico por dos variables que son: Tráfico por Ejes Equivalentes y por Espectro de Carga Tráfico por Ejes Equivalentes.

Trafico por ejes equivalentes

El tráfico por ejes equivalentes refiere a todos los que circulan por la ruta construida.

En el programa Optipave se ingresará el número total de ejes que circulan por la vía, proyectada a la vida de diseño considerada.

Tráfico por Espectro de Carga

Los siguientes inputs son necesarios para realizar el diseño mediante un análisis de espectro de carga.

$$T_{TOT} = TMA_i \cdot \sum_{i=1}^{VD} (1 + tc)^{i-1} \cdot TDD \cdot TPD$$
$$T_{TOT} = TMA_i \cdot TDD \cdot TPD \cdot \sum_{i=1}^{VD} (1 + tc)^{i-1}$$
$$T_{TOT} = TMA_i \cdot TDD \cdot TPD \cdot \frac{((1 + tc)^{VD} - 1)}{tc}$$

Con:

TMA_i: Tráfico diario medio anual inicial en ambos sentidos.

TDD: Porcentaje de tráfico en la dirección de diseño.

TPD: Porcentaje de tráfico en pista de diseño.

Tc: Tasa anual de crecimiento del tráfico.

VD: Vida de diseño del pavimento.

Tasa de Crecimiento:

Es el crecimiento del tráfico anualmente, que se calculará en base al periodo de vida elegido, y este será proyectado.

Tipo de Tráfico:

Se refiere, el tipo de tráfico que se seleccionara para el proyecto a realizar, haciendo un estudio previo, y con una proyección a la vida útil a diseñar.

Distribución Lateral del Tráfico

Se refiere a la posición del vehículo con respecto al borde del pavimento, por lo tanto, será significativo modelar este con el vehículo en distintas posiciones.

Efecto de Soleras y Sobre ancho en la distribución lateral del tráfico

Utilizando las soleras, aumentará la distancia del desplazamiento del vehículo con respecto al borde del pavimento.

Distribución Lateral del tráfico para un pavimento con sobre ancho.

TABLA 15. VALORES POR DEFECTO DE LAS DISTANCIAS ENTRE EL BORDE, LA LÍNEA DE DEMARCACIÓN Y LA RUEDA EXTERNA DE LOS VEHÍCULOS.

Tipo de Borde	Distancia entre el borde y la línea de demarcación	Distancia entre la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos	Distancia entre el borde y la rueda externa de demarcación
Borde Libre, berma de Hormigón, berma granular/asfáltica	150 mm	450 mm	600 mm
Solera de Borde	150 mm	550 mm	700 mm
Losa con Sobreancho	300 mm	450 mm	750 mm

Los valores por defecto de la desviación estándar se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 16. DESVIACIÓN ESTÁNDAR SEGÚN TIPO DE BORDE.

Tipo de Borde	Desviación Estándar por defecto de distar. Lateral de tráfico
Borde Libre, Berma de Hormigón, berma granulada/asfáltica	250 mm
Solera de Borde	200 mm
Losa con Sobreancho	250 mm

2.3. Definición de Términos:

Pavimento: Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010).

Pavimento Rígido: “Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo) (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010)

Losas Cortas: la estructura de los pavimentos de concreto ha desarrollado un nuevo método que reduce el espesor de las losas con el fin de optimizar el tamaño a raíz de la geometría de ejes de los camiones o vehículos pesados”. Este modelo de las losas cortas de menor tamaño y espesor, respeta y considera el apoyo que se ejecuta

por encima de la base granular, ejecutada con el empleo de cemento o asfáltica, y que no refleja adherencia entre la base, o el pavimento antiguo y las losas de concreto.

Tráfico vial: “Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010).

Exploración de Suelos: “Reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES , 2014)

ESALs de Diseño: “Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Periodo de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el periodo de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010).

La Confiabilidad “R” Y Desviación Estándar (SO): La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos

que consideran una distribución normal de las variables involucradas (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES , 2014)

Módulo de Resiliencia o Módulo Resiliente (Mr.): Este parámetro es una medida de las propiedades elásticas de los suelos, con ciertas particularidades no lineales. El módulo Resiliente se usa directamente en el diseño de los pavimentos flexibles, por lo que se debe convertir a módulo de reacción de la subrasante (valor k), para poder realizar así el diseño de pavimentos rígidos o compuestos (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010).

Periodo de Diseño: Se define como el tiempo expresado en número de años, transcurridos entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010).

Serviciabilidad: Habilidad de un pavimento para servir a los tipos de solicitaciones (estáticas o dinámicas) para los que han sido diseñados (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2010).

Drenaje (Cd): Las condiciones de drenaje representan la probabilidad de que la estructura bajo la losa de concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto tiempo (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

NORMATIVIDAD:

- Manual de carreteras “suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2013.
- Reglamento Nacional de Edificaciones –Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos).

2.4. Hipótesis:

2.4.1. Hipótesis General:

Resultado comparativo del diseño de pavimento rígido de losa corta (TCP) muestra mejores ventajas frente al pavimento rígido tradicional AASHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

2.4.2. Hipótesis Específicas:

2.4.2.1. El diseño de Pavimento Rígido de losa corta (TCP) es menos costoso que el pavimento tradicional (AASSHTO 93) en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

2.4.2.2 .El diseño de Pavimento Rígido de losas cortas (TCP) Se ejecutó en el tiempo menos programado posible que el método AASSHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

2.4.2.3. El diseño de Pavimento Rígido losas cortas (TCP) tiene mejor desempeño y mejores resultados que el diseño AASHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de la variable.

Variable 1 (Dependiente): Pavimento rígido Tradicional AASSTHO 93. Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento, según (Montejo, 2002, p. 1 y 2).

Variable 2 (Independiente): Pavimento rígido TCP: Las losas cortas, la estructura de los pavimentos de concreto ha desarrollado un nuevo método que reduce el espesor de las losas con el fin de optimizar el tamaño a raíz de la geometría de ejes de los camiones o vehículos pesados”. Este modelo de las losas cortas de menor tamaño y espesor, respeta y considera el apoyo que se ejecuta por encima de la base granular, ejecutada con el empleo de cemento o asfáltica, y que no refleja adherencia entre la base, o el pavimento antiguo y las losas de concreto. El principio fundamental consiste en diseñar el tamaño de la losa para que en ella no ruede al

mismo tiempo más de un juego de llantas, reduciendo así al mínimo la tensión de tracción crítica en la superficie (Boto, 2018).

2.5.2. Definición operacional de la variable.

Variable 1 (Dependiente): Pavimento rígido Tradicional AASSTHO 93.

- Es aquella cuyos valores dependen de los que tomen otra variable, en una función se suele representar como “Y”, se representa en el eje ordenadas,
- La variable “Y” está en función de la variable “X”, que es la variable independiente lo cual en nuestra dicha investigación la variable dependiente es **Pavimento rígido Tradicional AASSTHO 93.**

Variable 2 (Independiente): Pavimento rígido TCP: Las losas cortas:

- Es aquella cuyo valor no depende del de otra variable. , en una función se suele representar por “X”, se representa en el eje de abscisas
- La variable “Y”, llamada variable dependiente, está en función de la variable “X”, que es la variable independiente y dicha investigación la variable independiente es el **pavimento rígido TCP: Losas cortas.**

2.5.3. Operacionalización de variables.

TITULO:” ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRÓN TOMÁS GUTARRA SOLÍS, SICAYA, 2023”.

TABLA 17. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE (Y): PAVIMENTO RÍGIDO LOSA CORTA (TCP): sistema de losas con geometría optimizada que permite una distribución más eficiente de la carga para evitar los problemas de agrietamiento.	Costo	Soles	_Evaluación económica (formato Costos y presupuestos S10). -Evaluación económica (formato Excel)
	Tiempo	Días calendarios	_Cronograma, planes de ejecución
	Desempeño	Porcentaje	_Verificación y Cálculo
VARIABLE DEPENDIENTE(X): PAVIMENTO RÍGIDO ASSTHO 93: Losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.	Costo	Soles	_Evaluación económica (formato Costos y presupuestos S10). -Evaluación económica (formato Excel).
	Tiempo	Días calendarios	_Cronograma, planes de ejecución.
	Desempeño (Esfuerzo temperatura , Esfuerzo de carga	Porcentaje	_Verificación y Cálculo.

FUENTE: Elaboración propia.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Método de investigación:

El método de investigación es el MÉTODO CIENTÍFICO de ENFOQUE CUANTITATIVO el cual es sistemática, empírica y crítica. De acuerdo con (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014 p.4), el enfoque cuantitativo está basado obras como las de Auguste Comte y Émile Durkheim. La investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas. Este enfoque se comúnmente se asocia con prácticas y normas de las ciencias naturales y del positivismo.

3.2. Tipo de investigación:

El tipo de investigación es Aplicada de acuerdo con (Murillo, 2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los

conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

3.3. Nivel de investigación:

En la presente investigación el nivel de investigación aplicada es el nivel descriptivo Comparativo y que pretende dar respuestas a las interrogantes. Según (Arias, 2012, p 24), la investigación descriptiva comparativa consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

3.4. Diseño de la investigación:

El diseño de Investigación que se aplicará será el no experimental -transversal, Para (Hernández y Mendoza, 2018), el diseño no experimental se divide tomando en cuenta el tiempo durante se recolectan los datos, estos son: diseño Transversal, donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado.

3.5. Población y muestra:

POBLACIÓN:

Según (López y Fachelli, 2015) Población. Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros".

Para (Arias, 2012, p. 81) define como "...población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación..."

Expuesto lo anterior, los autores concuerdan que la Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de esta poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación.

En la investigación la población será el tipo de diseños de concreto para pavimento rígido que se aplicará en el Distrito de Sicaya – Provincia de Huancayo -Región Junín.

MUESTRA:

En el caso de (Palella y Martins, 2006, p.93), definen la muestra como: "...una parte o el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características reproducen de la manera más exacta posible".

La muestra, según (Balestrini, 2006), se define como: "una parte o subconjunto de la población".

En la investigación la muestra será: Diseño de Pavimento Rígido de losas cortas y AASHTO 93 que se aplicará en el JR. Tomas Gutarra Solís.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La técnica de recolección de datos es de observación no experimental, mediante la observación del proyecto de estudio, se analizará sus características y ventajas de cada método utilizado; cuyos instrumentos será

registrado mediante fichas de observación, formatos de campo y el uso de la técnica de fichaje fotográfico.

3.7 Procesamiento de la Información:

➤ Fase planeamiento y organización (pre campo).

a). Obtención de la información

Antes de realizar el trabajo de campo, se obtuvo la Información básica del proyecto, donde se realizó el estudio De tráfico correspondiente.

b) Selección de la zona de trabajo a analizar

La investigación se desarrolló en el distrito de Sicaya – Huancayo - Junín, en el Jr. Tomas Gutarra Solís.

c) Elaboración y validación de fichas de observación

Se elaboró fichas de observaciones para la toma de datos en campo (estudio de suelos).

d) Información sobre el tema de investigación

Se recopiló la información mediante referencias bibliográficas, normas técnicas, nacionales e internacionales, etc.

➤ Fase de trabajo de campo o recolección de datos

- Toma de datos

La inspección nos permitió obtener los diversos datos de campo para nuestro respectivo análisis.

- **Conteo de Tráfico Vehicular:**

El trabajo de campo que se desarrolló en el siguiente estudio, constó en la observación del lugar de trabajo, tomando en consideración el manual de estudio de tráfico. Los trabajos consistieron en el conteo de tráfico vehicular.

Para realizar los conteos de tránsito, que nos permitieron conocer el volumen de tránsito que soporta la vía, así como su composición, se procedió ubicarnos en una zona determinada, en el Jr. Tomas Gutarra Solís. Las labores de conteo y clasificación en el campo se desarrollaron en forma continua, las 24 hrs.

Del día durante una semana, iniciando el día lunes 12 de febrero del 2022 Y terminándolo el día domingo 18 de febrero del 2018.

➤ **Fase Gabinete –**

Procesamiento de datos

- Conteo de tráfico vehicular, se pudo obtener el tránsito de diseño de la vía, mediante el cual se podrá asumir tasas de crecimiento anual que relacionen factores de proyección de acuerdo a la vida útil del pavimento rígido, el cual generalmente oscila entre 10 y 20 años, siendo el recomendable de 20 años. Haciendo el cálculo del IMDs.
- Para el análisis de diseño del pavimento rígido por método AASHTO 93 se utilizarán hojas de cálculo. Diseño del pavimento rígido por el método TCP se realizará por cálculos matemáticos.

- Para determinar el análisis de costo y tiempo, se inició con los metrados de las partidas más relevantes para cada técnica de estudio, para luego realizar un análisis de costos unitarios en el software S10 2015, y desarrollar el presupuesto total.

➤ **Informe de investigación:**

Una vez finalizado la visita de campo y trabajo en gabinete, se hizo el análisis y evaluación respectiva para obtener los resultados de las características de los métodos de diseño para pavimento rígido, elaborando el informe y el comparativo, determinando así el método más factible para el distrito de Sicaya, obteniéndose así el informe final.

TABLA 18 : PRESUPUESTO:

PRESUPUESTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
01.00.00	FASE PRE CAMPO				
01.01.00	Pasajes y viáticos (c/u zonas)	und	15	8	120
01.02.00	Planos y Documentación	und	250	5	1250
01.03.00	Búsqueda de Información	und	80	2	160
02.00.00	FASE DE CAMPO (IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN)				
02.01.00	Formato de identificación de peligros y vulnerabilidades y entrevista (Tipeos y copias).	und	1	100	100
02.02.00	Carpeta de trabajo (tablero, folder, lapicero).	und	10	4	40
02.03.00	Pasajes y viáticos (c/u zonas)	und	2.5	30	75
02.04.00	Alimentación	dia	15	36	540
02.06.00	Cuaderno de campo	und	2	6	12
02.07.00	Alquiler de Equipos de video y fotográfico	dia	60	6	360
02.09.00	Alquiler de Equipo Wincha	dia	20	5	100
02.11.00	Pago de Personal de Apoyo	J/D	75	10	750
03.00.00	FASE DE GABINETE				
03.01.00	Alquiler de Computadora	MES	1000	4	4000

03.02.00	Papel bon y Materiales de escritorio	UND	500	1	500
03.03.00	Impresión y Otros	und	1	1000	1000
TOTAL ,					S/. 9,007

Financiado por el investigador.

TABLA 19 : CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ACTIVIDAD	2022				2023
	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
1. Fase pre campo: Recopilación bibliográfica y documentaria del lugar en estudio.	X				
2.Fase Campo: Coordinación con las autoridades, identificación de peligros, vulnerabilidades, elaboración de mapas	X	X	X	X	
3. Fase Gabinete: Consolidado de vulnerabilidad, Análisis, sistematización y estimación de riesgos, mapa de vulnerabilidad.		X	X	X	
4. Elaboración del Informe Final, plan de gestión de riesgos de desastres.			X	X	
5. Observación y Subsanación.				X	X
6. Sustentación de la Investigación					X

Financiado por el investigador.

3.8. Técnicas y análisis de datos:

TÉCNICAS

•Observación:

Mediante la observación del estudio del proyecto se analizó las características y ventajas de cada método utilizado:

-Visita de Campo y Toma de datos necesarios para la investigación.

-Formatos de campo (Conteo Vehicular).

•Análisis e Interpretación: Para el análisis e interpretación de los datos se llegó a utilizar los siguientes parámetros:

-Hojas de Cálculo (Excel) para el diseño AASHTO 93, Losas cortas (TCP).

-Estudio de Suelos

-Análisis bibliográfico: Información recopilada de Tesis, Artículos, Normas Técnicas Nacionales e Internacionales.



DATOS GENERALES :



1.1. Apellidos y Nombres del Informante :

1.2. Cargo e Institución donde labora :

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación :

1.4. Autor del Instrumento :

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

DIMENSIONES	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.					
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.					
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio ambiente.					
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos de la tecnología educativa .					
8. COHERENCIA	Entre los índices , indicadores y las dimensiones .					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al proposito del diagnóstico.					

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD :

IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN :

Lugar y Fecha :

Firma del Experto Informante .

DNI. N°:..... Teléfono N°:.....



Anexo : Instrumento a emplear

Ficha de muestreo de suelo



DATOS GENERALES :										
Nombre del sitio en estudio :						Departamento :				
Razon social :						Provincia :				
Uso Principal :						Dirección del predio :				
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO :										
Nombre del punto de muestreo :						Operador : (empresa/persona):				
Coordenadas: X: Y: (UTM,WG584).						Descripción de la superficie : (pe, asfalto, cemento,vegetación).				
Temperatura (C°):						Precipitación : (si/no,intensidad):				
Técnica de Muestreo : (o.e sondeo manual /semi mecánico/mecánico ,zanja),etc.						Instrumentos usados :				
Profundidad Final: (en metros bajo la superficie).						Napa Freática : si/no, profundidad en m).				
Instalación de un pozo en un agujero : (si/no, descripción).						Relleno del agujero despues del muestreo : (si/no,descripción).				
DATOS DE LAS MUESTRAS:										
Clave de la Muestra :										
Fecha :										
Hora:										
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie).										
Profundidad hasta: (en metros bajo la superficie).										
Características : organolépticas:										
Color:										
Olor:										
Textura:										
Compactación /consistencia :										
Humedad										
Componentes Antropogénicos :										
Estimación de la fracción > 2mm(%):										
Cantidad de la muestra (Volumen o peso)										
Medidas de conservación										
Tipo de muestra : (simple/compuesta)										
PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS:										
Area de muestreo (m2):										
Número de sub-muestras:										
Comentarios:						Croquis:				



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
E ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACION			
DIA	1		

ESTACION			
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
			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
DA GRA. VDI																			
00-01																			
01-02																			
02-03																			
03-04																			
04-05																			
05-06																			
06-07																			
07-08																			
08-09																			
09-10																			
10-11																			
11-12																			
12-13																			
13-14																			
14-15																			
15-16																			
16-17																			
17-18																			
18-19																			
19-20																			
20-21																			
21-22																			
22-23																			
23-24																			
PARCIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING. RESPONS: _____ SUPERV. MTC: _____

CAPITULO IV: RESULTADOS

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Descripción del Proyecto:

El proyecto de investigación “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRÓN TOMÁS GUTARRA SOLÍS, SICAYA, 2023”; está ubicado en el Jr. Tomás Gutarra Solís del Distrito de Sicaya, en la provincia de Huancayo, en el Departamento de Junín.

El distrito de Sicaya se Ubica geográficamente en el Valle del Mantaro, margen derecha, a 30 minutos de la provincia de Huancayo. Cuenta con la mayor extensión de tierras agrícolas del Departamento de Junín, a una altura de 3,273 metros sobre el nivel del mar, Cuenta con una superficie de 42.3 (Km²), Altitud de 3 276 metros, Coordenadas geográficas: Latitud: -12.0153, Longitud: -75.2797 12° 0' 55" Sur, 75° 16' 47" Oeste.

DEPARTAMENTO : JUNIN

PROVINCIA : HUANCAYO

DISTRITO : SICAYA

-La superficie territorial del distrito de Sicaya es de 42.3 km², se encuentra a 3276 msnm.

TOPOGRAFIA:

Su superficie es accidentada, se extiende sobre una falla geológica, en medio de las planicies aluviales que conforman una meseta, con un hermoso paisaje enmarcado en tres niveles: la parte baja formada por una copiosa foresta, bañada por el río Mantaro y algunos puquiales; en la parte media, se halla el centro poblado, habitado por la mayor parte de la población; y, en la zona alta denominada “Pamparca”, que es una llanura de fértiles pampas.

CLIMA

En el distrito de Sicaya, los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 22 °C.

Esta zona tiene un clima de tundra, lo que significa que incluso en los meses más cálidos, las temperaturas son muy bajas. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como ET. La temperatura media anual es 8.7 °C en Huancayo. Hay alrededor de precipitaciones de 1682 msnm.

La temporada templada dura 2,7 meses, del 18 de septiembre al 9 de diciembre, con temperaturas medias diarias superiores a los 20 °C. El mes más caluroso del año en Sicaya es noviembre con una temperatura promedio de 20°C y una mínima de 8°C.

La temporada fría dura 1,5 meses, del 13 de junio al 27 de julio, la temperatura máxima diaria promedio es inferior a 19 °C. El mes más frío del año en Sicaya es julio, con una temperatura promedio de 6 °C y una máxima de 19 °C.

En Sicaya, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Sicaya comienza aproximadamente el 30 de abril; dura 4.7 meses y se termina aproximadamente el 19 de setiembre.

El mes más despejado del año en Sicaya es Julio, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 54 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 19 de setiembre; dura 7.3 meses y se termina aproximadamente el 30 de abril.

El mes más nublado del año en Sicaya es febrero, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 90 % del tiempo.

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

La temporada de lluvias dura 3,9 meses, del 2 de diciembre al 29 de marzo, con más de un 11 % de probabilidades de que un día llueva en un día determinado. El mes con los días más lluviosos en Sicaya es febrero, con un promedio de 5.8 días de lluvia y al menos 1 mm de lluvia.

La temporada más seca dura 8.1 meses, del 29 de marzo al 2 de diciembre. El mes con menos días mojados en Sicaya es Julio, con un promedio de 0.3 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

El mes con más épocas fluviales en Sicaya es en el mes de febrero. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 22 % el 16 de febrero.

SUELOS

Se realizaron calicatas de aproximadamente 1.50 m, para poder determinar el perfil estratigráfico a través de los ensayos de constantes, se ha calculado el CBR, los que han servido para el diseño de la estructura del pavimento.

El tipo de suelo que presenta el distrito de Sicaya es variable con la presencia de distintos tipos de suelos como arenas arcillosas, gravas mal graduadas, gravas arcillosas, las cuales se distribuyen de acuerdo a la morfología del suelo.

Estudio de Tráfico Vial:

La vida útil de un pavimento depende fundamentalmente de su diseño estructural, y la cantidad de tránsito vehicular asociada al carril de diseño de una vía; y para obtener un buen diseño, se requiere de múltiples estudios de ingeniería, siendo uno de los más importantes el Estudio de Tráfico, el cual permitirá conocer las diferentes solicitaciones de cargas a las que será sometido el pavimento a diseñar. Estas cargas producirán esfuerzos de tensión y deformación en la estructura del pavimento, produciendo diferentes tipos de fallas estructurales; por lo que es de vital importancia realizar un correcto Estudio de Tráfico vehicular y hacer una proyección de crecimiento futuro para una vida útil mínima de 20 años manteniendo

a la vía en constante periodo de transitabilidad y Serviciabilidad (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

Ubicación de la Zona en Estudio:

La Zona de Estudio donde se realizó el diseño, se encuentra en el Jr. Tomas Gutarra Solís del Distrito de Sicaya, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. (Es una zona donde se encuentran instituciones Educativas, grifo, etc.).

Recopilación de Datos:

Para la recopilación de la información requerida para el cálculo del IMDA, se realizó el conteo de vehículos mediante su clasificación correspondiente, dando seguimiento a las recomendaciones del Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2013. Este conteo vehicular, se realizó por 7 días consecutivos, las 24 horas del día.

Estos datos obtenidos, servirán para determinar el volumen de tránsito vehicular, el cual estará sometida diariamente la vía y nos permitirá posteriormente calcular el IMDA (Índice Medio Diaria Anual) y el EE (Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes), siendo datos importantes para realizar el Diseño del Pavimento.

El día inicio de la toma de datos fue el 07 de noviembre del 2022, y el Fin de toma de datos fue el 13 de noviembre del 2022; haciendo un total de toma de datos de 7 días consecutivos.

Conteo de Tránsito Vehicular:

La siguiente tabla, se muestra los datos obtenidos del conteo de vehicular, mediante su respectiva clasificación, la cual se realizó en el Jr. Tomás Gutarra Solís.

a) Conteo de tránsito a nivel de del día y tipo de vehículos

En la siguiente tabla, se muestra los datos obtenidos del conteo de vehículos, mediante su respectiva clasificación, la cual se realizó en la Jr. Tomás Gutarra Solís.

TABLA 20. CONTEO DE TRÁFICO.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Moto	54	50	48	46	46	49	53
Moto taxi	56	52	48	48	49	50	56
Camioneta	60	58	56	55	53	55	59
Autos	32	24	30	28	28	30	45
Bus B2	13	8	12	10	10	11	9
Camión C2	15	12	17	13	13	14	13
Camion C3	13	11	9	11	12	12	15
2S1	5	5	3	4	3	1	5
3S3	4	3	3	1	1	1	2
3T2	0	0	0	0	0	0	0
3T3	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	252	223	226	216	215	223	257

Fuente: Elaboración de Propia.

Cálculo del IMDA:

Para determinar el diseño del pavimento, se determina el Índice Medio Diario Semanal (IMDS), calculando así el promedio de los valores de volumen de tráfico Vehicular, correspondientes a una semana, los cuales se muestran en la siguiente Tabla N°5.

TABLA 21. Cálculo del Índice Medio Semanal (IMDs).

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total, semana	IMDS
Moto	54	50	48	46	46	49	53	346	49.43
Moto taxi	56	52	48	48	49	50	56	359	51.29
Camioneta	60	58	56	55	53	55	59	396	56.57
Autos	32	24	30	28	28	30	45	217	31
Bus B2	13	8	12	10	10	11	9	73	10.43
Camión C2	15	12	17	13	13	14	13	97	13.85
Camión C3	13	11	9	11	12	12	15	83	11.86
2S1	5	5	3	4	3	1	5	26	3.71
3S3	4	3	3	1	1	1	2	15	2.14
3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	252	223	226	216	215	223	257	1473	230.28

Fuente: Elaboración de Propia.

Se obtuvieron índices medios diarios (IMDa) para cada tipo de vehículo.

Determinación de los factores de corrección promedio de la estación de peaje cercano al camino.

F.C.E. Vehículos ligero : 1.31343700

F.C.E. Vehículos pesados : 1.16275300

Nota: Utilizar los datos del MTC y/o MEF

$$IMDA = IMDS \times FC$$

TABLA 22. CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA).

CALCULO DE INDICE MEDIO ANUAL			
VEHÍCULO	IMDS	FC	IMDA
Moto	49.43	1.3134370	65
Moto taxi	51.29	1.3134370	67
Camioneta	56.57	1.3134370	74
Autos	31	1.3134370	41
Bus B2	10.43	1.1627530	12
Camión C2	13.85	1.1627530	16
Camión C3	11.86	1.1627530	14
2S1	3.71	1.1627530	4
3S3	2.14	1.1627530	2
3T2	0	1.1627530	0
3T3	0	1.1627530	0
IMDA= 295			295

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 23: CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES (EAL):





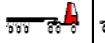
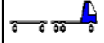
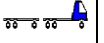
CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES (EAL), UTILIZANDO LOS FACTORES DE CARGA SEGÚN EL REGLAMENTO																	
Proyecto																	
Cálculo del N° de repeticiones de Ejes Equivalentes (8.2 Tn) Fuente de Fc x Fp																	
	Exp	Factor de crecimiento	Ligeros		Factor de crecimiento	Bus	Factor de crecimiento	Camiones	Factor de crecimiento	Camiones	Factor de crecimiento	2S1	3S3	3T2	3T3	Total	Total
			Autos	camionetas		B2		C2		C3							
Tráfico total			80	108												230	
Factor de carga Fc			0.001	0.001		4.50365371		4.50365371		3.2845802		7.74194067	4.70500454	0	0		
Factor de presión Fp			1	1		1		1		1		1	1	1	1		
Fc x Fp			0.001	0.001		4.50365371		4.50365371		3.2845802		7.74194067	4.70500454	0	0		
Tasa de crecimiento=R	INEI 2022	5.3			5.3		5.3		5.3		5.3						
R/100 = r		0.053			0.053		0.053		0.053		0.053						
1 + r		1.053			1.053		1.053		1.053		1.053						
R a partir de 2016		3.3			3.3		3.3		3.3		3.3						
A partir de 2016		1.033			1.033		1.033		1.033		1.033						
Días del año		365	365	365		365		365		365		365	365	365	365		
Factor carril		0.5	0.5	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	0.5	0.5	0.5		
IMDa x Fc x Fp x 365			15	20	0	8573		11384		7109		5242	1838	0	0		
2022	1	1.00	14.68	-	1.00	8,572.59	1.00	11,383.55	1.00	7,109.31	1.00	5,241.87	1,837.54	0	0	34160	3.42.E+04
2023	2	2.05	30.13	40.41	2.05	17,599.53	2.05	23,370.42	2.05	14,595.41	2.05	10,761.57	3,772.47	0	0	70170	7.02.E+04
2024	3	3.16	46.41	62.24	3.16	27,104.90	3.16	35,992.60	3.16	22,478.28	3.16	16,573.81	5,809.95	0	0	108068	1.08.E+05
2025	4	4.33	63.55	85.22	4.33	37,114.05	4.26	48,540.72	4.26	30,314.89	4.26	22,351.94	7,835.47	0	0	146306	1.46.E+05
2026	5	5.56	81.60	109.42	5.47	46,875.48	5.40	61,502.93	5.40	38,410.11	5.40	28,320.75	9,927.84	0	0	185228	1.85.E+05
2027	6	6.85	100.60	134.91	6.64	56,959.04	6.58	74,892.89	6.58	46,772.48	6.58	34,486.53	12,089.26	0	0	225436	2.25.E+05
2028	7	8.22	120.61	161.74	7.86	67,375.35	7.79	88,724.71	7.79	55,410.80	7.79	40,855.79	14,322.00	0	0	266971	2.67.E+05
2029	8	9.65	141.68	190.00	9.11	78,135.41	9.05	103,012.99	9.05	64,334.18	9.05	47,435.23	16,628.42	0	0	309878	3.10.E+05
2030	9	11.16	163.87	219.75	10.41	89,250.54	10.35	117,772.78	10.35	73,552.04	10.35	54,231.79	19,010.96	0	0	354202	3.54.E+05
2031	10	12.76	187.23	251.08	11.75	100,732.48	11.69	133,019.65	11.69	83,074.09	11.69	61,252.63	21,472.12	0	0	399989	4.00.E+05
2032	11	14.43	211.83	284.08	13.13	112,593.31	13.07	148,769.66	13.07	92,910.36	13.07	68,505.17	24,014.49	0	0	447289	4.47.E+05
2033	12	16.20	237.74	318.82	14.56	124,845.56	14.50	165,039.42	14.50	103,071.23	14.50	75,997.04	26,640.77	0	0	496151	4.96.E+05
2034	13	18.05	265.02	355.40	16.04	137,502.13	15.97	181,846.08	15.97	113,567.42	15.97	83,736.14	29,353.71	0	0	546626	5.47.E+05
2035	14	20.01	293.74	393.92	17.56	150,576.37	17.50	199,207.36	17.50	124,409.97	17.50	91,730.63	32,156.18	0	0	598768	5.99.E+05
2036	15	22.07	323.99	434.48	19.14	164,082.05	19.08	217,141.57	19.08	135,610.33	19.08	99,988.94	35,051.13	0	0	652632	6.53.E+05
2037	16	24.24	355.84	477.19	20.77	178,033.43	20.70	235,667.60	20.70	147,180.30	20.70	108,519.77	38,041.61	0	0	708276	7.08.E+05
2038	17	26.53	389.37	522.17	22.45	192,445.20	22.38	254,805.00	22.38	159,132.08	22.38	117,332.12	41,130.78	0	0	765757	7.66.E+05
2039	18	28.93	424.69	569.53	24.19	207,332.56	24.12	274,573.92	24.12	171,478.27	24.12	126,435.28	44,321.90	0	0	825136	8.25.E+05
2040	19	31.47	461.88	619.40	25.98	222,711.20	25.91	294,995.22	25.91	184,231.88	25.91	135,838.84	47,618.32	0	0	886477	8.86.E+05
2041	20	34.13	501.03	671.91	27.83	238,597.33	27.77	316,090.43	27.77	197,406.36	27.77	145,552.72	51,023.52	0	0	949843	9.50.E+05
2042	21	36.94	542.27	727.20	29.75	255,007.71	29.68	337,881.77	29.68	211,015.60	29.68	155,587.16	54,541.09	0	0	1015303	1,015,302.81

TABLA 24: FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA LEGAL POR EJE Y VEHÍCULO.
















FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA LEGAL POR EJE Y VEHICULO								
SIMBOLO	DIAGRAMA	DESCRIPCION	EJE DELANTERO	EJE POSTERIOR				TOTAL
				1er. EJE	2do. EJE	3er. EJE	4to. EJE	
B2		CARGA(TON)	7	11				18
		F.EE.	1.2654	3.2383				4.50365
B3		CARGA(TON)	7	18				25
		F.EE.	1.2654	2.0192				3.28458
C2		CARGA(TON)	7	11				18
		F.EE.	1.2654	3.2383				4.50365
C3		CARGA(TON)	7	18				25
		F.EE.	1.2654	2.0192				3.28458
C4		CARGA(TON)	7	25				32
		F.EE.	1.2654	1.42042				2.68579
2S1		CARGA(TON)	7	11	11			29
		F.EE.	1.2654	3.2383	3.2383			7.74194
2S2		CARGA(TON)	7	11	18			36
		F.EE.	1.2654	3.2383	2.0192			6.52287
2S3		CARGA(TON)	7	11	25			43
		F.EE.	1.2654	3.2383	1.42042			5.92408
3S1		CARGA(TON)	7	18	11			36
		F.EE.	1.2654	2.0192	3.2383			6.52287
3S2		CARGA(TON)	7	18	18			43
		F.EE.	1.2654	2.0192	2.0192			5.30379
3S3		CARGA(TON)	7	18	25			50
		F.EE.	1.2654	2.0192	1.42042			4.70500
2T2		CARGA(TON)	7	11	11	11		40
		F.EE.	1.2654	3.2383	3.2383	3.2383		10.98023
2T3		CARGA(TON)	7	11	11	18		47
		F.EE.	1.2654	3.2383	3.2383	2.0192		9.76115
3T2		CARGA(TON)	7	18	11	11		47
		F.EE.	1.2654	2.0192	3.2383	3.2383		9.76115
3T3		CARGA(TON)	7	18	11	18		54
		F.EE.	1.2654	2.0192	3.2383	2.0192		8.54208

TABLA 25. NÚMERO DE REPETICIONES DE E.E. DE 8.2 TN.

	Nrep de EE 8.2t
Ambos Sentidos	1, 015,302.81 EE.

Clasificación de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

El número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn es de 1, 015,302.81 EE según el “Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014”, se clasificó como un Tipo de Trafico Tp5, el cual se encuentra en el rango de 1, 000,000 EE y 1, 500,000 EE.

TABLA 26. TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE.

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
Tp ₀	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
Tp ₁	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
Tp ₂	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
Tp ₃	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
Tp ₄	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
Tp ₅	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE

Tp ₆	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
Tp ₇	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
Tp ₈	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Tp ₉	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
Tp ₁₀	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
Tp ₁₁	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
Tp ₁₂	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
Tp ₁₃	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
Tp ₁₄	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
Tp ₁₅	> 30'000,000 EE

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

Estudio de Mecánica de Suelos:

Recolección de Muestras:

Según la “Norma técnica de Edificación CE.010 para pavimentos urbanos habilitaciones corresponde a un pavimento: Local.

Donde nos indica que el número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la tabla 27, con un mínimo de tres (03):

TABLA 27 : TIPO DE VÍA

TIPO DE VÍA	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	AREA (M2)
EXPRESAS	1 cada	1000
ARTERIALES	1 cada	1200
COLECTORAS	1 cada	1500
LOCALES	1 cada	1800

Fuente: Norma técnica de Edificación CE.010 para pavimentos urbanos.

Por consiguiente, se realizaron 4 calicatas de los puntos más críticos ya que se contaba con los estudios de suelos de las calles colindantes, donde cada calicata tiene una profundidad de 1.50 m respecto al nivel de sub rasante.

TABLA 28. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.

Nº CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (km)
C-1	M-1	1.50	0+001
C-2	M-2	1.50	0+200
C-3	M-3	1.50	0+300
C-4	M-4	1.50	0+375

Fuente: *Elaboración Propia.*

Resultados del Laboratorio de Suelos:

En el laboratorio de Suelos se realizaron los siguientes ensayos:

- **Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D- 422**

El fin del ensayo es determinar la distribución de las diferentes dimensiones de partículas que presenta el suelo, con el fin de clasificarlos según su tamaño.

Se introdujeron las muestras en una serie de tamices ordenados según el tamaño de abertura.

Los resultados de las 4 muestras fueron clasificados en grava, arena y fino, cuyos porcentajes fueron los siguientes:

TABLA 29. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.

Nº DE CALICATA	MUESTRA	%GRAVA	%ARENA	%FINO
C-1	M-1	6.6	47.7	45.7
C-2	M-2	40.6	38.80	20.6
C-3	M-3	41.3	38.20	20.5
C-4	M-4	71.3	22.5	6.2

Fuente: Elaboración Propia.

- **Contenido de Humedad MTC E 108**

La prueba para determinar el contenido de humedad consiste en calcular la cantidad de agua en la muestra examinada. Los resultados de la prueba fueron los siguientes:

TABLA 30. CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº DE CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	M-1	13.2 %
C-2	M-2	10.0 %
C-3	M-3	9.7 %
C-4	M-4	8.5 %

Fuente: Elaboración Propia

- **Proctor Modificado ASTM D-1557**

El propósito de la prueba Proctor modificada es averiguar la relación entre el contenido de agua del suelo y el peso unitario seco. Así que los resultados fueron:

TABLA 31: PROCTOR MODIFICADO.

N° DE CALICATA	MUESTRA	COMPACTACIÓN	
		DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	M-1	1.920 gr/cm ³	13.2 %
C-2	M-2	2.050 gr/cm ³	10.0 %
C-3	M-3	2.062 gr/cm ³	9.7 %
C-4	M-4	2.093 gr/cm ³	8.5%

Fuente: Elaboración Propia.

- **CBR (California Bearing Ratio) ASTM D- 188**

Usando la prueba CBR, podemos determinar la durabilidad del suelo y determinar la calidad del suelo que se aplicara en el pavimento. Los resultados para las diferentes muestras al 95% y al 100% fueron los siguientes.

TABLA 32: CALIFORNIA BEARING RATIO.

N° DE CALICATA	MUESTRA	CBR (95%)	CBR (100%)
C-1	M-1	18.50 %	24.35 %
C-2	M-2	19.40 %	27.48 %
C-3	M-3	20.30 %	27.17 %
C-4	M-4	23.91 %	29.44 %

Fuente: Elaboración Propia.

Según el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, para determinar el CBR de diseño, en los sectores con menos de 5 valores, se acogerán a los siguientes criterios:

- Si los valores obtenidos son parecidos o similares, se deberá tomar el valor promedio.

- Si los valores no son parecidos o no son similares, se recomienda tomar el valor más crítico (el más bajo) o subdividir la sección a fin de agrupar.

Debido a que las 4 muestras presentan un CBR no similar; se procedió a tomar el valor más crítico, obteniendo un CBR igual a 18.50 %.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS:

Según el capítulo N°04 de la norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, se determina que se trabajara con la metodología AASHTO-93.

- Metodología de diseño AASHTO 93:

Este método precisa que, para realizar la ejecución nueva de un pavimento, éste iniciará brindando su servicio a un nivel alto, y al transcurrir el tiempo y con este las diferentes cargas efectuadas de tránsito, el nivel de servicio disminuirá.

Con este método, el nivel de servicio final se debe mantener hasta terminar su periodo de vida útil.

Con la iteración de este método, se asumirá espesores de losa del pavimento, hasta que la ecuación AASHTO 93 alcance un equilibrio. La dimensión o espesor de la losa de concreto calculado, soportara las cargas de diseño determinadas, sin afectar la estructura ni el nivel de servicio.

Figura 13. Ecuación del Diseño de Pavimento Rígido.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{3.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

Dónde:

W18 = Número de Cargas de 18 Kips (80kN) previstas

ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S0 = desvió estándar de todas las variables

D = Espesor de la Losa del pavimento en pulgadas.

ΔPSI = Pérdida de servicialidad Prevista en el diseño.

Pt = Servicialidad final

S'c = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = Coeficiente de drenaje.

Ec = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en PCI (PSI/pulg).

Para determinar el espesor del pavimento Rígido, se puede efectuar la formula AASHTO 93.

- **Módulo de Reacción de la Sub Rasante (Kc):**

Es el parámetro que caracteriza al tipo de subrasante, este valor se obtiene mediante el Ensayo de Placa, ASTM D-1196 Y AASHTO T-222. El método AASHTO presenta la alternativa de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K en función al CBR y clasificación de suelo de la subrasante.

Para determinar el Módulo de reacción de la Sub Rasante, en esta investigación usaremos la siguiente ecuación:

FIGURA 9: ECUACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE.

$$Kc \text{ (kg/cm}^3\text{)} = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{K1}{K0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} * K0$$

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

CBR < 10; K=2.55 + 52.5 (Log (CBR)) Mpa/m

CBR > 10; K=46 + 9.08 (Log (CBR)) 4.34 Mpa/m.

Donde:

Kc (kg/cm³): Coeficiente de reacción combinado.

K1 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la sub base.

K0 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subrasante.

H: Espesor de la sub base granular.

Tabla 24. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc)

K0= 000.0, K1= 223.44, H= 20 CM.

K=71 PCI.

- **Módulo Elástico del Concreto:**

Este factor se puede obtener a partir de la resistencia a la compresión o flexotracción del concreto, que forma las correlaciones ya definidas.

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

TABLA 33. MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO SEGÚN AASHTO 93.

MÓDULO DE ELASTICIDAD		
Resistencia del concreto (f'c)	Lbs/pulg2	PSI
f'c= 280 kg/cm2	3983	3597327
f'c= 300 kg/cm2	4267	3723369
f'c= 350 kg/cm2	4978	4021631

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al EE calculado para este proyecto se tomará un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, obteniendo su Módulo de Elasticidad equivalente a: $E_c = 3'597, 327 \text{ PSI}$.

- **Módulo de Rotura del Concreto (Mr):**

TABLA 34: VALORES RECOMENDADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETOS SEGÚN RANGO DE TRÁFICO.

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

Fuente: “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.”- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú”.

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

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

TABLA 35. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO (S'c): **DONDE LOS VALORES “A” VARÍAN ENTRE 1.99 Y 3.18 DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DE AASHTO.**

$E = 2.4x\sqrt{f'c}$		
Resistencia del Concreto (f'c)	Kg/cm ²	PSI
f'c= 280 kg/cm ²	40.2	571.8
f'c= 300 kg/cm ²	41.6	591.7
f'c= 350 kg/cm ²	44.9	638.6

Fuente: *Elaboración Propia.*

El valor obtenido de Módulo de Rotura del concreto (S'c) para un f'c=280 kg/cm² es:

$S'c = 571.8 \text{ PSI}$

En dicho parámetro se expresa la capacidad que tiene la estructura para transferir las cargas entre juntas y fisuras, dependiendo al tipo de pavimento de concreto a ejecutar o construir, la existencia o no de bermas laterales y la utilización de elementos para transferencia de carga.

- **TRANSFERENCIA DE CARGAS (J): El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto.**

TABLA 36: COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

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

Fuente: "Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos."- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú".

El valor de coeficiente de Transferencia de Carga utilizado es de:

$$J = 3.8$$

- **Coefficiente de Drenaje (Cd):**

Según AASHTO, el coeficiente de drenaje es bueno con un valor de 1,00. Dependiendo de los diversos factores que influyen en el comportamiento estructural del pavimento, así como la calidad del drenaje previsto para las capas de pavimento; cuanto mayor sea el valor de Cd, mejor será el drenaje, lo que favorece la reducción del espesor de la capa de rodadura de concreto.

TABLA 37. COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS GRANULARES.

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

Fuente: "Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos."- Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú".

Para este proyecto se está utilizando un coeficiente de drenaje de:

Cd= 1

- **Pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI)**

AASHTO califica esto como la capacidad del pavimento para manejar el tráfico circulante en la carretera y se califica en una escala de 0 a 5, donde 0 es una calificación intransitable y 5 es una calificación excelente.

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Parte Suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -201- MTC/14, nos muestra una tabla de valores para el

cálculo de la tasa de mantenimiento inicial y final en función del tipo de vía y el volumen de tránsito o ejes equivalentes calculados.

Para este proyecto, se obtuvieron los siguientes valores:

P0= Índice de Serviciabilidad Inicial =4.30

P0= Índice de Serviciabilidad Final =2.50

Δ PSI= 1.80.

TABLA 38. DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD APSI, SEGÚN EL RANGO DE TRÁFICO.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50

Resto de Caminos	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14.

- **Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr).**

El propósito de este parámetro es cuantificar la variación de los materiales utilizados, el proceso de construcción y la calidad de la construcción. Es un factor de seguridad que consiste en el crecimiento esperado estadísticamente del tráfico en estudio durante el periodo de planificación.

La siguiente tabla muestra la confiabilidad en función del volumen de tráfico o de los ejes correspondientes y tipo de vía. 51.

TABLA 39. VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR) PARA UNA SOLA ETAPA DE 20 AÑOS SEGÚN RANGO DE TRÁFICO.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TPo	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	80%	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036

Resto de Caminos	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5, 000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14.

Los valores obtenidos para confiabilidad y desviación estándar normal, de acuerdo a la cantidad de tráfico es:

R= 85% Zr= -1.036

- **Desviación Estándar Total (So):**

Un rango típico recomendado por AASHTO es $0.30 < So < 0.40$, por lo que en este proyecto se toma como media de la desviación estándar total, que corresponde a:

So= 0.37

Número de Repeticiones de EE. De 8.2 ton (W18)

El Número de repeticiones calculado para la zona es:

W18= 1, 015,302.81

Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño.

Método Analítico.

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_D + 7.35 \log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Datos:

W18	1, 015,302.81 EE.
Zr	-1.036
So	0.37
ΔPSI	1.80
S'c	571.8
Cd	1
Ec	3 597 ,327
k	70.73 PCI
J	3.8
Pt	2.50
D	8.00 pulg

Se obtiene el valor del espesor de la losa del pavimento:

DISEÑO TEÓRICO:

LOSA DE CONCRETO	D1 =8.00 pulg	20.00 cm
<i>CAPA SUB BASE</i>	DSB =8.00 pulg	20.00 cm
SUB RASANTE	Mej Sub Rasante	0.00 cm

LOSA DE CONCRETO	D1 =8.00 pulg	20.00 cm
<i>CAPA SUB BASE</i>	DSB =8.00 pulg	20.00 cm
SUB RASANTE	Mej Sub Rasante	15.00 cm

D= 8.0 Pulg = 0.20m.

Se usará el espesor:

D= 0.20 m.

Para el diseño final del pavimento rígido AASHTO 93. Para Jr. Tomás Gutarra Solís, distrito de Sicaya, provincia de Huancayo, departamento de Junín, se tomó un diseño de análisis más exacto y preciso.

Por lo que el espesor de la losa será:

D = 0.20 m.

- **Cálculo de las Juntas Longitudinales y Juntas Transversales:**

El propósito del diseño de juntas en la losa del pavimento, es controlar la fisuración y agrietamiento producidos por el efecto de contracción que sufre el concreto por la pérdida de humedad y a la exposición al medio ambiente.

La longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.5m según el *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. N. ° 10 -2014 - MTC/14.*

El ancho de carril para este proyecto es de 2.40 y la longitud máxima debe ser de 3.00, por lo que se diseñaran paños de 2.40 m x 3.00.

Figura 17. Dimensiones de Pavimento Rígido.

ANCHO DE CARRIL (M)=ANCHO DE LOSA (M)	2.40 m
LONGITUD DE LOSA (M)	3.00 m
ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO	20 cm

Fuente: Elaboración propia.

a) ANÁLISIS ECONÓMICO:

Para este análisis, se ha determinado el costo de ejecución por la metodología AASHTO 93 para análisis de pavimento rígido, utilizada en el proyecto. METRADO PAVIMENTO Para este análisis, se ha determinado el tiempo de ejecución real por la metodología AASHTO 93 para análisis de pavimento rígido utilizada en el proyecto: Cronograma de pavimento rígido - método AASHTO 93.

TABLA 40 METRADO PAVIMENTO RÍGIDO MÉTODO AASHTO 93.

Ítem	Descripción	Und.	Metrado
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.01	CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	2,282.21
01.02	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,511.09
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,852.77
02	SUB BASE GRANULAR		
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	702.22
03	PAVIMENTO DE CONCRETO		
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO	m2	576.83
03.02	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 CON PARA PAVIMENTO RÍGIDO	m3	601.90
03.03	DOWELLS DE ACERO LISO Ø 5/8"	m	1,755.60
03.04	ACABADO EN PAVIMENTO RÍGIDO	m2	3,009.50

03.05	RELLENO DE JUNTAS	m	2,884.15
-------	-------------------	---	----------

Fuente: Elaboración propia.

PRESUPUESTO:

010

Página

1

Presupuesto

Presupuesto	0202010	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLÍS, SICAYA 2023		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO AASHTO 93		
Cliente	S10 S.A.C.		Costo al	17/10/2022
Lugar	JUNIN - HUANCAYO - SICAYA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				61,291.00
01.01	CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	2,282.21	10.73	24,488.11
01.02	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,511.09	3.34	11,727.04
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,652.77	8.79	25,075.85
02	SUB BASE GRANULAR				33,531.01
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	702.22	47.75	33,531.01
03	PAVIMENTO DE CONCRETO				325,979.19
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO	m2	576.83	30.54	17,616.39
03.02	CONCRETO FC=280 KG/CM2 CON PARA PAVIMENTO RÍGIDO	m3	601.90	464.00	279,291.60
03.03	DOWELLS DE ACERO LISO Ø 5/8"	m	1,755.60	8.67	15,221.05
03.04	ACABADO EN PAVIMENTO RÍGIDO	m2	3,009.50	1.51	4,544.35
03.05	RELLENO DE JUNTAS	m	2,884.15	3.23	9,315.80
	Costo Directo				420,801.20

SON : CUATROCIENTOS VENTE MIL OCHOCIENTOS UNO Y 20/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0202010 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLÍS, SICAYA 2023						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO AASHTO 93					Fecha presupuesto	17/10/2022
Partida	01.01 CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUB RASANTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3		10.73	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	15.00	0.48
							0.48
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.48	0.01
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS		hm	1.0000	0.0320	320.00	10.24
							10.25
Partida	01.02 CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m2		3.34	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0067	15.00	0.10
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0133	12.00	0.16
							0.26
	Equipos						
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	1.0000	0.0067	180.00	1.21
0301200001	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.0067	220.00	1.47
03012200050001	CAMION CISTERNA (2.500 GLNS.)		hm	0.5000	0.0033	120.00	0.40
							3.08
Partida	01.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		8.79	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0114	15.00	0.17
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.0114	12.00	0.14
							0.31
	Equipos						
0301160001	CARGADOR FRONTAL		hm	1.0000	0.0229	250.00	5.73
03012200040001	CAMION VOLCUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0229	120.00	2.75
							8.48
Partida	02.01 SUB BASE GRANULAR						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.000.0000	EQ. 1.000.0000	Costo unitario directo por : m3		47.75	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0080	15.00	0.12
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0160	12.00	0.19
							0.31
	Materiales						
0207040003	MATERIAL DE SUB BASE		m3		1.2500	35.00	43.75
							43.75
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.31	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
0301200001	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.0080	220.00	1.76
03012200050001	CAMION CISTERNA (2.500 GLNS.)		hm	0.5000	0.0040	120.00	0.48
							3.69

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0202010 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLÍS, SICAYA 2023						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO AASHTO 93				Fecha presupuesto	17/10/2022	
Partido	03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO: 15.0000	EQ: 15.0000	Costo unitario directo por : m2		30.54	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	18.00	9.60
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2867	12.00	3.20
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1200	6.00	0.72
0231010003	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO		p2		3.2000	5.20	16.64
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	12.80	0.38
0.38							
Partido	03.02 CONCRETO F'c=280 KG/CM2 CON PARA PAVIMENTO RÍGIDO						
Rendimiento	m3/DIA	MO: 16.0000	EQ: 16.0000	Costo unitario directo por : m3		464.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.0000	18.00	18.00
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.0000	15.00	15.00
0101010005	PEON		hh	8.0000	4.0000	12.00	48.00
81.00							
Materiales							
0207010001	PIEDRA CHANCADA		m3		0.7000	85.00	59.50
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.8200	65.00	39.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		10.1000	27.00	272.70
02801300210004	AGUA		m3		0.1800	10.00	1.80
373.00							
Equipos							
03012900010006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50'		hm	0.5000	0.2500	10.00	2.50
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hna	1.0000	0.5000	15.00	7.50
10.00							
Partido	03.03 DOWELS DE ACERO LISO Ø 5/8"						
Rendimiento	m/DIA	MO: 250.0000	EQ: 250.0000	Costo unitario directo por : m		8.67	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0180	15.00	0.24
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0320	12.00	0.38
0.62							
Materiales							
02040800010017	ACERO LISO 5/8"		m		1.0500	6.50	6.83
0206010002	TUBERIA PVC-Ø 3/4"		m		0.6000	2.00	1.20
8.03							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.62	0.02
0.02							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0202010 ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLIS, SICAYA 2023							
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO AASHTO 93						Fecha presupuesto	17/10/2022
Partida	03.04 ACABADO EN PAVIMENTO RIGIDO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2			1.51	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.	Parcial Si.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	4.0000	0.0800	18.00	1.44	
							1.44	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo.		5.0000	1.44	0.07	
							0.07	
Partida	03.05 RELLENO DE JUNTAS							
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			3.23	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.	Parcial Si.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	3.0000	0.0960	18.00	1.73	
							1.73	
	Materiales							
0222090006	CORDON PARA JUNTA ELASTOMERICO		m		1.0300	0.15	0.15	
02221800010012	SELLADOR ELASTICO POLIURETANO SIKAFLEX 1A		pza		0.0300	42.00	1.26	
							1.41	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo.		5.0000	1.73	0.09	
							0.09	

b). ANÁLISIS SOBRE EL TIEMPO DE EJECUCIÓN: Para este análisis, se ha determinado el tiempo de ejecución real en días calendario, por la metodología AASHTO 93 para análisis de pavimento rígido utilizada en el proyecto, con un total de 55 días calendario.

Id	Modo de Item tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	01	PAVIMENTO AASHTO	55 días	mié 22/1/22	lun 06/02/23
2	01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	13 días	mar 23/1/22	jue 09/1/22
3	01-01	CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUBRASANTE	10 días	mar 23/1/22	lun 06/1/22
4	01-02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	3 días	mar 05/1/22	jue 08/1/22
5	01-03	ELIMINACION DE MATERIA EXCEDENTE	9 días	jun 24/1/22	mar 08/2/22
6	02	SUB BASE GRANULAR	7 días	mar 23/1/22	mié 30/1/22
7	02-01	SUB BASE GRANULAR	7 días	mar 23/1/22	mié 30/1/22
8	03	PAVIMENTO DE CONCRETO	48 días	jue 01/1/22	lun 06/02/23
9	03-01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO	38 días	jue 01/1/22	mar 24/1/23
10	03-02	CONCRETO PC-280 KG/CM3 CON PARA PAVIMENTO RIGIDO	38 días	jun 05/1/22	mié 25/6/23
11	03-03	DOWELS DE ACERO LISO Ø 58'	38 días	jue 01/1/22	jun 23/1/23
12	03-04	ACABADO EN PAVIMENTO RIGIDO	38 días	mar 08/1/22	jue 28/1/23
13	03-05	RELLENO DE JUNTAS	38 días	jue 15/1/22	jun 06/02/23

<p>Tarea</p> <p>División</p> <p>Hito</p> <p>Resumen</p> <p>Resumen del proyecto</p> <p>Tarea Inactiva</p> <p>Hito Inactivo</p>	<p>Resumen inactivo</p> <p>Tarea manual</p> <p>Informe de resumen manual</p> <p>Resumen manual</p> <p>solo el comienzo</p> <p>solo fin</p>	<p>Resumen inactivo</p> <p>Tarea manual</p> <p>Informe de resumen manual</p> <p>Resumen manual</p> <p>solo el comienzo</p> <p>solo fin</p>	<p>Tareas externas</p> <p>Hito externo</p> <p>Fecha límite</p> <p>Progreso</p> <p>Progreso manual</p>
--	--	--	---

Proyecto: Pavimento AASHTO
Fecha: sáb 24/12/22

Página 1

C).ANÁLISIS SOBRE EL DESEMPEÑO :

ESFUERZOS LOCALIZADOS

FÓRMULAS DE BRADBURY

Borde de la losa	$\sigma_t = \frac{C * E * \alpha * \Delta t}{2}$
Interior de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{2} \left[\frac{(C1 + \mu C2)}{1 - \mu^2} \right]$
Esquina de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{3(1 - \mu)} \left[\sqrt{\frac{a}{l}} \right]$

RADIO DE RIGIDEZ RELATIVA

$$l = \sqrt[4]{\frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)k}}$$

E= 3,597,117.86 psi
 h= 8.00 plg
 μ= 0.15
 k= 275.23 pci

l= 27.4826318 plg

δt = Esfuerzo en el sitio considerado

E=Módulo elástico del concreto

α=Coeficiente de dilatación térmica del concreto (0.000005/°F)

Δt=Diferencia de temperatura entre las dos caras de la losa (gradiente)

C=Coeficiente que depende de la longitud de la losa y del radio de rigidez relativa

C1=Coeficiente en la dirección en la cual se calcula el esfuerzo

C2=Coeficiente en la dirección perpendicular a C1

μ=Relación de Poisson del concreto

a=Radio del área cargada en el borde de la losa

l=Radio de rigidez relativa

E=elasticidad del concreto

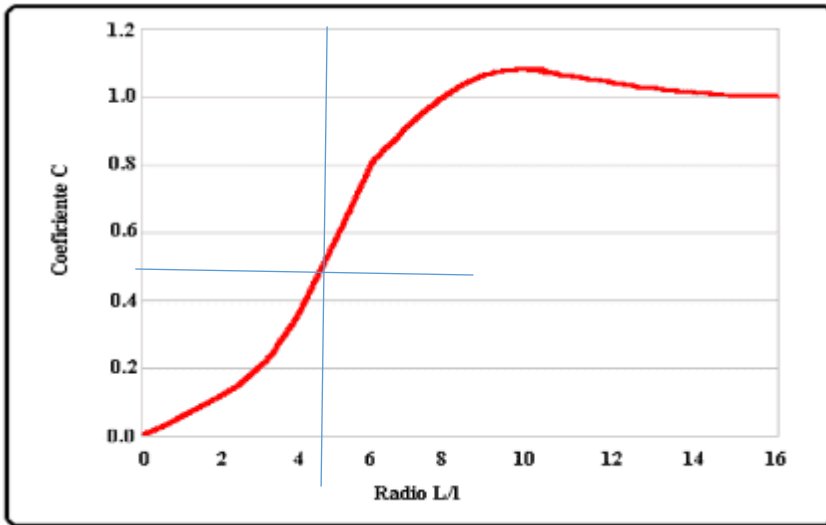
h=espesor de la losa

k=módulo de reacción del soporte

μ=Relación de Poisson del concreto

Bx (m) 2.40

By (m) 3.00



CALCULO DE C,C1YC2

$$B/l = 12 \times (B_x)/l$$

		Relacionar en ábaco	
B/l	3.43810555	C1	0.21
Bx/l	3.43810555	C2	0.21
By/l	4.29763194	C3	0.5

CALCULO DE ESFUERZOS

ESFUERZOS POR TEMPERATURA

FÓRMULAS DE BRADBURY

Borde de la losa	$\sigma_t = \frac{C * E * \alpha * \Delta t}{2}$
Interior de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{2} \left[\frac{(C1 + \mu C2)}{1 - \mu} \right]$
Esquina de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{3(1 - \mu)} \left[\frac{C}{\sqrt{r}} \right]$

RUPTURA 571.80 PSI

CALCULO DE ESFUERZOS

BORDE $\sigma_t =$ 40.79 PSI

T° sup 20 °C
T° inf 8 °C

OK!

INTERIOR	$\sigma_t =$	47.99	PSI	OK!
ESQUINA	$\sigma_t =$	76.89	PSI	OK!

ESFUERZOS POR CARGA DE TRÁFICO

FÓRMULAS DE WESTERGAARD ($\mu = 0.15$)

b = 6.53314711

Interior $\sigma_i = \frac{0.3162 P}{h^2} [4 \log (l/b) + 1.069]$ esfuerzo de tensión en el fondo de la losa

Borde $\sigma_b = \frac{0.572 P}{h^2} [4 \log (l/b) + 0.359]$ esfuerzo de tensión en el fondo de la losa

Esquina $\sigma_e = \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{a\sqrt{2}}{l} \right)^{0.6} \right]$ Esfuerzo de tensión en la parte superior de la losa

CARGA POR NEUMATICO

6 ton

BORDE	$\sigma_b =$	337.50	PSI	OK!
INTERIOR	$\sigma_i =$	232.97	PSI	OK!
ESQUINA	$\sigma_e =$	284.03	PSI	OK!

**ESFUERZOS
TOTALES**

Combinación de carga			Sobredimensionamiento	
378.29	PSI	OK!	1.51	51.16%
280.96	PSI	OK!	2.04	103.52%
360.92	PSI	OK!	1.58	58.43%

Diseño del Pavimento Rígido de Losas Cortas (TCP).

Parámetros del Diseño del Tipo de Pavimento

➤ Vida de Diseño

El periodo de diseño del pavimento rígido en el Perú es de 20 años como mínimo, siendo el Profesional encargado de obra quien puede ajustar el periodo de diseño, según especificaciones del proyecto y las condiciones requeridas por la Entidad. En este caso, la vida de diseño para el pavimento que se seleccionó fue de 20 años.

TABLA 41 PERIODOS DE DISEÑO.

Clasificación de la vía	Vida de Diseño (Años)
Rutas Locales y Calles	15-20
Calles Principales y Vías de Mediano Tráfico < 15*10 ⁶ EE	20
Carreteras Interurbanas y Vías de Alto Tráfico > 15*10 ⁶ EE	20-40

Fuente: TC PAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño.

Los datos que se consideró para utilizar el método TCP para pavimento rígido fueron:

- Que las dimensiones de las losas, solo sea soportada por un set de ruedas a la vez.
- Calcular los esfuerzos por temperatura, esfuerzos de carga de tráfico, esfuerzos totales.

Los datos que consideraremos para nuestro diseño son las siguientes:

- Periodo de diseño: 20 años

➤ **Largo de Losa**

La dimensión de la losa debe estar en un rango de 1,4 y 2,3 m, y en el caso de tráfico en más de una dirección, se reduce en 1,75 m como mínimo, con el fin de evitar que más de un set de ruedas cargue cada losa. (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2). Donde las dimensiones de losa de la presente investigación son de 1.2 x 1.2 m.

➤ **Espesor de Losa de Hormigón**

Es un factor importante en el desarrollo del pavimento, debido al costo y a la función que cumple, ya que es la capa que está en constante contacto vehicular. El rango en el que puede variar el espesor es de 60 mm a 250 mm. El programa es el encargado de determinar el espesor específico para cada tipo de tráfico. (TCPAVEMENTS: Documentación y Guía de Diseño, Optipave2).

a) **ANÁLISIS ECONÓMICO:**

Para este análisis, se ha determinado el costo de ejecución por la metodología TCP para pavimento rígido simulada en el proyecto.

TABLA 42 METRADO PAVIMENTO RÍGIDO MÉTODO LOSAS CORTAS (TCP).

Ítem	Descripción	Und.	Metrado
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.01	CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	1,755.54
01.02	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,511.09
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,194.43

02	SUB BASE GRANULAR		
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	526.66
03	PAVIMENTO DE CONCRETO		
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO	m2	225.71
03.02	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 CON FIBRAS PARA PAVIMENTO RÍGIDO	m3	361.14
03.03	ACABADO EN PAVIMENTO RIGIDO	m2	3,009.50
03.04	CORTE CON DISCO EN JUNTAS	m	1,252.80
03.05	RELLENO DE JUNTAS	m	2,884.15

Fuente: Elaboración propia.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0202010 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS
GUTARRA SOLÍS, SICAYA 2023
Subpresupuesto 002 PAVIMENTO TCP (LOSA CORTA)
Cliente S10 S.A.C. Costo al 17/10/2022
Lugar JUNIN - HUANCAYO - SICAYA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				49,853.02
01.01	CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	1,755.54	10.73	18,836.94
01.02	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,511.09	3.34	11,727.04
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,194.43	8.79	19,289.04
02	BASE GRANULAR				38,314.52
02.01	BASE GRANULAR	m3	526.66	72.75	38,314.52
03	PAVIMENTO DE CONCRETO				298,931.60
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO	m2	225.71	30.54	6,893.18
03.02	CONCRETO FC=280 KG/CM2 CON FIBRAS PARA PAVIMENTO RÍGIDO	m3	361.14	757.20	273,455.21
03.03	ACABADO EN PAVIMENTO RÍGIDO	m2	3,009.50	1.51	4,544.35
03.04	CORTE CON DISCO EN JUNTAS	m	1,252.80	3.77	4,723.06
03.05	RELLENO DE JUNTAS	m	2,884.15	3.23	9,315.80
	Costo Directo				387,000.14

SON : TRESCIENTOS OCHENTISIETE MIL NOVENTINUEVE Y 14/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0202010 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLÍS, SICAYA 2023

Subpresupuesto 002 PAVIMENTO TCP (LOSA CORTA)

Fecha presupuesto 17/10/2022

Partida 01.01 CORTE DE MATERIAL A NIVEL DE SUBRASANTE

Rendimiento m3/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m3 10.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	15.00	0.48
						0.48
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.48	0.01
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0320	320.00	10.24
						10.25

Partida 01.02 CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo unitario directo por : m2 3.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	15.00	0.10
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0133	12.00	0.16
						0.26
Equipos						
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0067	180.00	1.21
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0067	220.00	1.47
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.5000	0.0033	120.00	0.40
						3.08

Partida 01.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m3 8.79

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0114	15.00	0.17
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.0114	12.00	0.14
						0.31
Equipos						
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0229	250.00	5.73
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0229	120.00	2.75
						8.48

Partida 02.01 BASE GRANULAR

Rendimiento m3/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000 Costo unitario directo por : m3 72.75

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	15.00	0.12
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	12.00	0.19
						0.31
Materiales						
0207040005	MATERIAL DE BASE GRANULAR	m3		1.2500	55.00	68.75
						68.75
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.31	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0080	220.00	1.76
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.5000	0.0040	120.00	0.48
						3.69

Fecha : 15/12/2022 15:34:04

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0202010 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLÍS, SICAYA 2023						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO AASHTO 93			Fecha presupuesto	17/10/2022		
Parida	03.01 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSAS DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			30.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	18.00	9.60
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2967	12.00	3.20
							12.80
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1200	6.00	0.72
0231010003	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO		p2		3.2000	5.20	16.64
							17.36
	Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	12.80	0.38
							0.38
Parida	03.02 CONCRETO F'c=280 KG/CM2 CON PARA PAVIMENTO RÍGIDO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3			464.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.0000	18.00	18.00
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.0000	15.00	15.00
0101010005	PEON		hh	8.0000	4.0000	12.00	48.00
							81.00
	Materiales						
0207010001	PIEDRA CHANCADA		m3		0.7000	85.00	59.50
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.6000	65.00	39.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		10.1000	27.00	272.70
02801300210004	AGUA		m3		0.1800	10.00	1.80
							373.00
	Equipos						
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50'		hma	0.5000	0.2500	10.00	2.50
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hma	1.0000	0.5000	15.00	7.50
							10.00
Parida	03.03 DOWELS DE ACERO LISO Ø 5/8"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			8.67
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0160	15.00	0.24
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0320	12.00	0.38
							0.62
	Materiales						
02040800010017	ACERO LISO 5/8"		m		1.0500	6.50	6.83
0206010002	TUBERIA PVC-Ø 3/4"		m		0.6000	2.00	1.20
							8.03
	Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.62	0.02
							0.02

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0202010 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRON TOMAS GUTARRA SOLIS, SICAYA 2023

Subpresupuesto 002 PAVIMENTO TCP (LOSA CORTA)

Fecha presupuesto 17/10/2022

Partida 03.04 CORTE CON DISCO EN JUNTAS

Rendimiento m/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m 3.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	18.00	0.72
0.72						
Materiales						
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.0050	450.00	2.25
2.25						
Equipos						
0301110002	CORTADORA DE CONCRETO 14"	hm	1.0000	0.0400	20.00	0.80
0.80						

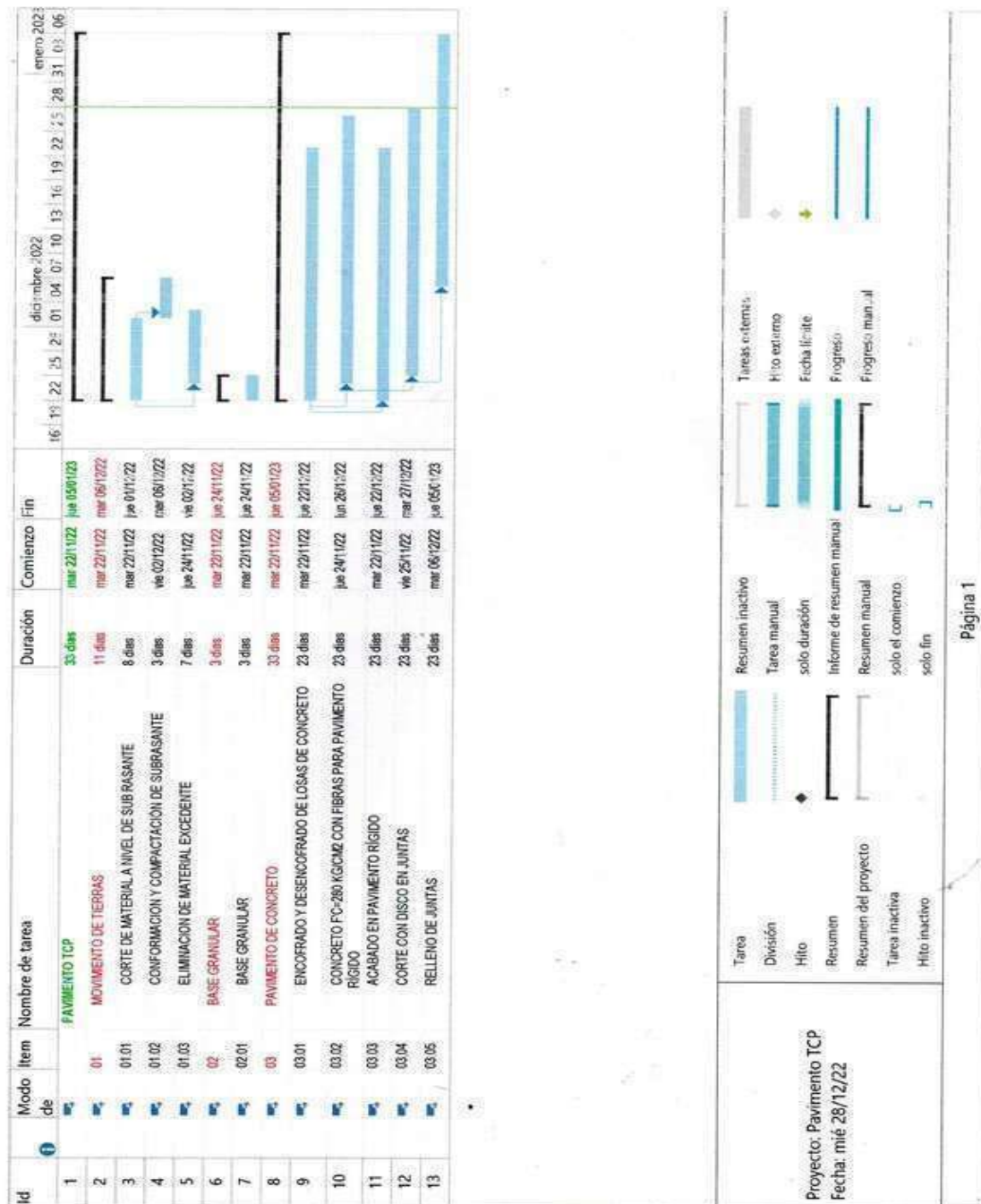
Partida 03.05 RELLENO DE JUNTAS

Rendimiento m/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m 3.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0960	18.00	1.73
1.73						
Materiales						
0222060006	CORDON PARA JUNTA ELASTOMÉRICO	m		1.0300	0.15	0.15
02221600010012	SELLADOR ELASTICO POLIURETANO SIKAFLEX 1A	pa		0.0300	42.00	1.26
1.41						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.73	0.09
0.09						

b) ANÁLISIS SOBRE EL TIEMPO DE EJECUCIÓN:

Para este análisis, se ha determinado el tiempo de ejecución por la metodología TCP para pavimento rígido simulada en el proyecto, es de 33 días calendarios.



C) ANÁLISIS DESEMPEÑO

ESFUERZOS LOCALIZADOS

FÓRMULAS DE BRADBURY

Borde de la losa	$\sigma_t = \frac{C * E * \alpha * \Delta t}{2}$
Interior de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{2} \left[\frac{(C1 + \mu C2)}{1 - \mu^2} \right]$
Esquina de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{3(1 - \mu)} \left[\sqrt{\frac{a}{l}} \right]$

RADIO DE RIGIDEZ RELATIVA

$$l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)k}}$$

δt = Esfuerzo en el sitio considerado

E=Módulo elástico del concreto

α =Coeficiente de dilatación térmica del concreto
(0.000005/°F)

Δt =Diferencia de temperatura entre las dos caras de la losa
(gradiente)

C=Coeficiente que depende de la longitud de la losa y del radio de rigidez relativa

C1=Coeficiente en la dirección en la cual se calcula el esfuerzo

C2=Coeficiente en la dirección perpendicular a C1

μ =Relación de Poisson del concreto

a=Radio del área cargada en el borde de la losa

l=Radio de rigidez relativa

E=elasticidad del concreto

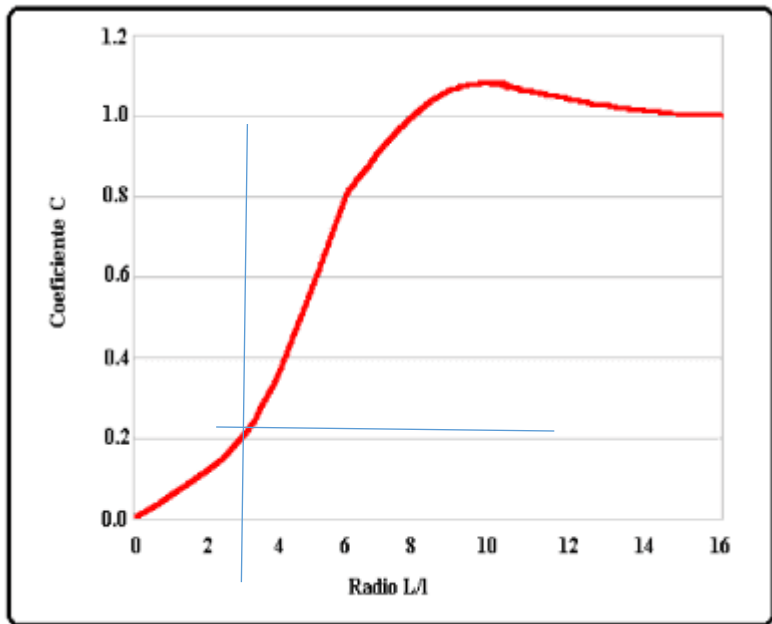
h=espesor de la losa

k=módulo de reacción del soporte

μ =Relación de Poisson del concreto

$E = 3,597,117.86$ psi
 $h = 6.00$ plg
 $\mu = 0.15$

$l = 22.1490073$ plg $B_x (m) = 1.20$
 $k = 275.23$ pci $B_y (m) = 1.20$



CALCULO DE C,C1YC2

$B/l = 12 \times (B_x)/l$

		Relacionar en ábaco	
B/l	2.13301182	C1	0.17
B_x/l	2.13301182	C2	0.17
B_y/l	2.13301182	C3	0.17

CALCULO DE ESFUERZOS

ESFUERZOS POR TEMPERATURA

FÓRMULAS DE BRADBURY

Borde de la losa	$\sigma_t = \frac{C * E * \alpha * \Delta T}{2}$
Interior de la losa	$\sigma_s = \frac{E * \alpha * \Delta T}{2} \left[\frac{(C1 + \mu C2)}{1 - \mu^2} \right]$
Esquina de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta T}{3(1 - \mu)} \left[\sqrt{\frac{a}{l}} \right]$

RUPTURA 571.80 PSI

T° sup 20 °C
T° inf 8 °C

CALCULO DE ESFUERZOS

BORDE	$\sigma_t =$	33.02	PSI	OK!	Área de contacto 7 plg
INTERIOR	$\sigma_t =$	38.85	PSI	OK!	
ESQUINA	$\sigma_t =$	85.65	PSI	OK!	

ESFUERZOS POR CARGA DE TRÁFICO

FÓRMULAS DE WESTERGAARD ($\mu = 0.15$)

Interior	$\sigma_i = \frac{0.3162 P}{h^2} \left[4 \log(l/b) + 1.069 \right]$	esfuerzo de tensión en el fondo de la losa
----------	--	--

Borde	$\sigma_b = \frac{0.572 P}{h^2} \left[4 \log(l/b) + 0.359 \right]$	esfuerzo de tensión en el fondo de la losa
-------	---	--

Esquina	$\sigma_e = \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{a \sqrt{2}}{l} \right)^{0.6} \right]$	Esfuerzo de tensión en la parte superior de la losa
---------	--	---

b = 6.64579357

CARGA POR NEUMATICO

4.8 ton

BORDE	$\sigma_b =$	411.98	PSI	OK!
INTERIOR	$\sigma_i =$	293.73	PSI	OK!
ESQUINA	$\sigma_e =$	337.91	PSI	OK!

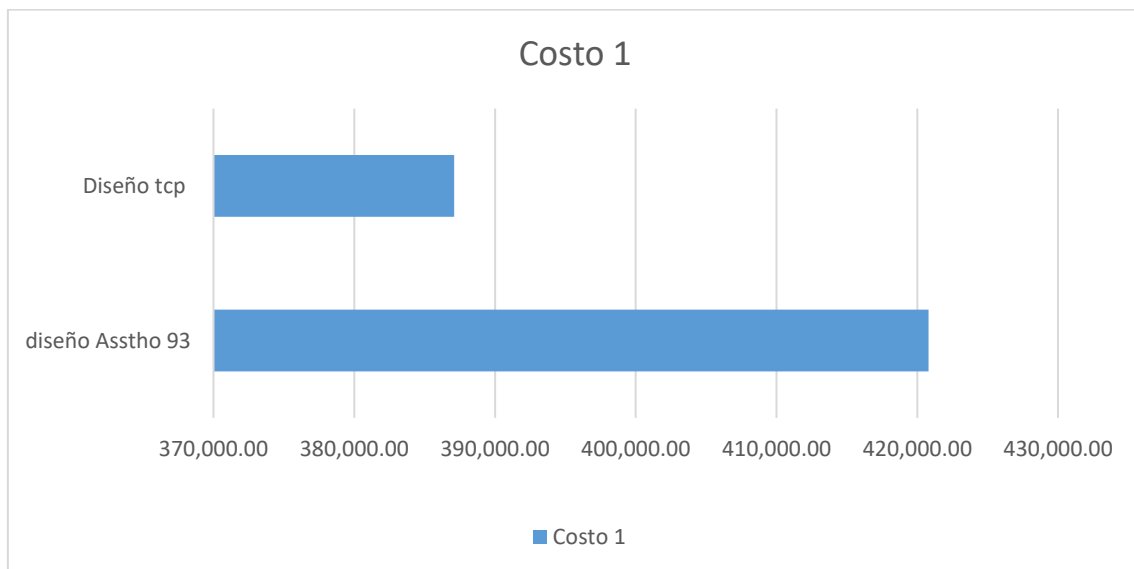
ESFUERZOS TOTALES

Combinación de carga			Sobredimensionamiento	
445.00	PSI	OK!	1.28	28.49%
332.58	PSI	OK!	1.72	71.93%
423.56	PSI	OK!	1.35	35.00%

CAPITULO V:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

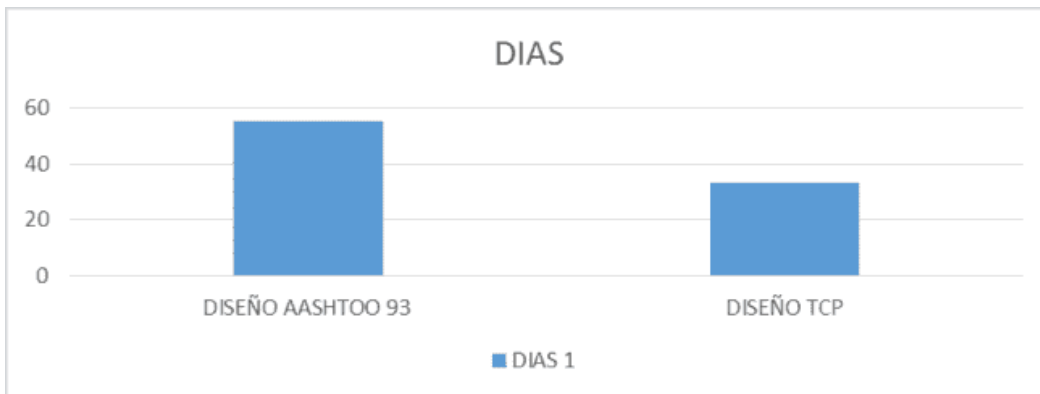
1).El presupuesto obtenido para la ejecución del Pavimento Rígido según AASHTO 93 es de S/.**420,801.20**, el presupuesto obtenido para el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) es de S/.**387,099.14** generando el Pavimento Rígido de Losa Corta una reducción del 8 % a diferencia del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93).



2). El tiempo de ejecución programado para el Pavimento Rígido según AASHTO 93 es de 55 días calendarios y el tiempo programado para el Pavimento Rígido de Losa Corta

(TCP) es de 33 días calendarios, el cual muestra una diferencia de 22 días en su ejecución.

	METODO TCP	METODO ASSTHO 93	DIFERENCIA
TIEMPO DE EJECUCIÓN(Días)	33	55	22
PORCENTAJE	60%	100%	40%



3). El análisis de la metodología TCP de diseño de un pavimento rígido tiene un mejor desempeño que el método AASHTO 93, mediante el cálculo de esfuerzos por temperatura, el cálculo de esfuerzos por carga de tráfico y esfuerzos totales, que se analizó para ambos métodos.

CONCLUSIONES:

El Jr. Tomás Gutarra Solís, actualmente no se encuentra pavimentada, lo cual dificulta la circulación de vehículos, generando dificultades para el tránsito vehicular y peatonal, ya que en esta zona se encuentra instituciones educativas, grifo, etc. Por el cual se plantea dos diseños de pavimentos y así determinar cuál es el más conveniente.

1).Se determina que el diseño de pavimentos rígido losas cortas (TCP) tiene un mejor desempeño y se realiza en menos tiempo y es menos costoso que el pavimento rígido AASHTO 93.

2). El presupuesto obtenido para la ejecución del Pavimento Rígido según AASHTO 93 es de S/.420,801.20 el presupuesto obtenido para el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) es de S/.387,099.14 generando el Pavimento Rígido de Losa Corta una reducción del 0.08 % a diferencia del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93), determinando que el diseño de losas cortas el TCP es más recomendable ya que es menos costosa por una diferencia de s/.33,702.06, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

3).Se determinó que el tiempo de ejecución programado para el Pavimento Rígido según AASHTO 93 es de 55 días calendarios y el tiempo programado para el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) es de 33 días calendarios, el cual muestra una diferencia de 22 días en su ejecución, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

4).El uso de la metodología TCP para el diseño de un pavimento rígido tiene un mejor desempeño que el método AASHTO 93, mediante el cálculo de esfuerzos por temperatura, el cálculo de esfuerzos por carga de tráfico y esfuerzos totales, que se analizó para ambos métodos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

RECOMENDACIONES:

Para el diseño de pavimentos, se deben diseñar y construir respetando las especificaciones técnicas, normatividades vigentes, uso de las nuevas tecnologías y control de calidad de profesionales que certifiquen la durabilidad y servicialidad durante su periodo de diseño.

1).Para adquirir un buen resultado de CBR y propiedades físico mecánicas de los suelos, se recomienda realizar el número de calicatas necesarias, de acuerdo a la categoría establecido en el Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, respetando las dimensiones de profundidad, y así obtener buenos resultados en los ensayos del estudio de Mecánica de Suelos.

2).Para el estudio de Trafico, y realizar un buen diseño estructural del pavimento, se recomienda realizar el conteo vehicular las 24 horas del día, 7 días a la semana, lo cual nos permitirá obtener un buen resultado de numero de repeticiones de ejes equivalentes.

3).Se recomienda seguir adecuadamente los procesos constructivos, control de calidad de los materiales, especificaciones técnicas y normas técnicas necesarias al momento de realizar la pavimentación y con ello lograr una pavimentación de buena calidad y durabilidad, que reduzca los costos de mantenimiento y costos adicionales durante la obra en el período de diseño.

4).Se recomienda utilizar el diseño de pavimentos rígido losas cortas (TCP) por que tiene un mejor desempeño estructural, se realiza en menos tiempo y es menos costoso que el pavimento rígido AASHTO 93.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARIAS, Fidias. *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme. [En línea]. 6ta ed. Caracas, 2012. [Fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- BALESTRINI, Miriam. *Como se elabora el proyecto de investigación: (para los Estudios Formulativos o Exploratorios, Descriptivos, Diagnósticos, Evaluativos, Formulación de Hipótesis Causales, Experimentales y los Proyectos Factibles)*. Consultores asociados [en línea]. 7ma ed. Caracas, 2006. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/294617508-Proyecto-de-Investigacion-MIRIAN-BALESTRINI-2006.pdf>
- CAPANI PAUCAR, Aldo y DUEÑAS JURADO, Carlos. *Estudio y evaluación de pavimentos de concreto por el método tcp en Quintanillapampa distrito de ascensión – Huancavelica* [en línea] Tesis (Tesis de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2013 [fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. 393 pp. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200015.pdf>
- COGOLLO FORERO, María Isabel y SILVA BERNAL, Angie Yurley. *Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas*. [En línea]. Tesis (Tesis especialista en pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018 [fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. 58 pp. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-antenor-orrego/mecanica-de-suelos/tesis-modelacion-numerica-de-pavimentos-rigidoss-mediante-modulacion-convencional-y-de-losas-cortas/28294525>
- DIAZ ZAMORA, Keyla y HOYOS FERNANDEZ, Tito. *Comparación técnica y económica de pavimentos optimizados (tcp) y pavimentos rígidos (aashto 93), de acuerdo con las condiciones locales de Jaén* [en línea]. Tesis (Tesis de ingeniero civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019 [fecha de consulta: 28 de marzo

2023]. 115 pp. Disponible en:
http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/248/1/Diaz_ZMK_Hoyos_FT.pdf

ESTACIÓN CASANOVA, Oscar y VALVERDE BALTAZAR, David. *Aplicación de la tecnología de pavimento TCP en las calles 56 y 78 de la habilitación urbana Paseo del Mar – Nuevo Chimbote – Anchas – Perú* [en línea] Tesis (Tesis de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2012 [fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. 104 pp. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/382504152/MODELO-TESIS-pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. [En línea]. 5ta ed. México, 2015. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES Christian. *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill. [En línea]. México, 2018. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. Disponible en:
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

JAIMES CHINOME, Andrés Camilo. *Guía para el diseño de pavimentos rígidos en vías urbanas con aplicación en municipios con poblaciones menores a 50 000 habitantes* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tunja: Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, 2020 [fecha de consulta: 27 de marzo 2023]. 89 pp. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-de-machala/formulacion-de-proyectos/guia-para-el-diseno-de-pavimentos-rigidos-en-vias-urbanas-con-aplicacion-en-municipios-con-poblaciones-menores-a-50-000-habitantes/16509878>

LAVADO PISCO, Raúl Dennis. *Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del Método Losas Cortas en la av. 26 noviembre, VMT 2018* [en línea]. Tesis (Tesis Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018 [fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. 140 pp. Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Lavado_PRD.pdf

LOPEZ ROLDÁN, Pedro y FACHELLI Sandra. *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Creative Commons. [En línea]. Barcelona, 2015. [Fecha de

consulta: 28 de marzo del 2023]. Disponible en:
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf

LÓPEZ ROSALES, Roger Antonio y URIARTE CASTELLÓN, Manuel Salvador. *Método Constructivo de Losas Cortas en Pavimentos de Concreto Hidráulico* [en línea]. Tesis. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013 [fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. 194 pp. Disponible en:
<http://ribuni.uni.edu.ni/1142/1/39711.pdf>

MENDOZA CHUQUILLANQUI, Patricia y QUISPE SERPA, Elizabeth Gabriela. Análisis comparativo entre los diseños del método aashto 93 vs. El método tcp para pavimentos rígidos en el distrito de curicaca – jauja – Junín [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2020 [fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. 93 pp. Disponible en:
<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2947/T037-72556777-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MEZA TERBULLINO, Giancarlo. Losas cortas de pavimento rígido y transitabilidad vial de la plaza principal, distrito de Paca- Junín 2020 [en línea] Tesis (Tesis Magister en Transportes). Huancayo, 2022 [fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. 147 pp. Disponible en:
https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3971/T037_46088256_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. [En línea]. Perú, 2014. Fecha de consulta: 27 de marzo 2023]. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

MONTEJO FONSECA, Alfonso, 2002. *Ingeniería de Pavimentos para carreteras*. 2da ed. Bogotá: Agora Editores. ISBN 9589603629

MURILLO HERNÁNDEZ, Walter, La Investigación científica. [En línea]. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. Disponible en:
<https://www.coursehero.com/file/p3idggh/Murillo-Hern%C3%A1ndez-W-2007-La-investigaci%C3%B3n-cient%C3%ADfica-Obtenido-en-Enero-2008/>

PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Fedupel. [En línea]. 2da ed. Caracas, 2006. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2023]. Disponible en: <http://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23578w/w23578w.pdf>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. *Norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos* [En línea]. 2010. [Consultado el: 28 de marzo 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/19192298-Norma-ce-010-pavimentos-urbanos.html>

RENGIFO ARAKAKI, Kimiko Katherine Harumi. *Diseño de los Pavimentos de la nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (Km 188 A 189)* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Católica del Perú, 2014 [fecha de consulta: 27 de marzo 2023]. 91 pp. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5826>

SANCHEZ CAMPOS, Pablo Emilio. *Método de diseño de losas de dimensiones superficiales optimizadas, en pavimentos de concreto hidráulico*. [En línea]. Tesis (Tesis de Ingeniero Civil). Ciudad Universitaria: Universidad de el Salvador, 2014 [fecha de consulta: 28 de marzo 2023]. 223 pp. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6963/1/M%C3%A9todo%20de%20dise%C3%B1o%20de%20losas%20de%20dimensiones%20superficiales%20optimizadas%20en%20pavimentos%20de%20concreto%20hidr%C3%A1ulico.pdf>

ZACACETA GUTIERREZ, Iván y ROMERO ORDOÑEZ, Ramiro. *El pavimento de concreto hidráulico premezclado en la modernización y rehabilitación de la avenida arboledas* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México: Instituto Politécnico Nacional, 2008 [fecha de consulta: 27 de marzo 2023]. 168 pp. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/2598>.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

TITULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93, LOSA CORTA, JIRÓN TOMÁS GUTARRA SOLÍS, SICAYA, 2023.”

Apellidos y Nombres: HOSPINAL SANTILLÁN LEYDI ELIZABETH

Código de matrícula: A91870D

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS
General: ¿Cuál es el resultado comparativo entre el diseño de pavimento rígido de losa corta TCP y el pavimento rígido tradicional AASHTO 93 en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?	General: Determinar el resultado comparativo entre el diseño de pavimento rígido de losa corta TCP y el pavimento rígido tradicional AASHTO 93 en el Jr. tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.	General: Resultado comparativo del diseño de pavimento rígido de losa corta (TCP) muestra mejores ventajas frente al pavimento rígido tradicional AASHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023	Variable (Y) Pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93. DIMENSIONES : _Costo _Tiempo _Desempeño	1).Método de investigación: - Método científico de enfoque cuantitativo 2).El tipo de investigación - Aplicada. 3).El diseño de Investigación que se aplicará será el : -No experimental –transversal. 4).POBLACIÓN: El tipo de diseños de concreto para pavimento rígido que se aplicará en el Distrito de Sicaya – Provincia de Huancayo -Región Junín. 5).MUESTRA: Diseño de Pavimento Rígido de las y AASHTO 93 que se aplicará en el JR. Tomas Solís.
Específico a) ¿Cuál es el diseño menos costoso, el pavimento Rígido de Losa corta (TCP) o el pavimento Rígido tradicional ASSHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?	Específico a) Determinar cuál de los diseños de pavimento rígido, por método de losas cortas (TCP) o ASSHTO 93 es menos costoso, en el jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.	Específico a) El diseño de Pavimento Rígido de losa corta (TCP) es menos costoso que el pavimento tradicional (AASSHTO 93) en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.		
Específico b). ¿Cuál de los métodos de pavimento Rígido de losas cortas (TCP) o el ASSHTO 93 tiende a tener mejor desempeño en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?	Específico b) Determinar la diferencia del tiempo de ejecución de un pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93 y el tiempo de ejecución de un pavimento rígido diseñado por el método TCP en el jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.	Específico b) El diseño de Pavimento Rígido de losas cortas (TCP) Se ejecutó en el tiempo menos programado posible que el método AASSHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.	Variable (X) Pavimento rígido diseñado por el método TCP. DIMENSIONES : _Costo _Tiempo _Desempeño	
Específico c). ¿Cuál de los métodos de diseño de pavimento Rígido de losas cortas (TCP) o el ASSHTO 93 tiende en ejecutarse en el tiempo menos posible en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023?	Específico c) Determinar cuál de los pavimentos rígidos diseñado por el método TCP o el método AASHTO 93 tiene un mejor desempeño en el jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.	Específico c) El diseño de Pavimento Rígido las cortas (TCP) tiene mejor desempeño y mejores resultados que el diseño AASHTO 93 en el Jr. Tomas Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.		

FUENTE: Elaboración propia.

Matriz de operacionalización de variables.

HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	SUB INDICADOR	UNIDAD MEDIDA	METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS	EQUIPOS	FUENTE
Resultado comparativo del diseño de pavimento rígido de losa corta muestra mejores ventajas frente al pavimento rígido tradicional AASHTO 93 en el Jr. Tomás Gutarra Solís, Sicaya, Junín 2023.	Pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93.	Presupuesto	Costos Unitarios	Soles	Evaluación económica (formato Costos y presupuestos S10).	Laptop, calculadora HP. Impresora	Proyecto
			Presupuesto de obra	Soles	Evaluación económica (formato Excel)	Laptop, impresora.	Proyecto
		Tiempo de ejecución	Plazo de ejecución	Días calendarios	Cronograma, planes de ejecución	Programas Project, Excel	Proyecto
		Desempeño	Cálculo de Esfuerzos de las losas por Temperatura y carga.	Porcentaje	Verificación y Calculo	Laptop, impresora.	Proyecto
	Pavimento rígido diseñado por el método TCP	Presupuesto	Costos unitarios	Soles	Evaluación económica (formato costos y presupuesto S10).	Laptop, impresora	Proyecto
			Presupuesto de obra	Soles	Evaluación económica (formato Excel)	Laptop, impresora	Proyecto
		Tiempo de ejecución	Plazo de ejecución	Días calendarios	Cronograma, planes de ejecución	Laptop, impresora	Proyecto
		Desempeño	Cálculo de Esfuerzos de las losas por Temperatura y carga	Porcentaje	Verificación y calculo	Laptop, impresora.	Proyecto

FUENTE: Elaboración propia.

- Matriz de operacionalización del instrumento:

Matriz de operacionalización del instrumento:				
VARIABLE	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93.	Presupuesto	Costos unitarios	Evaluación económica (formato Excel)	_Análisis de costos y Presupuestos en S10
		Presupuesto de obra	Evaluación económica (formato Excel)	_ Análisis en el formato Excel.
	Tiempo de ejecución	Plazo de ejecución	Cronograma, planes de ejecución	_Utilización de Project para programar y determinar el tiempo de ejecución.
	Desempeño	Calculo por Esfuerzos de Temperatura.	Verificación y Calculo	_Realización de ensayos.
Pavimento rígido diseñado por el método TCP	Presupuesto	Costos unitarios	Evaluación económica (formato Excel)	_Análisis de costos y Presupuestos en S10
		Presupuesto de obra	Evaluación económica (formato Excel)	_ Análisis en el formato Excel.
	Tiempo de ejecución	Plazo de ejecución	Cronograma, planes de ejecución	_Utilización de Project para programar y determinar el tiempo de ejecución.
	Desempeño	Calculo por Esfuerzos de Temperatura.	Verificación y Calculo	_Realización de ensayos.

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO. PANEL FOTOGRÁFICO

-FOTOGRAFIA N°01 Y 02: DE LA ZONA DE ESTUDIO:



JR. TOMAS GUTARRA SOLIS – SICAYA – HUANCAYO – JUNIN.



JR. TOMAS GUTARRA SOLIS – SICAYA – HUANCAYO – JUNIN.

-FOTOGRAFIA N°03: fecha: 26/09/2022 al 02/10/2022: ESTUDIO DE TRÁFICO: 7 Días de conteo vehicular. (Lunes a Domingo).

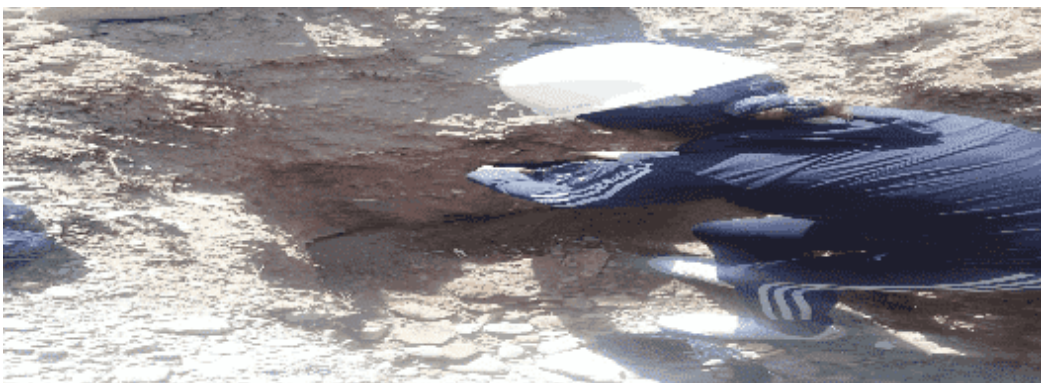


FOTOGRAFIA N°04: ESTUDIO DE TRÁFICO: fecha: 26/09/2022 al 02/10/2022: ESTUDIO DE TRÁFICO: 7 Días de conteo vehicular. (Lunes a Domingo).



FOTOGRAFIA N°05, 06, 07, 08,09: ESTUDIO DE SUELOS: FOTOS DE LAS CALICATAS REALIZADAS (5 calicatas).

Descripción: Se realizó 4 calicatas con las siguientes dimensiones: ancho: 1m, largo: 1m, profundidad: 1.50m, para luego extraer muestras alteradas.



FOTOGRAFIA N°10,11: ESTUDIO DE SUELOS: FOTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (Ensayo de Granulometría).



FOTOGRAFIA N°12,13: ESTUDIO DE SUELOS: FOTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (Ensayo de límites de Atterberg).



FOTOGRAFIA N°14,15: ESTUDIO DE SUELOS: FOTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (Ensayo de límites de Atterberg).



FOTOGRAFIA N°16: ESTUDIO DE SUELOS: FOTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (Ensayo de Proctor Modificado).



FOTOGRAFIA N°17, 18,19: ESTUDIO DE SUELOS: FOTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (Ensayo de CBR).



FOTOGRAFIA N° 20: Diseño de mezcla $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



FOTOGRAFIA N°21: ROTURA DE PROBETAS.



FOTOGRAFIA N°22: ROTURA DE VIGAS:


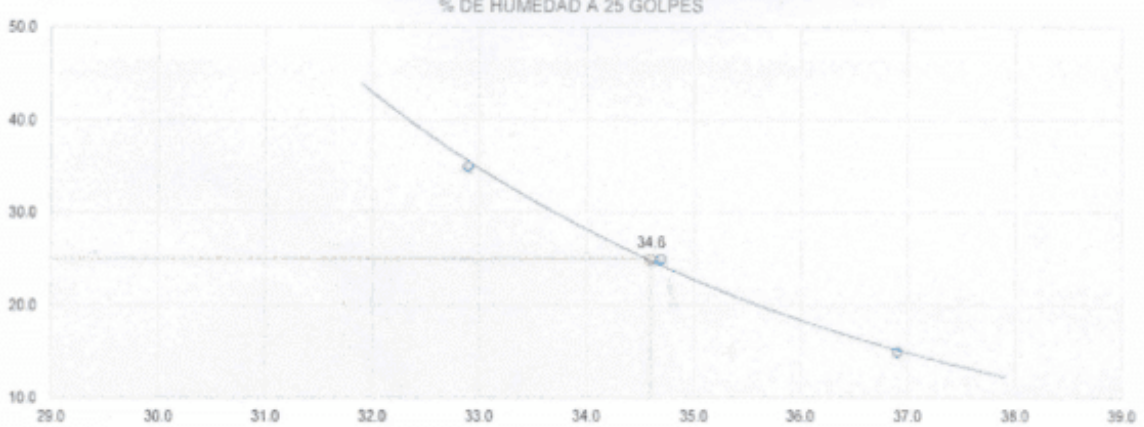




REGISTRO DE CONTROL		CLAS. VER. F902	DISCIPLINA:								
CONTROL DE CALIDAD		FECHA REVISIÓN:	REVISIÓN: 00								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC P204 - NTP 333.128)		01.10.16	N° DE REGISTRO:								
		PÁGINA: 1 DE 1	001								
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS											
TESIS: "Análisis comparativo entre el método Permeámetro Rigido AASHTO 30, con un conito, John Tundak, Cayo San José, 2016"											
SOLICITANTE: Bach. Ing. Leidy Elizabeth Hospital Santibañi											
DATOS DE LA MUESTRA: Tomada en campo		FECHA: 15/10/2022									
Evaluado para: Sub-relleno		Hecho por: RIBERT TORRES									
MATERIAL: Tomada en plaza cuadrada											
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	N.RET. PARC.	N.RET. AC.	% Q PASA	GRADACION "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.200							PCSO TOTAL	=	1.750.00	g
2.19"	53.600							PCSO MAT. (N.E.)	=	1025.00	g
2"	50.820		0.0	0.0	0.0	100.0		PESO FRACCIÓN	=	725.00	g
1.18"	35.130		0.0	0.0	0.0	100.0		LÍMITE LÍQUIDO	=	35	%
1"	25.400		0.0	0.0	0.0	100.0		LÍMITE PLÁSTICO	=	20	%
3/4"	19.120		0.0	0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	14	%
1/2"	12.700	25	25.0	1.4	1.4	98.6		CLASIF. AASHTO	=	A-6(9)	
3/8"	9.420	24	49.0	1.4	2.8	97.2		CLASIF. SUCS	=	20	
1/4"	6.350	25	84.0	2.0	4.8	95.2		MAX. (DENS. SECA)	=		
#4	4.750	31	115.0	1.8	6.6	93.4		HUMEDAD OPT.	=		
#6	3.350	45	160.0	3.7	10.3	90.7		CCR AL 100% 0.1"	=		
#8	2.360	78	258.0	4.5	14.7	85.3		CCR AL 95% 0.1"	=		
#10	2.000	100	263.0	2.0	16.7	83.3		N-HUMEDAD	g H	P.S.S	% H _{mo}
#15	1.180	80.0	261.0	5.0	21.8	78.2		OBSERVACIONES:			
#20	0.850	75.0	456.0	4.3	26.1	73.9					
#30	0.600	78.9	534.0	4.5	33.6	66.4					
#40	0.425	100.0	636.0	5.8	39.4	60.6					
#50	0.250	85.0	724.0	5.0	41.4	58.6					
#60	0.177	75.0	794.0	4.3	45.7	54.3					
#100	0.150	55.0	864.0	3.7	49.4	50.6					
#200	0.075	85.0	900.0	1.0	54.3	45.7					
<#200	FONDO	300.1	1,750.0	45.7	100.0	0.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA

N° BALANZA: 1 PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO: COCINA:

LABORATORIO	UBICACIÓN	JEFE DE LABORATORIO
Nombre: <i>[Firma]</i> KURTIN DAVID TORRES CUBA LABORATORIO	Oficina: San José, MZA N Lote B/ San Vicente de Cañete	Nombre: <i>[Firma]</i> ING. LINDA ERICA CAYO SANCHEZ CIP N° 106787

		ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.129		Versión: 01 LEM.VER.GC.5006 DISCIPLINA: SUELOS	
TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO B3, Lote corta, Jata Tomás Gutierrez Solís, Sicaya 2023" UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán				REGISTRO: LA-S-VER-001 FECHA DE ENSAYO: 15/10/2022	
MUESTRA: Tomada en campo - Cuadra 01 - Calicata 01				Hecho por: Ruben Torres	
EVALUADO PARA: SUB RASANTE		UBICACIÓN: LADO:			
LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	5	9	1	/	
TARRO + SUELO HUMEDO	35.90	38.70	34.20		
TARRO + SUELO SECO	32.40	35.30	31.70		
AGUA	3.10	3.40	2.50		
PESO DEL TARRO	24.00	25.90	24.10		
PESO DEL SUELO SECO	8.40	9.80	7.60		
% DE HUMEDAD	36.90	34.69	32.89		
N° DE GOLPES	15	25	30		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	9	11	/		
TARRO + SUELO HUMEDO	16.20	15.10			
TARRO + SUELO SECO	15.80	14.70			
AGUA	0.40	0.40			
PESO DEL TARRO	13.80	12.75			
PESO DEL SUELO SECO	2.00	1.95			
% DE HUMEDAD	20.00	20.51			
% DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
					
OBSERVACIONES :					
ENSAYO REALIZADO PASANTE TAMIZ N° 40					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA LIMITE LIQUIDO: 34.55 LIMITE PLASTICO: 20.26 INDICE DE PLASTICIDAD: 14.29				N° BALANZA: N.A. PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO: <input checked="" type="checkbox"/> X COCINA: <input type="checkbox"/> N.A.	
Especificación técnica índice plástico <10% : cumple					
LABORATORIO Nombre:  RUBEN DARIO TORRES CUEVA LABORATORIO		UBICACIÓN Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cafete		JEFE DE LABORATORIO Nombre:  INGRID FABIOLA ERRIKA CAYO SANCHEZ OIP N° 108781	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	



ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutara Solís, Sicaya 2023"

UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín

Fecha de ensayo

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hoapnal Santillán

15/10/2022

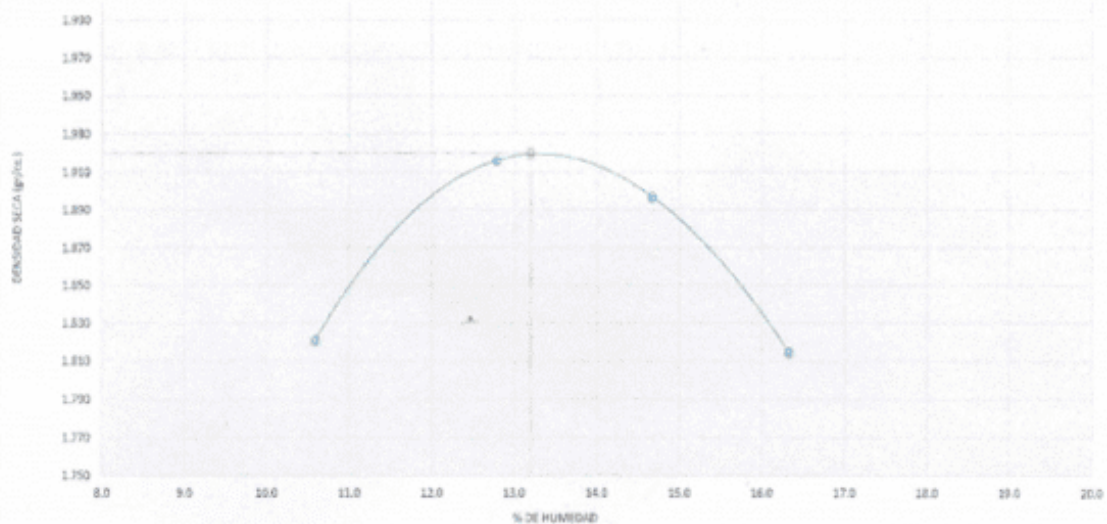
EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata 01

Volumen Molde 2140 cm³
Peso Molde 2940 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2.014	2.161	2.175	2.111
Contenido de agua	%	10.6	12.8	14.7	16.3
Densidad Seca	gr/cc	1.821	1.916	1.897	1.815


Densidad Máxima Seca: 1.920 gr/cm³ Contenido Humedad Óptima: 13.2 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

LABORATORIO	UBICACIÓN	JEFE DE LABORATORIO
Nombre: C.E.I.A.S. CONSULTING PERU SRL RUBÉN DARIÓ TORRES CUBA LABORATORIO	Oficinas: San José, MZAK Lote 9/ San Vicente de Cañete.	 C.E.I.A.S. CONSULTING PERU SRL FABIOLA LIRIO CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:		Fecha:

		REGISTRO DE CONTROL				LEM.VER.GC.S003							
		RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR				01/10/2018							
		MTC E 132 - ASTM 1833 - AASHTO 190 - NTP 399.145				DISCIPLINA SUELOS							
TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO R3, Losa corra, Jirón Tomás Gutiérrez Solís, Sicaña 2023"													
UBICACIÓN: Sicaña - Huancayo - Junín													
SOLICITANTE: Bach Inq. Leydi Elizabeth Hospital Santillán													
EVALUADO PARA: Sub resaca Calicata 01					Realizado por: Rubén Torres								
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	36		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	9,585	13,250	9,235	13,130	8,685	12,960							
Peso molde (gr.)	4,843	8,166	4,917	8,212	4,910	8,177							
Peso suelo compactado (gr.)	4,742	5,084	4,318	4,918	3,975	4,783							
Volumen del molde (cm³)	2,135	2,105	2,134	2,105	2,135	2,105							
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,221	2,415	2,023	2,336	1,862	2,272							
Densidad Seca (gr./cm³)	2,008	2,262	1,794	2,175	1,601	2,091							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	48,0	215,8	28,6	205,6	30,8	212,2							
Tara + suelo húmedo (gr.)	108,6	940,4	97,4	1040,9	82,1	790,7							
Tara + suelo seco (gr.)	102,8	894,5	80,6	983,3	74,9	744,5							
Peso de agua (gr.)	5,8	45,9	7,8	57,6	7,2	46,2							
Peso de suelo seco (gr.)	54,8	678,7	61,0	777,7	44,1	532,3							
Humedad (%)	10,6	6,8	12,8	7,4	16,3	8,7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
09-Nov	10:10	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
10-Nov	10:10	24	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09	5	0.13	0.11		
11-Nov	10:10	48	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09		
12-Nov	10:10	72	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07		
13-Nov	10:10	96	2	0.05	0.04	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		65	3.3			51	2.6			23	1.2		
0.050		145	7.4			111	5.6			50	2.5		
0.075		230	11.7			168	8.5			77	3.9		
0.100	70.307	325	16.5	17.1	24.3	230	11.7	11.9	16.9	111	5.6	5.9	8.5
0.150		645	32.8			416	21.2			210	10.7		
0.200	105.460	895	45.5	46.1	43.7	581	29.5	28.3	26.9	303	15.4	15.4	14.6
0.300													
0.400													
0.500													
OBSERVACIONES:													
LABORATORIO				UBICACIÓN				JEFE DE LABORATORIO					
 RUBÉN DARIÓ TORRES CUBA LABORATORIO				Oficinas: San José, MZA K Lote 9 San Vicente de Cañete.				 FABIOLA ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781					
Fecha:				Fecha:									



**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Torrás Gutara Solís, Sicaya 2023"

UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán

EVALUADO PARA: Sub base - Calicata 01

Realizado por: Ruben Torres

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca

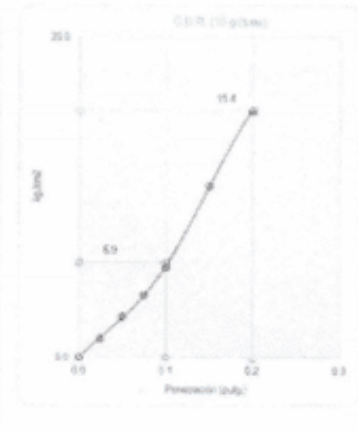
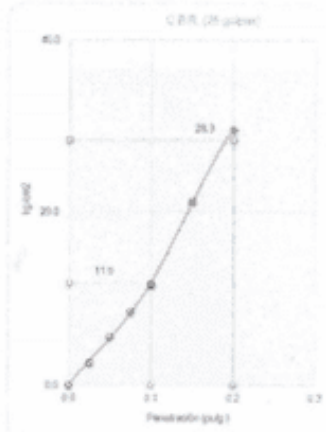
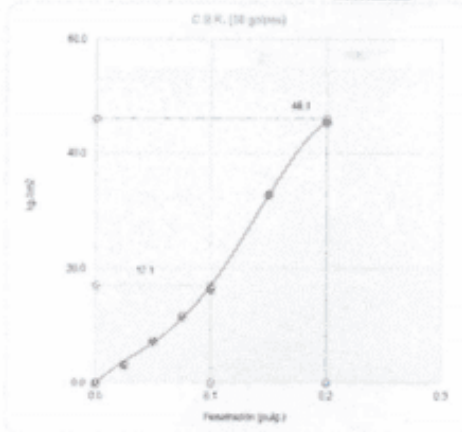
1.920 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad

13.20 %

Máxima Densidad Seca al 95%

1.824 gr./cm³



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES:

24.3 %

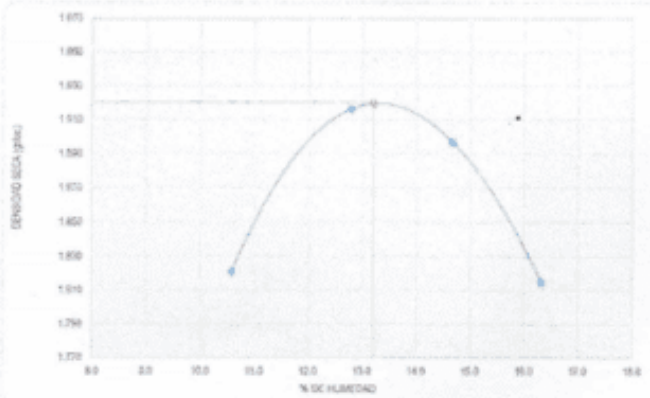
C.B.R. (0.1') 25 GOLPES:

15.9 %

C.B.R. (0.1') 10 GOLPES:

8.5 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



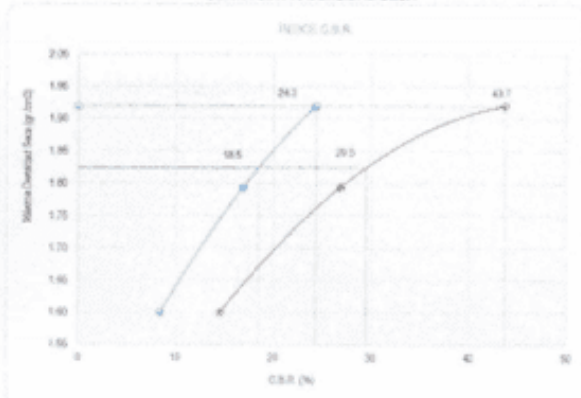
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1':

24.35 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1':

18.50 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2':

43.71 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2':

29.50 %

OBSERVACIONES:


LABORATORIO

 Ruben Torres Cusa
 LABORATORIO

UBICACIÓN
 Oficinas: San José, MZA K Lote 9/ San Vicente de Caboto.

JEFE DE LABORATORIO

 Ruben Torres Cusa
 CIP N° 108751

	REGISTRO DE CONTROL	GLAB.3.VER.F092	DISCIPLINA:
	CONTROL DE CALIDAD	FECHA REVISIÓN:	REVISIÓN: 00
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E204 - NTP 339.126)	01.10.18	N° DE REGISTRO:
		PAGINA: 1 DE 1	001

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 33, Lasa corta, Jirón Tomás Güereña Sola, Sicaño 2023"

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospina Sarrilán

DATOS DE LA MUESTRA: Tomados en campo

FECHA: 15/10/2022

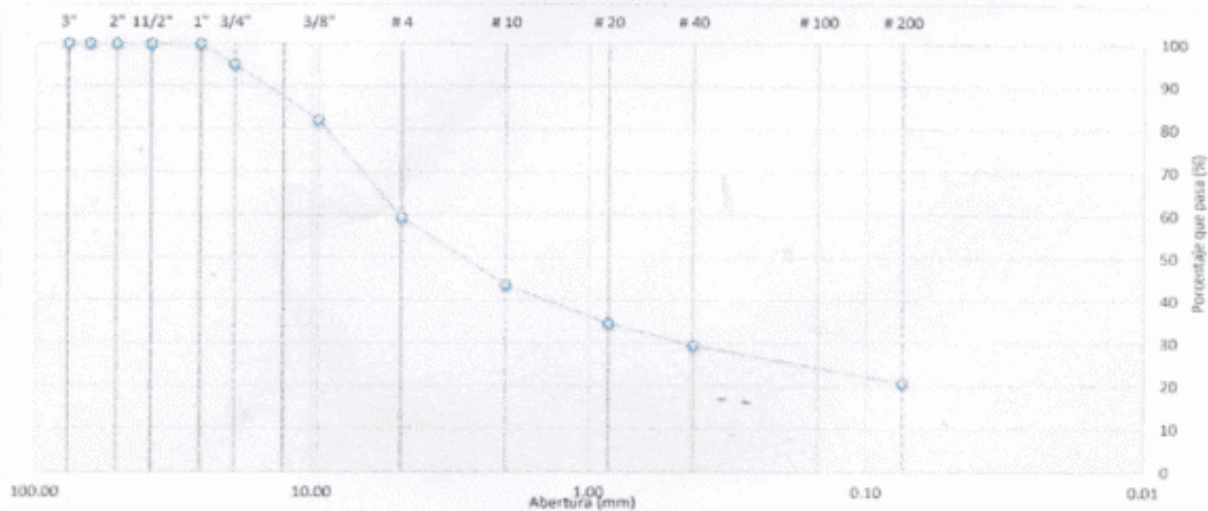
Evalúado para: Sub rasante

Hecho por: RUBEN TORRES

MATERIAL: Tomada en pista cuadra 02

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							PESO TOTAL = 1.550.0 gr
2 1/2"	63.500							PESO MAT. < # 4 = 521.00 gr
2"	50.800		0.0	0.0	0.0	100.0		PESO FRACCION = 750.0 gr
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	0.0	100.0		LIMITE LIQUIDO = 23 %
1"	25.400		0.0	0.0	0.0	100.0		LIMITE PLASTICO = 19 %
3/4"	19.100	75	75.0	4.8	4.8	95.2		INDICE PLASTICO = 4 %
1/2"	12.700	96	173.0	6.3	11.2	88.8		CLASF. AASHTO = A-1-b (0)
3/8"	9.520	105	278.0	6.8	17.9	82.1		CLASF. SUCCS = GM - GC
1/4"	6.300	201	479.0	13.0	30.9	69.1		MAX. DENS. SECA =
# 4	4.750	150	629.0	9.7	40.6	59.4		HUMEDAD OPT. =
# 6	3.300	120	749.0	7.7	48.3	51.7		CBR AL 100% 0.1" =
# 8	2.360	80	837.0	5.7	54.0	46.0		CBR AL 95 % 0.1" =
# 10	2.000	35.5	872.6	2.3	56.3	43.7		% HUMEDAD S.H. P.S.S % Humd.
# 15	1.190	75.9	948.5	4.9	61.2	38.8		
# 20	0.850	65.0	1,013.5	4.2	65.4	34.6		OBSERVACIONES:
# 30	0.590	45.5	1,058.5	2.9	68.3	31.7		
# 40	0.420	35.5	1,094.4	2.3	70.6	29.4		
# 50	0.250	45.2	1,139.6	2.9	73.5	26.5		
# 60	0.177	25.7	1,169.3	1.9	75.5	24.5		
# 100	0.160	25.9	1,195.2	1.7	77.1	22.9		
# 200	0.074	35.2	1,230.4	2.3	79.4	20.6		
< # 200	FONDO	319.6	1,550.0	20.6	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



N° BALANZA: 1

PROCEDIMIENTO DE SECADO:


HORNO SECADO

COCINA

LABORATORIO
 Nombre: 
 RUBEN DARIO TORRES CUBA
 LABORATORIO
 Fecha:

UBICACIÓN
 Oficinas: San José, MZA K Lote 9/ San Vicente de Cañeta.

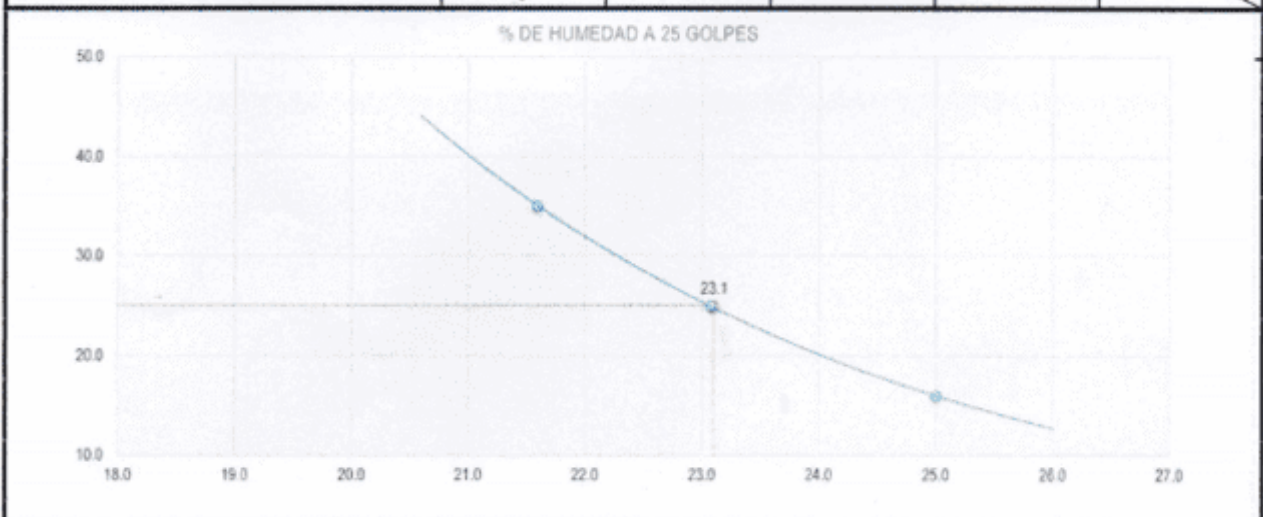
JEFE DE LABORATORIO
 Nombre: 
 ING. ERIKA CAYO SANCHEZ
 CIP N° 108761
 Fecha:

	ENSAYO	Version: 01
	Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	LEM.VER.GC.5006
	Norma técnica aplicada: NTP 339.129	DISCIPLINA: SUELOS

TERS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jrón Tomás Gutara Solís, Sicaya 2023"		REGISTRO: LA-S-VER-001
UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín		FECHA DE ENSAYO: 15/10/2022
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán		
MUESTRA: Tomada en campo - Cuadra 02 - Calicata 02		
EVALUADO PARA: SUB RASANTE		Hecho por: Ruben Torres
UBICACIÓN:		
LADO:		



LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	5	7	12	
TARRO + SUELO HUMEDO	25.50	32.10	26.90	/
TARRO + SUELO SECO	23.50	30.30	27.00	
AGUA	2.00	1.80	1.90	
PESO DEL TARRO	15.50	22.50	18.20	
PESO DEL SUELO SECO	8.00	7.80	8.80	
% DE HUMEDAD	25.00	23.06	21.59	
Nº DE GOLPES	16	25	35	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	41	23		
TARRO + SUELO HUMEDO	12.50	11.40	/	
TARRO + SUELO SECO	12.10	11.00		
AGUA	0.40	0.40		
PESO DEL TARRO	10.00	8.80		
PESO DEL SUELO SECO	2.10	2.20		
% DE HUMEDAD	19.05	18.18		



OBSERVACIONES :
 ENSAYO REALIZADO PASANTE TAMIZ Nº 40

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		Nº BALANZA : N/A PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> X COCINA <input type="checkbox"/> N/A
LÍMITE LÍQUIDO	23.06	
LÍMITE PLÁSTICO	18.61	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4.45	
Especificación técnica índice plástico <10% : cumple		

LABORATORIO Nombre:  RUBÉN DARÍO TORRES CUBA LABORATORIO	UBICACIÓN Oficinas: San José, MZA.K Lota 9/ San Vicente de Cañete	JEFE DE LABORATORIO Nombre:  ING. ERIKA ERIKA CAYO SAÑICH CIP Nº 108761
Fecha:		Fecha:



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jrón Tomás Gutiérrez Solís, Scaya 2023"

UBICACIÓN: Scaya - Huancayo - Junín

Fecha de ensayo

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán

15/10/2022

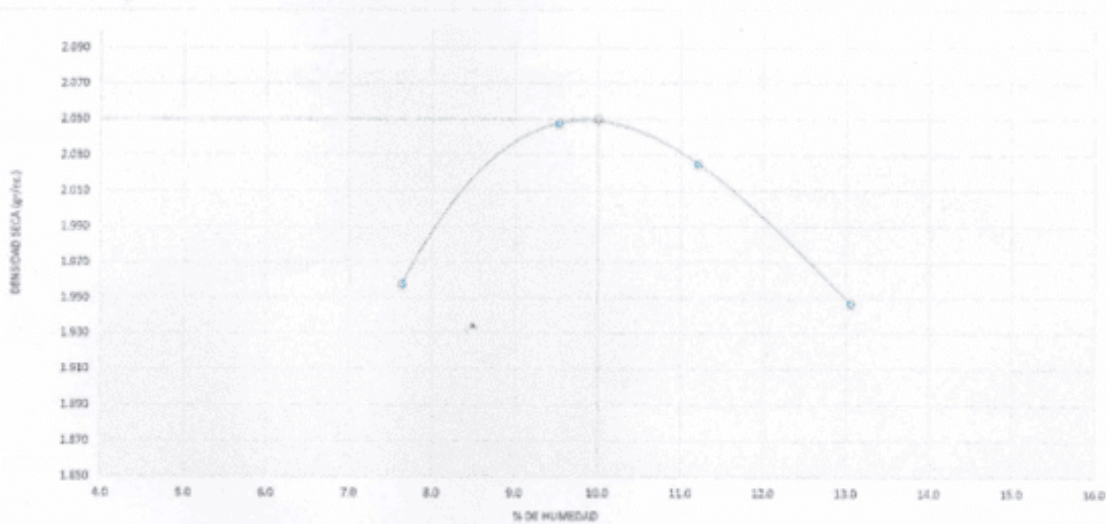
EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata #2

Volumen Molde 2140 cm³
Peso Molde 2940 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.107	2.243	2.252	2.201
Contenido de agua	%	7.8	9.5	11.2	13.0
Densidad Seca	gr/cm ³	1.958	2.048	2.025	1.947




Densidad Máxima Seca: 2.050 gr/cm³ Contenido Humedad Optima: 10.0 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

LABORATORIO	UBICACIÓN	JEFE DE LABORATORIO
Nombre: EPIE CONSULTING PERU SRL RUBÉN DARIO TORRES CUBA LABORATORIO	Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañeta.	 EPIE CONSULTING PERU SRL FABIOLA ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:		Fecha:

		REGISTRO DE CONTROL				LEMVER.GC.S003							
		RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR				01/10/2018							
		MTC E 132 - ASTM 1833 - AASHTO 190 - NTP 399.145				DISCIPLINA SUELOS							
TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jrón Tomás Gutara Solís, Sicaya 2023"													
UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín													
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán													
EVALUADO PARA: Sub rasante Calicata 02				Realizado por: Ruben Torres									
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	96		25		18								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	9.925	13.250	9.575	13.130	9.225	12.960							
Peso molde (gr.)	4.843	8.166	4.917	8.212	4.910	8.177							
Peso suelo compactado (gr.)	5.082	5.084	4.658	4.918	4.315	4.783							
Volumen del molde (cm ³)	2.135	2.105	2.134	2.105	2.135	2.105							
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.380	2.415	2.183	2.336	2.021	2.272							
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.153	2.262	1.935	2.175	1.737	2.091							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	48.0	215.8	28.8	205.6	30.8	212.2							
Tara + suelo húmedo (gr.)	108.6	940.4	97.4	1040.9	82.1	790.7							
Tara + suelo seco (gr.)	102.6	894.5	89.6	983.3	74.9	744.5							
Peso de agua (gr.)	5.8	45.9	7.8	57.6	7.2	46.2							
Peso de suelo seco (gr.)	54.8	678.7	61.0	777.7	44.1	532.3							
Humedad (%)	10.6	6.8	12.8	7.4	16.3	8.7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
09-Nov	10:10	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
10-Nov	10:10	24	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09	5	0.13	0.11		
11-Nov	10:10	48	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09		
12-Nov	10:10	72	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07		
13-Nov	10:10	96	2	0.05	0.04	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga kg	Carga kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	Corrección CBR %	Carga kg	Carga kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	Corrección CBR %	Carga kg	Carga kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	Corrección CBR %
0.025		74	3.8			58	2.9			26	1.3		
0.050		180	8.1			122	6.2			55	2.8		
0.075		251	12.8			183	9.3			84	4.3		
0.100	70.307	361	18.4	19.3	27.5	255	13.0	13.4	19.0	123	6.3	7.2	10.3
0.150		701	35.6			452	23.0			228	11.6		
0.200	105.460	927	47.1	48.1	45.6	602	30.6	31.0	29.4	314	16.0	16.0	15.1
0.300													
0.400													
0.500													
OBSERVACIONES:													
LABORATORIO				UBICACIÓN				JEFE DE LABORATORIO					
 RÚBEN GARIO TORRES CUBA LABORATORIO				Oficinas: San José, MZAK Lote 9/ San Vicente de Cañete.				 ING. FABIOLA ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781					
Fecha:				Fecha:				Fecha:					

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93. Losa con la, Jirón Tomás Gutarra Solís, Sicaya 2023"

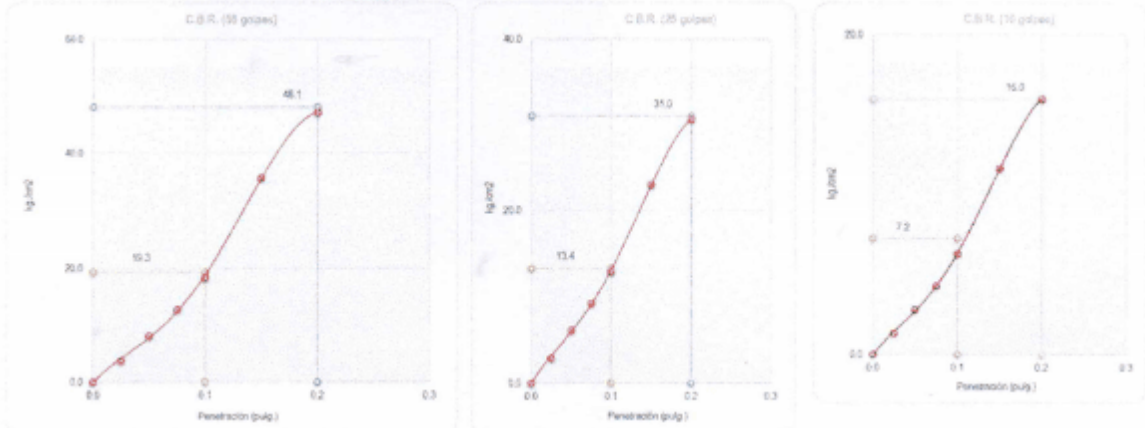
UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán

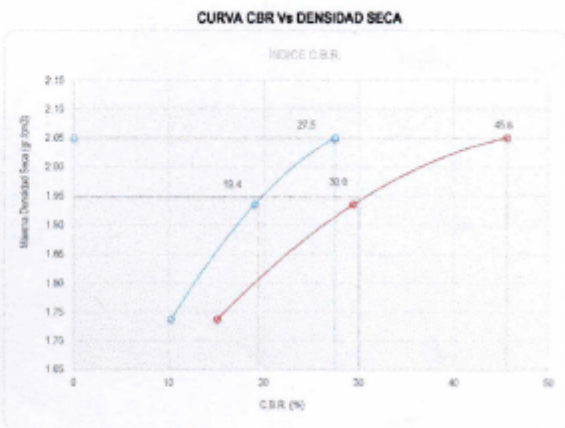
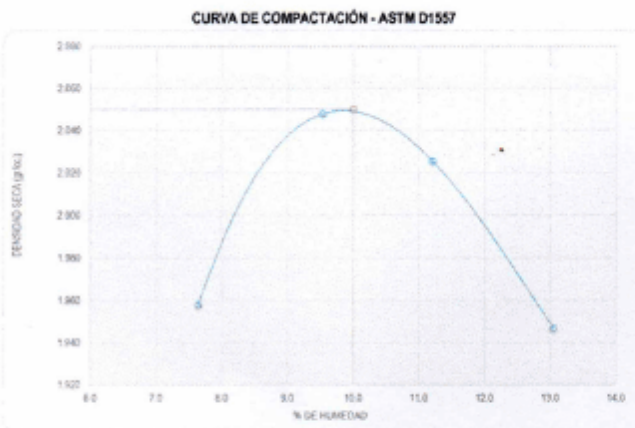
EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata 02 Realizado por: Ruben Torres

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.060 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad 10.00 %
Máxima Densidad Seca al 95% 1.948 gr./cm³


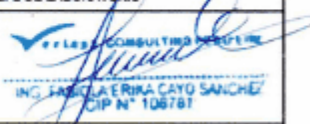



C.B.R. (0.1') 56 GOLFES: **27.5 %** C.B.R. (0.1') 25 GOLFES: **19.0 %** C.B.R. (0.1') 10 GOLFES: **10.3 %**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **27.48 %** C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **45.61 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": **19.40 %** C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": **30.00 %**

OBSERVACIONES:

LABORATORIO 	UBICACIÓN Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 5/ San Vicente de Cañete.	JEFE DE LABORATORIO 
Fecha:		Fecha:

	REGISTRO DE CONTROL	GLAB.S.VER.F002	DISCIPLINA:
	CONTROL DE CALIDAD	FECHA REVISIÓN:	REVISIÓN: 00
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TÁMIZADO (MTC E204 - NTP 339.128)	01.10.18	N° DE REGISTRO:
		PAGINA: 1 DE 1	001

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jrón Tomás Guterra Solís, Sicaya 2023"

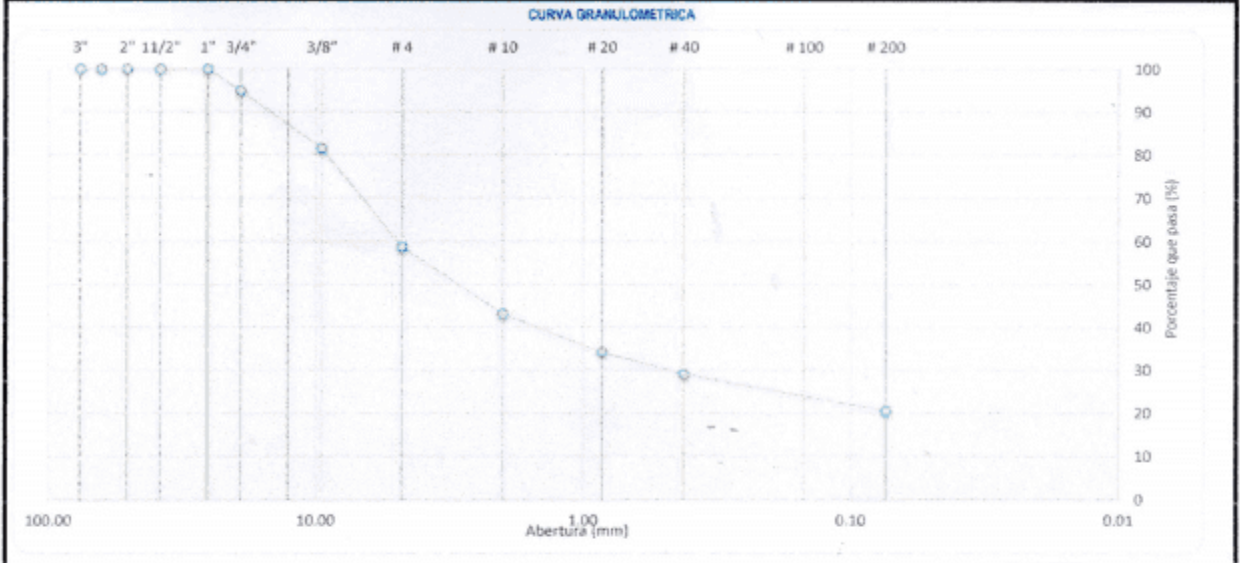
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Sanillán

DATOS DE LA MUESTRA: Tomadas en campo FECHA: 15/10/2022



Evaluated para: Sub rasante Hecho por: RUBEN TORRES


MATERIAL: Tomada en pista cuadra 03

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							PESO TOTAL = 1.674.0 gr
2 1/2"	63.500							PESO MAT. < # 4 = 983.00 gr
2"	50.800		0.0	0.0	0.0	100.0		PESO FRACCION = 750.0 gr
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	0.0	100.0		LIMITE LIQUIDO = 19 %
1"	25.400		0.0	0.0	0.0	100.0		LIMITE PLASTICO = 7 %
3/4"	19.100	85	85.0	5.1	5.1	94.9		INDICE PLASTICO = 11 %
1/2"	12.700	110	195.0	6.8	11.7	88.4		CLASF. AASHTO = A-1-b (0)
3/8"	9.520	115	310.0	6.9	18.5	81.5		CLASF. SUCCS = GM - GC
1/4"	6.350	220	530.0	13.1	31.7	68.3		MAX. DENS. SECA =
# 4	4.750	181	691.0	9.6	41.3	58.7		HUMEDAD OPT. =
# 6	3.360	129	820.0	7.7	49.0	51.0		CBR AL 100% 0.1" =
# 8	2.360	94	914.0	5.6	54.6	45.4		CBR AL 95 % 0.1" =
# 10	2.000	38.0	952.0	2.3	56.9	43.1		% HUMEDAD
# 16	1.190	81.0	1,033.0	4.8	61.7	38.3		S.H.
# 20	0.850	69.0	1,102.0	4.1	65.8	34.2		P.S.S
# 30	0.590	48.0	1,150.0	2.9	68.7	31.3		% Humd.
# 40	0.420	38.0	1,168.0	2.3	71.0	29.0		OBSERVACIONES :
# 50	0.250	48.0	1,236.0	2.9	73.9	26.2		
# 80	0.177	31.8	1,267.0	1.9	75.7	24.3		
# 100	0.150	27.0	1,294.0	1.6	77.3	22.7		
# 200	0.074	37.0	1,331.0	2.2	79.5	20.5		
< # 200	FONDO	343.0	1,674.0	20.5	100.0	0.0		



N° BALANZA: 1 PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO COCINA

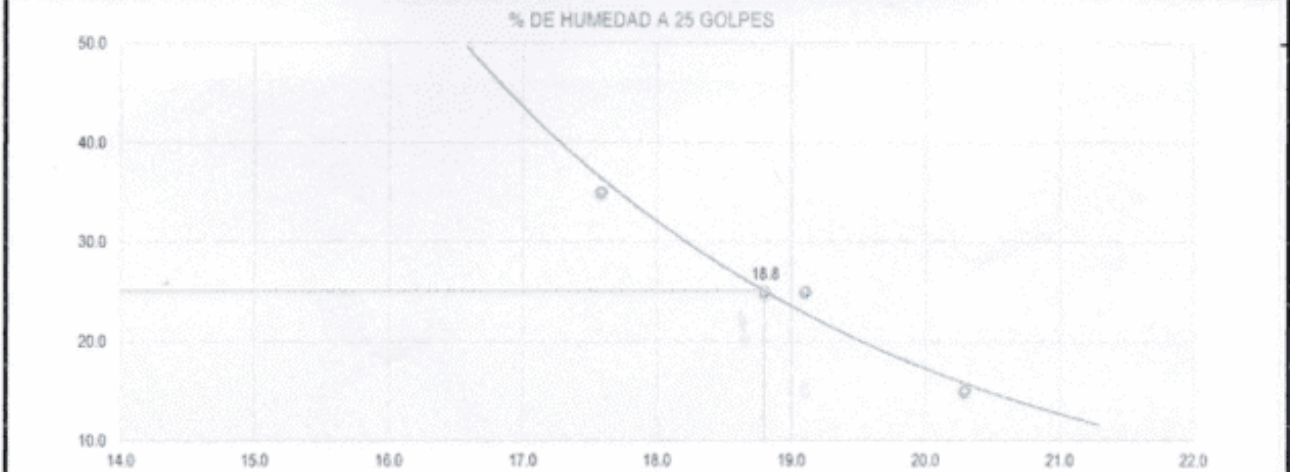
LABORATORIO Nombre:  RUBEN DARIO TORRES CUDIA LABORATORIO	UBICACION Oficinas: San Jose, MZAK Lote 9/ San Vicente de Cañeta.	JEFE DE LABORATORIO Nombre:  ING. ESMILÁ ERTERNA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:		Fecha:

	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.129	Versión: 01 LEM.VER.GC.5006 DISCIPLINA: SUELOS
---	---	--

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jón Tomás Gutara Sofía, Sicaya 2023" UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín SOLICITANTE: Sach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Sanblán		REGISTRO: LA-S-VER-001 FECHA DE ENSAYO: 15/10/2022
MUESTRA: Tomada en campo - Cuadra 03 - Calicata 03		Hecho por: Ruben Torres
EVALUADO PARA: SUB RASANTE	UBICACIÓN: LADO:	



LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	8	9	11	
TARRO + SUELO HUMEDO	24.30	29.00	28.90	/
TARRO + SUELO SECO	22.90	27.30	27.30	
AGUA	1.40	1.70	1.60	
PESO DEL TARRO	15.00	15.40	16.20	
PESO DEL SUELO SECO	6.90	8.90	9.10	
% DE HUMEDAD	20.29	19.10	17.58	
N° DE GOLPES	15	25	35	

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	16	19		
TARRO + SUELO HUMEDO	12.50	11.40	/	
TARRO + SUELO SECO	12.30	11.25		
AGUA	0.20	0.15		
PESO DEL TARRO	10.30	8.60		
PESO DEL SUELO SECO	2.30	2.45		
% DE HUMEDAD	8.70	6.12		



OBSERVACIONES :
 ENSAYO REALIZADO PASANTE TAMIZ N° 40

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		N° BALANZA : N/A PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> X COCINA <input type="checkbox"/> N/A
LIMITE LIQUIDO	18.79	
LIMITE PLASTICO	7.41	
INDICE DE PLASTICIDAD	11.38	

LABORATORIO Nombre:  RUBEN TORRES TORRES CUBA LABORATORIO	UBICACIÓN Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañata	JEFE DE LABORATORIO Nombre:  ING. FABIOLA ERRIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:	Fecha:	Fecha:



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutarra Solís, Sicaya 2023"

UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín

Fecha de ensayo

SOLICITANTE: Bach Ing. Laydi Elizabeth Hospital Santillán

15/10/2022

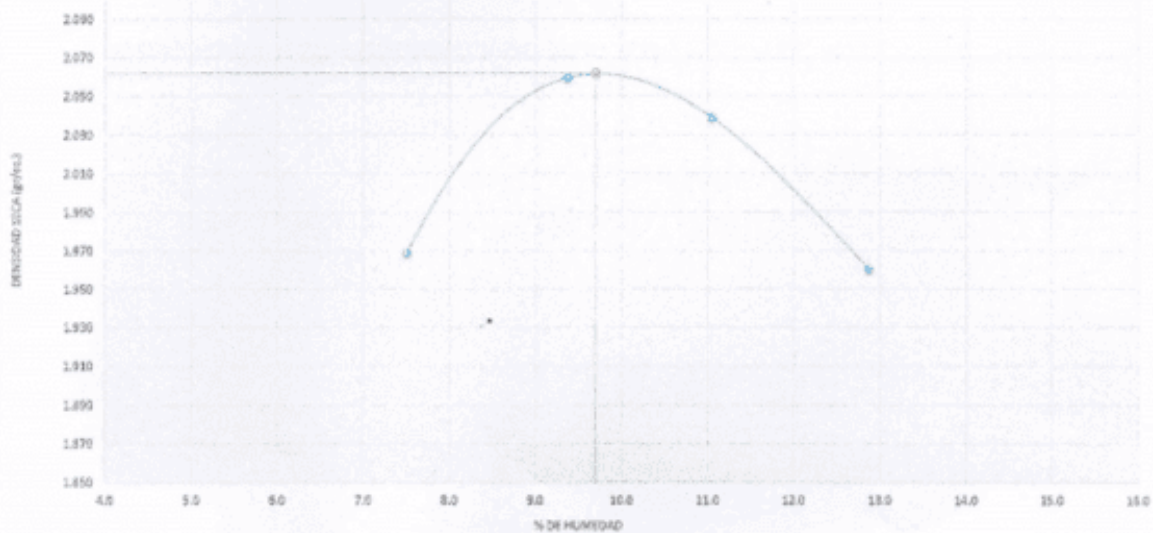
EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata 03

Volumen Molde 2140 cm³
Peso Molde 2940 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.117	2.252	2.264	2.213
Contenido de agua	%	7.5	9.4	11.0	12.9
Densidad Seca	gr/cc	1.969	2.059	2.039	1.960

Densidad Máxima Seca: 2.062 gr/cm³ Contenido Humedad Óptima: 9.7 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

LABORATORIO
Nombre:

DARIO TORRES CUSA
LABORATORIO

UBICACIÓN
Oficinas: San Jose, MZA.K Lote W San Vicente de Calleta.

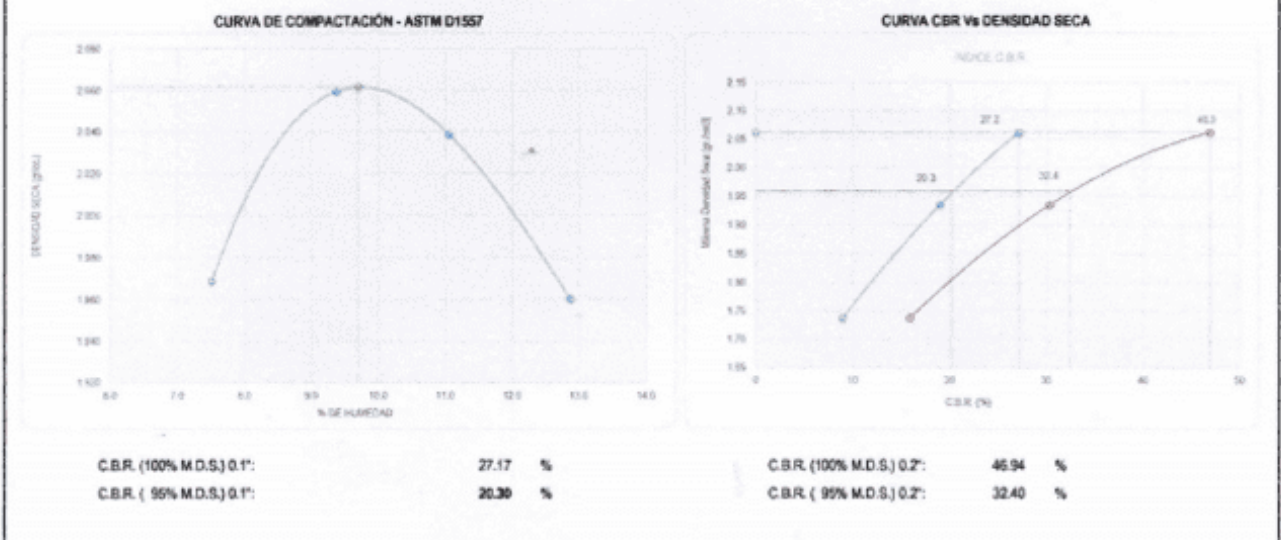
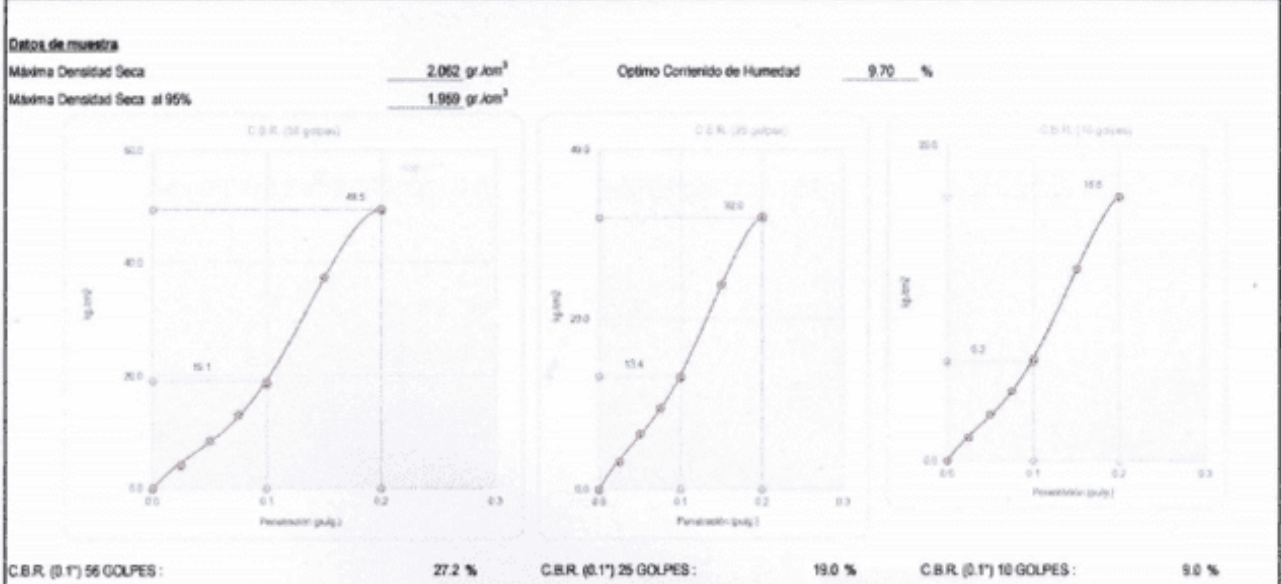
JEFE DE LABORATORIO

ING. ERIKA CAYO SANCHEZ
CIP N° 108781



Fecha:


Fecha:

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jón Tomás Gutara Solís, Sicaya 2023"
UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Sanblán
EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata 03 Realizado por: Ruben Torres



OBSERVACIONES:

LABORATORIO  LABORATORIO	UBICACIÓN * Oficinas: San Jose, MZA K Lote 9/ San Vicente de Cañeta.	JEFE DE LABORATORIO  JEFE DE LABORATORIO
Fecha:		Fecha:

	REGISTRO DE CONTROL	LEM.VER.GC.8003
	RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR	01/10/2018
	MTC E 132 - ASTM 1833 - AASHTO 190 - NTP 399.145	DISCIPLINA SUELOS

TEBIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Lasa corta, Jirón Tomás Gutiérrez Solís, Sicaya 2022"

UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospina Santillán

EVALUADO PARA: Sub rasante **Calicata 03**

Realizado por: Ruben Torres

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	8		11		12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		16	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,925	13,250	9,575	13,130	9,225	12,960
Peso molde (gr.)	4,843	8,166	4,917	8,212	4,910	8,177
Peso suelo compactado (gr.)	5,082	5,084	4,658	4,918	4,315	4,783
Volumen del molde (cm³)	2,135	2,105	2,134	2,105	2,135	2,105
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,380	2,415	2,183	2,336	2,021	2,272
Densidad Seca (gr./cm³)	2,153	2,262	1,935	2,175	1,737	2,091

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	46.0	215.8	28.6	205.6	30.8	212.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	108.6	940.4	97.4	1040.9	82.1	790.7
Tara + suelo seco (gr.)	102.8	894.5	89.6	983.3	74.9	744.5
Peso de agua (gr.)	5.8	45.9	7.8	57.6	7.2	46.2
Peso de suelo seco (gr.)	54.8	678.7	61.0	777.7	44.1	532.3
Humedad (%)	10.6	6.8	12.8	7.4	16.3	8.7



EXPANSIÓN


Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
09-Nov	10:10	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
10-Nov	10:10	24	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09	5	0.13	0.11
11-Nov	10:10	48	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09
12-Nov	10:10	72	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07
13-Nov	10:10	96	2	0.05	0.04	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 6				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		63	4.2			65	3.3			29	1.5		
0.050		189	8.6			129	6.6			58	2.9		
0.075		280	13.2			190	9.7			87	4.4		
0.100	70.307	370	18.8	19.1	27.2	262	13.3	13.4	19.0	126	6.4	6.3	9.0
0.150		735	37.4			474	24.1			239	12.2		
0.200	105.460	975	49.6	49.5	46.9	633	32.2	32.0	30.3	330	16.8	16.8	15.9
0.300													
0.400													
0.500													

OBSERVACIONES:

LABORATORIO	UBICACION	JEFE DE LABORATORIO
 ROBERTO TORRES CUBA LABORATORIO	Oficinas: San José, MZAK Lote W San Vicente de Cañete.	 ING. FABIOLA ENTINA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:		Fecha:

	REGISTRO DE CONTROL CONTROL DE CALIDAD	GLAB.5.VER.F002	DISCIPLINA:
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E204 - NTP 339.128)	FECHA REVISIÓN: 01.10.18	REVISIÓN: 00
		PAGINA: 1 DE 1	N° DE REGISTRO: 001

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 53, Losa corta, Jivón Tomás Gutierrez Sotillo, Sucre 2023"

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán

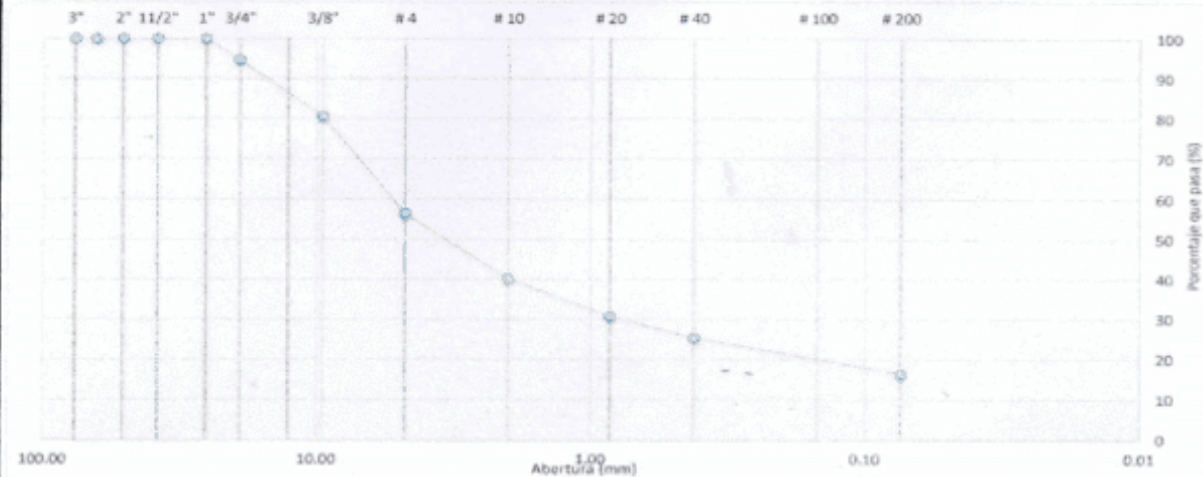
DATOS DE LA MUESTRA: Tomadas en campo FECHA: 15/10/2022

Evaluated para: Sub rasante Hecho por: RUBEN TORRES

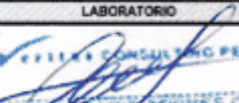

MATERIAL: Tomado en pista cuadro 04


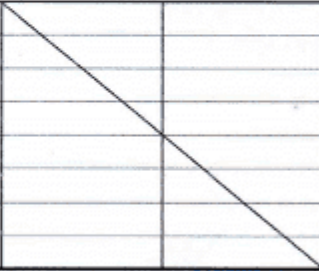
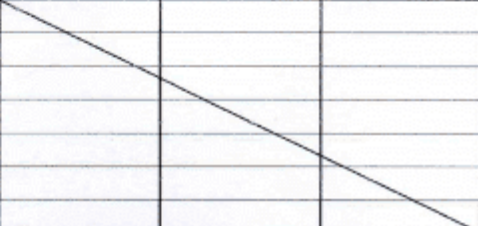
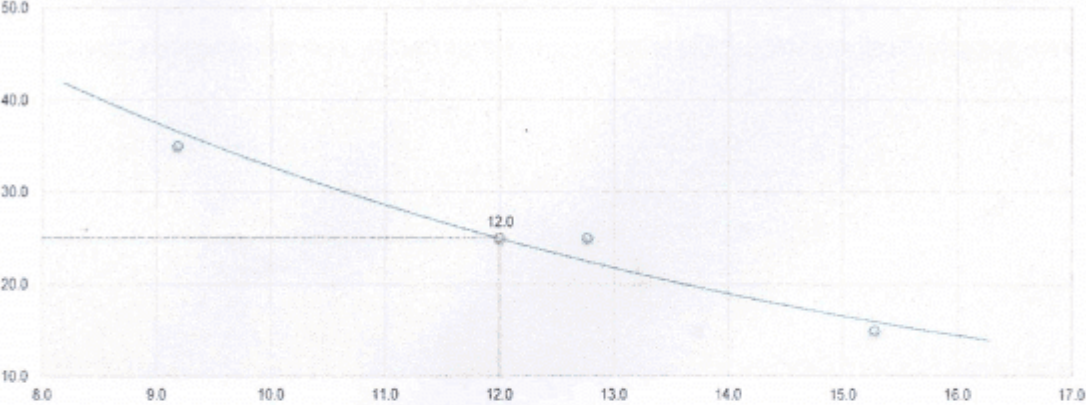


TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							PESO TOTAL = 1.704.0 gr
2 1/2"	63.500							PESO MAT. < # 4 = 983.00 gr
2"	50.800		0.0	0.0	0.0	100.0		PESO FRACCION = 750.0 gr
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	0.0	100.0		LIMITE LIQUIDO = 12 %
1"	25.400		0.0	0.0	0.0	100.0		LIMITE PLASTICO = 7 %
3/4"	19.100	91	91.0	5.3	5.3	94.7		INDICE PLASTICO = 5 %
1/2"	12.700	118	209.0	6.9	12.3	87.7		CLASF. AASHTO = A-1-b (2)
3/8"	9.520	123	332.0	7.2	19.5	80.5		CLASF. SUCCS = GM
1/4"	6.350	236	568.0	13.9	33.3	66.7		MAX. DENS. SECA =
# 4	4.750	173	741.0	10.2	43.5	56.5		HUMEDAD OPT. =
# 6	3.350	138	879.0	8.1	51.6	48.4		CBR AL 100% 0.1" =
# 8	2.360	101	980.0	5.9	57.5	42.5		CBR AL 95 % 0.1" =
# 10	2.000	40.0	1,020.0	2.4	59.9	40.1		% HUMEDAD
# 15	1.190	87.0	1,107.0	5.1	65.0	35.0		S.H.
# 20	0.850	74.0	1,181.0	4.3	69.3	30.7		P.S.S
# 30	0.590	51.0	1,232.0	3.0	72.3	27.7		% Humd.
# 40	0.420	40.0	1,272.0	2.4	74.7	25.4		OBSERVACIONES:
# 50	0.250	51.0	1,323.0	3.0	77.6	22.4		
# 80	0.177	32.0	1,355.0	1.9	79.6	20.4		
# 100	0.150	29.0	1,384.0	1.7	81.3	18.7		
# 200	0.074	26.0	1,424.0	2.3	83.0	16.4		
<# 200	FONDO	280.0	1,704.0	16.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



N° BALANZA: 1 PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO COCINA

LABORATORIO Nombre:  Fecha: _____ RUBÉN DARÍO TORRES CUBA LABORATORIO	UBICACIÓN Oficinas: San José, MZAK Lote 9/ San Vicente de Cabete.	JEFE DE LABORATORIO Nombre:  Fecha: _____ ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
---	---	--

	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.129		Version: 01 LEM VER GC 5006 DISCIPLINA: SUELOS	
	TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jrón Tomás Gutama Solís, Sicaya 2023"		REGISTRO:	LA-S-VER-091
	UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín SOLICITANTE: Sach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Sanblán		FECHA DE ENSAYO:	15/10/2022
MUESTRA :Tomada en campo - Cuadra 04 - Calicata 04		Hecho por: Ruben Torres		
EVALUADO PARA:	SUB RASANTE	UBICACIÓN:		
		LADO:		
LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	9	4	16	
TARRO + SUELO HUMEDO	24.30	29.00	26.90	
TARRO + SUELO SECO	23.20	27.80	26.00	
AGUA	1.10	1.20	0.90	
PESO DEL TARRO	16.00	18.40	18.20	
PESO DEL SUELO SECO	7.20	9.40	9.80	
% DE HUMEDAD	15.28	12.77	9.18	
Nº DE GOLPES	15	25	35	
LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	11	15		
TARRO + SUELO HUMEDO	12.50	11.40		
TARRO + SUELO SECO	12.30	11.25		
AGUA	0.20	0.15		
PESO DEL TARRO	10.00	8.80		
PESO DEL SUELO SECO	2.30	2.45		
% DE HUMEDAD	8.70	6.12		
% DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
OBSERVACIONES :				
ENSAYO REALIZADO PASANTE TAMIZ Nº 40				
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		Nº BALANZA : N.A		
LIMITE LIQUIDO	11.96	PROCEDIMIENTO DE SECADO :		Nº HORNO SECADO
LIMITE PLASTICO	7.41			HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/>
INDICE DE PLASTICIDAD	4.55			COCINA <input type="checkbox"/>
Especificación técnica índice plástico <10% : cumple				
LABORATORIO		UBICACIÓN		JEFE DE LABORATORIO
Nombre:  RUBEN DARY TORRES CUBA LABORATORIO		Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañete		Nombre:  ERIKA CAYO SANCHEZ CIP Nº 108781
Fecha:		Fecha:		Fecha:



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutarra Solís, Sicaya 2023"

UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín

Fecha de ensayo

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Sanillán

15/10/2022

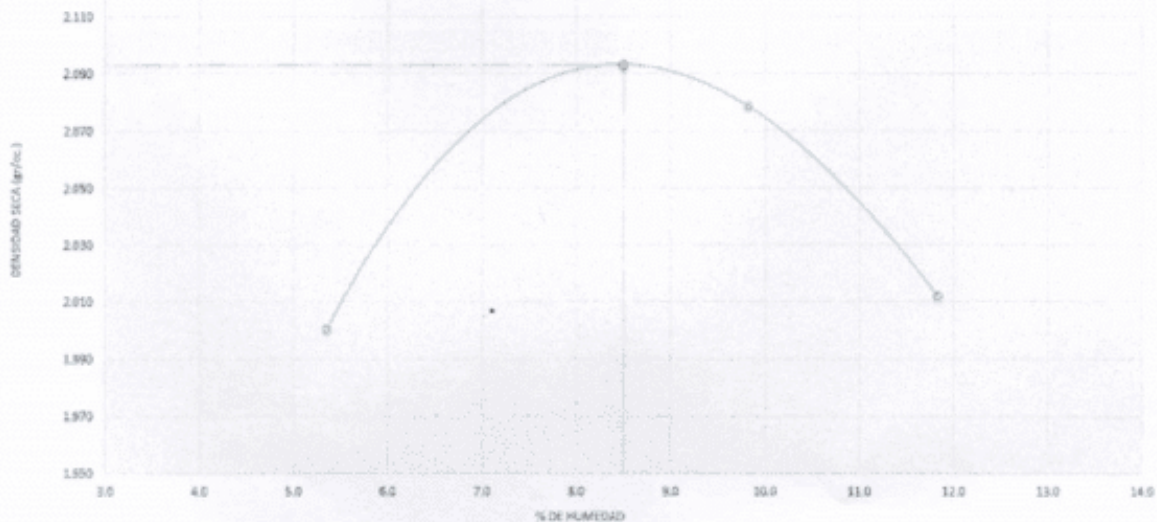
EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata 04

Volumen Molde 2140 cm³
Peso Molde 2940 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr	2.107	2.271	2.283	2.250
Contenido de agua	%	5.3	8.5	9.8	11.8
Densidad Seca	gr/cc	2.000	2.093	2.079	2.012




Densidad Máxima Seca: 2.093 gr/cm³ **Contenido Humedad Optima:** 8.5 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

LABORATORIO	UBICACIÓN	JEFE DE LABORATORIO
Nombre: CONSULTING PERU EIRL DARÍO TORRES CUBA LABORATORIO	Oficinas: San Jose, MZA.K Lots W San Vicente de Cañete.	 CONSULTING PERU EIRL ERICKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108761
Fecha:		Fecha:

		REGISTRO DE CONTROL				LEM.VER.GC.S003							
		RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR				01/10/2018							
		MTC E 132 - ASTM 1833 - AASHTO 190 - NTP 399.145				DISCIPLINA SUELOS							
TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutiérrez Solís, Sicaya 2023"													
UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín													
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán													
EVALUADO PARA: Sub rasante Calicata 04						Realizado por: Ruben Torres							
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	6			11			12						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	9,925	13,250		9,575	13,130		9,225	12,960					
Peso molde (gr.)	4,843	8,166		4,917	8,212		4,910	8,177					
Peso suelo compactado (gr.)	5,082	5,084		4,658	4,918		4,315	4,783					
Volumen del molde (cm³)	2,135	2,105		2,134	2,105		2,135	2,105					
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,380	2,415		2,183	2,336		2,021	2,272					
Densidad Seca (gr./cm³)	2,153	2,262		1,935	2,175		1,737	2,091					
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	48.0	215.8		28.8	205.6		30.8	212.2					
Tara + suelo húmedo (gr.)	108.6	940.4		97.4	1040.9		82.1	790.7					
Tara + suelo seco (gr.)	102.8	894.5		89.8	983.3		74.9	744.5					
Peso de agua (gr.)	5.8	45.9		7.8	57.6		7.2	46.2					
Peso de suelo seco (gr.)	54.8	678.7		61.0	777.7		44.1	532.3					
Humedad (%)	10.6	6.8		12.8	7.4		16.3	8.7					
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
09-Nov	10:10	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
10-Nov	10:10	24	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09	5	0.13	0.11		
11-Nov	10:10	48	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09		
12-Nov	10:10	72	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07		
13-Nov	10:10	96	2	0.05	0.04	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 6				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga kg	kg/cm²	Corrección kg/cm²	CBR %	Carga kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	Carga kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		92	4.7			72	3.7			32	1.6		
0.050		186	9.5			142	7.2			64	3.3		
0.075		286	14.5			209	10.6			96	4.9		
0.100	70.307	409	20.8	20.7	29.4	289	14.7	14.6	20.8	140	7.1	7.2	10.2
0.150		614	41.4			525	26.7			265	13.5		
0.200	105.460	1092	55.5	55.5	52.6	709	36.1	36.1	34.2	370	18.8	18.8	17.8
0.300													
0.400													
0.500													
OBSERVACIONES:													
LABORATORIO			UBICACIÓN				JEFE DE LABORATORIO						
 RUBEN DARIO TORRES CUBA LABORATORIO			Oficinas: San Jose, MZA/K Lote 9/ San Vicente de Cañete.				 ING. FABIO LA ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781						
Fecha:			Fecha:				Fecha:						



**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Galarraga Solís, Sicaya 2023"

UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán

EVALUADO PARA: Sub rasante - Calicata 04

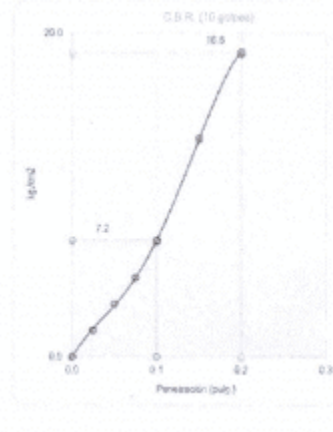
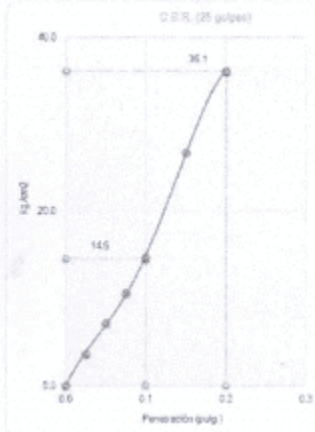
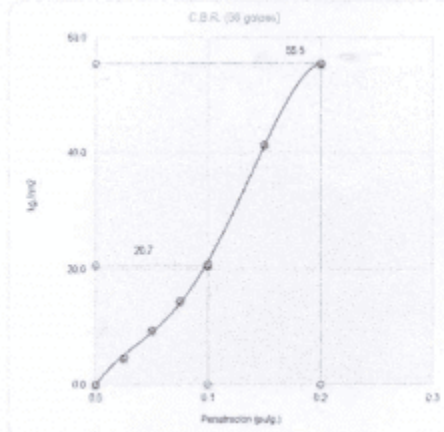
Realizado por: Ruben Torres

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 2.093 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad 8.50 %

Máxima Densidad Seca al 95% 1.988 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES:

29.4 %

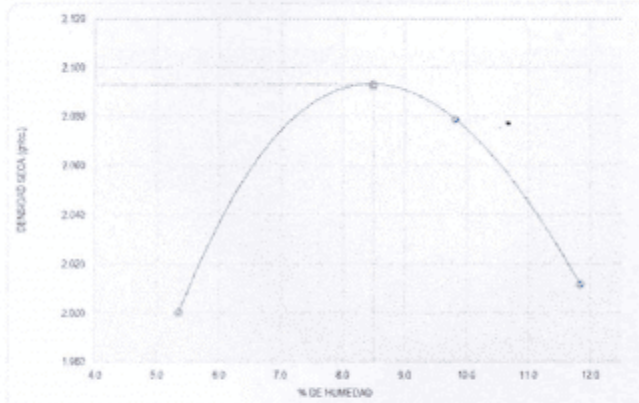
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES:

20.6 %

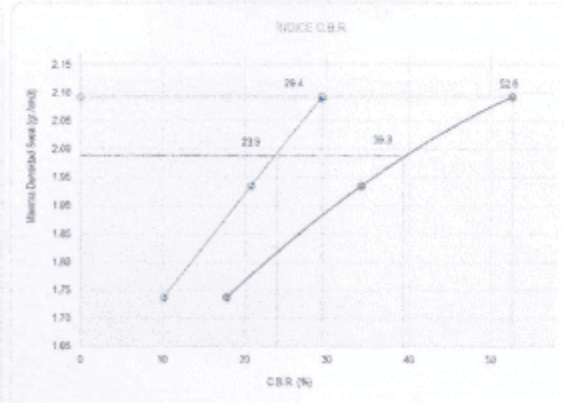
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES:

10.2 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":

29.44 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":

52.63 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":

23.91 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":

39.30 %

OBSERVACIONES:

LABORATORIO

 RUBEN DARIO TORRES CUGA
 LABORATORIO


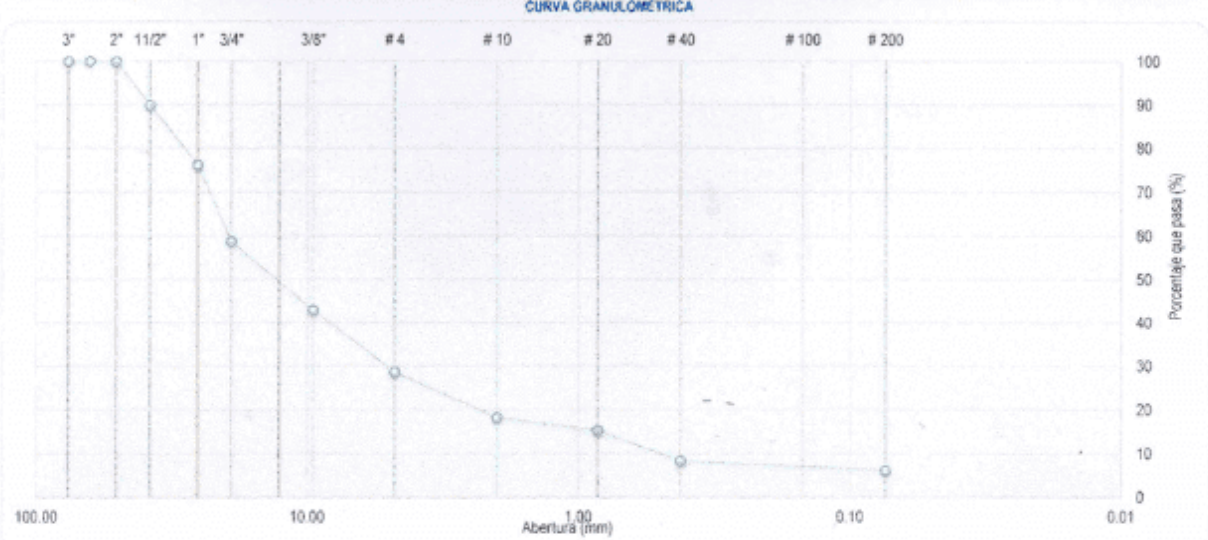


UBICACIÓN
 Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Carhelo.


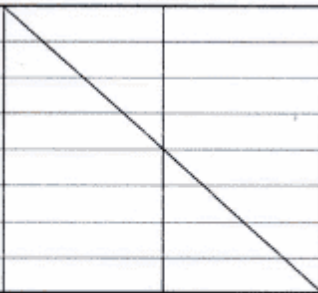
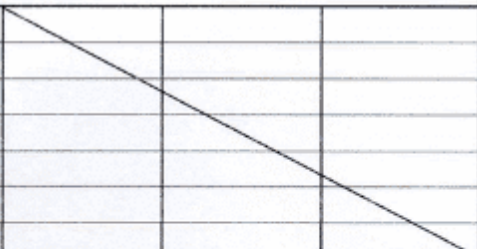
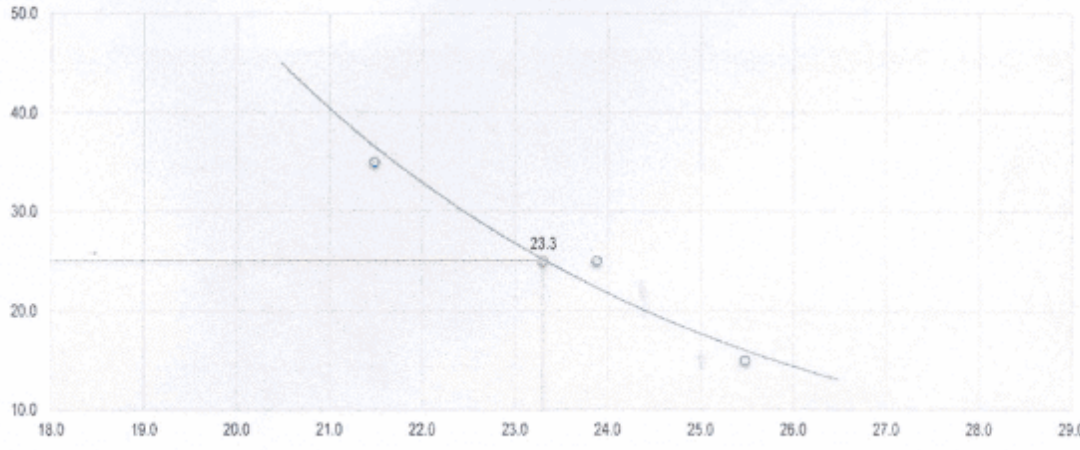
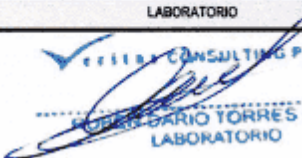

JEFE DE LABORATORIO

 ING. FABRICE ERICA CAYO SANCHEZ
 CIP N° 108761

Fecha:

Fecha:

		REGISTRO DE CONTROL						GLAB.S.VER.F002		DISCIPLINA:		
		CONTROL DE CALIDAD						FECHA REVISIÓN:		REVISIÓN: 00		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E204 - NTP 339 128)						01.10.18		N° DE REGISTRO:		001		
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS						PAGINA: 1 DE 1						
TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutera Sois, Sicaya 2023"												
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán												
DATOS DE LA MUESTRA: Carretera Sicaya						FECHA: 15/10/2022						
Evaluated para: Sub base - Base granular						Hecho por: RUBEN TORRES						
MATERIAL: Carretera Sicaya												
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. PARCIAL	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	GRADACION "A"		DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
3"	76.200								PESO TOTAL = 1,831.9 gr			
2 1/2"	63.500								PESO MAT. < # 4 = 625.00 gr			
2"	50.800		0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	PESO FRACCION = 625.0 gr			
1 1/2"	38.100	185	185.0	10.1	10.1	89.9			LIMITE LIQUIDO = 23 %			
1"	25.400	250	435.0	13.7	23.8	76.3			LIMITE PLASTICO = 20 %			
3/4"	19.100	321	756.0	17.5	41.3	58.7			INDICE PLASTICO = 4 %			
1/2"	12.700	250	1,008.0	13.7	54.9	45.1			CLASF. AASHTO = A-1-a (0)			
3/8"	9.520	40	1,048.2	2.2	57.1	42.9	30	65	CLASF. SUCCS = GP-GC-GM			
1/4"	6.350	111	1,156.9	6.0	63.2	36.9			MAX. DENS. SECA =			
# 4	4.750	150	1,306.9	8.2	71.3	28.7	25	35	HUMEDAD OPT. =			
# 6	3.350		1,306.9	0.0	71.3	28.7			CBR AL 100% 0.1" =			
# 8	2.360	173	1,480.1	9.5	80.8	19.2			CBR AL 95 % 0.1" =			
# 10	2.000	17.2	1,497.3	0.9	81.7	18.3	15	40	% HUMEDAD	S.H.	P.S.S	% Humd.
# 16	1.190	27.7	1,525.0	1.5	83.2	16.8			OBSERVACIONES :			
# 20	0.850	27.2	1,552.2	1.5	84.7	15.3						
# 30	0.590	43.4	1,595.6	2.4	87.1	12.9						
# 40	0.420	83.9	1,679.5	4.6	91.7	8.3	8	20				
# 50	0.250	20.3	1,699.8	1.1	92.8	7.2						
# 80	0.177	8.3	1,708.1	0.5	93.2	6.8						
# 100	0.150	3.8	1,711.9	0.2	93.4	6.6						
# 200	0.074	6.5	1,718.4	0.4	93.8	6.2	2	8				
< # 200	FONDO	113.5	1,831.9	6.2	100.0	0.0						
CURVA GRANULOMÉTRICA												
												
N° BALANZA : 1			PROCEDIMIENTO DE SECADO :			HORNO SECADO			COCINA			
						<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
LABORATORIO Nombre:  RUBEN DARIO TORRES CUBA CONSULTOR				UBICACIÓN Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañete.				JEFE DE LABORATORIO Nombre:  FABIOLA ERIKA CAYO SANCHEZ CONSULTOR				

	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.129		Version: 01 LEM-VER-GC-S006 DISCIPLINA: SUELOS	
	TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Guterra Solís, Sicaya 2023" UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán		REGISTRO: LA-S-VER-001 FECHA DE ENSAYO: 15/10/2022	
MUESTRA: Carretera Sicaya EVALUADO PARA: Sub base - base granular		UBICACIÓN: LADO:		Hecho por: Ruben Torres
LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	21	25	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	58.90	62.50	63.65	
TARRO + SUELO SECO	53.20	57.60	58.20	
AGUA	5.30	4.90	5.45	
PESO DEL TARRO	32.40	37.08	32.83	
PESO DEL SUELO SECO	20.80	20.62	25.37	
% DE HUMEDAD	25.48	23.88	21.48	
Nº DE GOLPES	15	25	30	
LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	12	6		
TARRO + SUELO HUMEDO	60.50	63.10		
TARRO + SUELO SECO	56.15	57.90		
AGUA	4.35	5.20		
PESO DEL TARRO	33.90	31.75		
PESO DEL SUELO SECO	22.25	26.15		
% DE HUMEDAD	19.55	19.89		
% DE HUMEDAD A 25 GOLPES 				
OBSERVACIONES :				
ENSAYO REALIZADO PASANTE TAMIZ N° 40				
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		Nº BALANZA : N/A		
LIMITE LIQUIDO	23.32	PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> COCINA <input type="checkbox"/>		
LIMITE PLASTICO	19.72			
INDICE DE PLASTICIDAD	3.60			
Especificación técnica índice plástico <10% : cumple				
LABORATORIO Nombre:  LABORATORIO		UBICACIÓN Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañete		JEFE DE LABORATORIO Nombre:  ING. FABIOLA ERINCA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:		Fecha:		Fecha:



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

LEM.VER.GC.S003

DISCIPLINA SUELOS

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutarra Sols, Sicaya 2023"

UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín

Fecha de ensayo

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán

15/10/2022

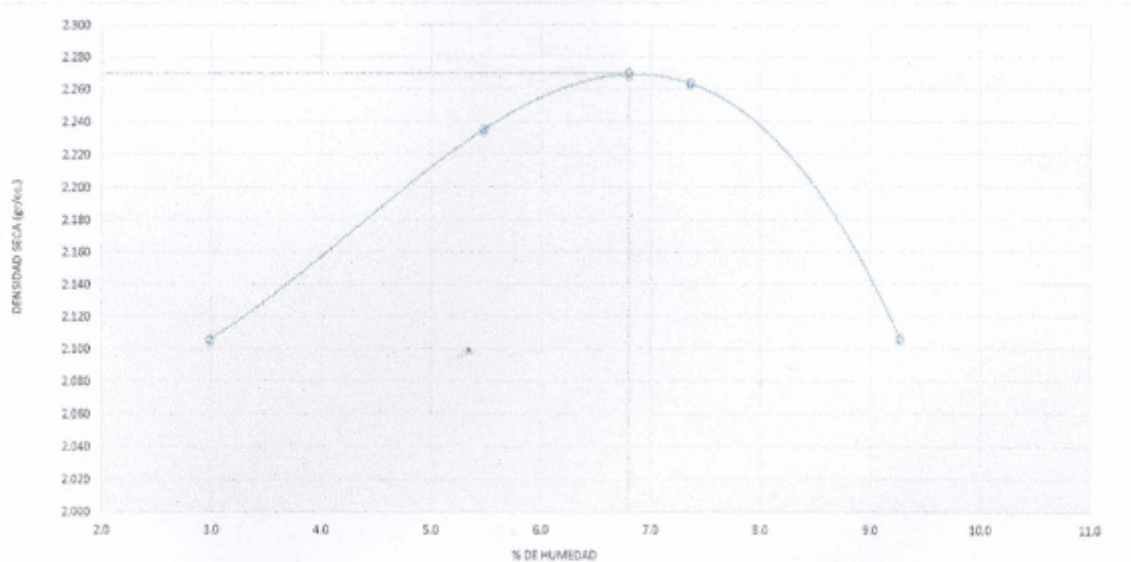
EVALUADO PARA: Sub base - base granular - Cantera Sicaya

Volumen Molde 2141 cm³
Peso Molde 2907 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.169	2.358	2.430	2.302
Contenido de agua	%	3.0	5.5	7.4	9.3
Densidad Seca	gr/cc	2.106	2.235	2.264	2.106




Densidad Máxima Seca: 2.270 gr/cm³ Contenido Humedad Óptima: 6.8 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



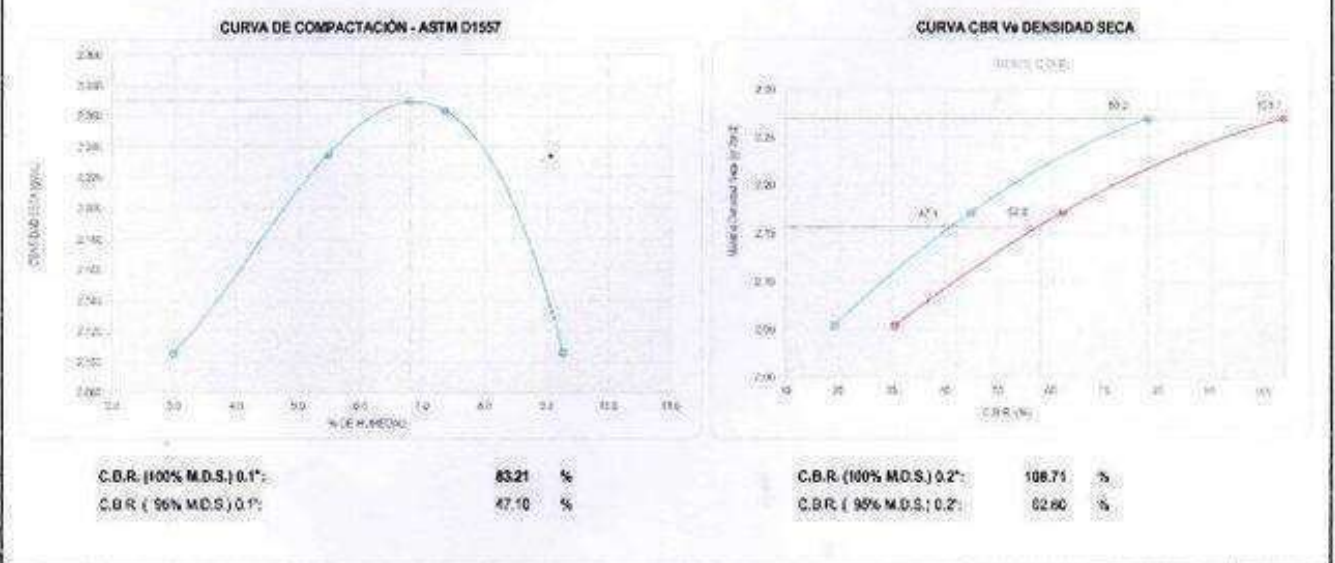
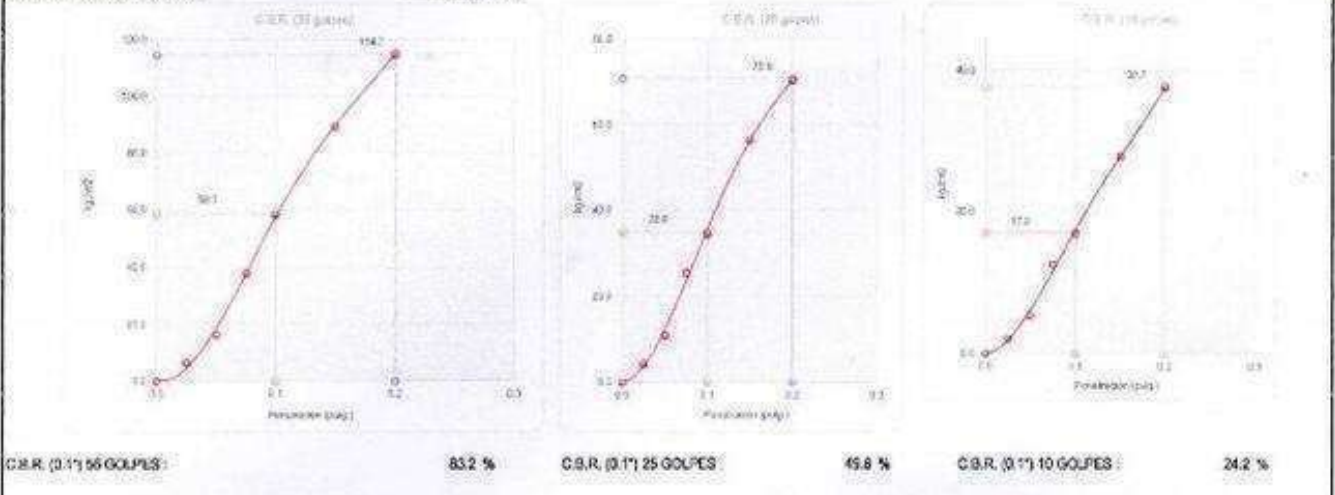
OBSERVACIONES:

LABORATORIO	UBICACIÓN	JEFE DE LABORATORIO
Nombre: RUBÉN DARIÓ TORRES CÚBA LABORATORIO	Oficinas: San José, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañeta.	 INÉS FABIOLA ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781
Fecha:		Fecha:


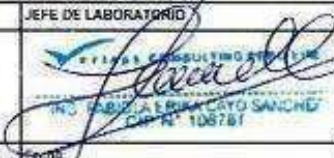
	REGISTRO DE CONTROL				LEM.VER.GC.S003								
	RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR				01/10/2018								
	MTC E 132 - ASTM 1833 - AASHTO 199 - NTP 399.145				DISCIPLINA SUELOS								
TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO B3, Losa corita, Jctn Tomás Gutara Solís, Sicaya 2023"													
UBICACIÓN : Sicaya - Huancayo - Junín													
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán													
EVALUADO PARA: Sub base - base granular				Realizado por: Ruben Torres									
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	10			11		12							
Número de capas	5			5		5							
Número de golpes	56			25		10							
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	10,000	13,250	9,860	13,130	9,585	12,960							
Peso molde (gr.)	4,843	8,166	4,917	8,212	4,910	8,177							
Peso suelo compactado (gr.)	5,157	5,084	4,943	4,918	4,675	4,783							
Volumen del molde (cm³)	2,135	2,105	2,134	2,105	2,135	2,105							
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,415	2,415	2,316	2,336	2,190	2,272							
Densidad Seca (gr./cm³)	2,261	2,262	2,172	2,175	2,055	2,091							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	14.8	215.8	25.3	205.6	26.4	212.2							
Tara + suelo húmedo (gr.)	141.1	940.4	165.1	1040.9	127.0	790.7							
Tara + suelo seco (gr.)	133.0	894.5	156.4	983.3	120.8	744.5							
Peso de agua (gr.)	8.1	45.9	8.7	57.6	6.2	46.2							
Peso de suelo seco (gr.)	118.2	678.7	131.1	777.7	94.4	532.3							
Humedad (%)	6.9	6.8	6.6	7.4	6.6	8.7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial		Expansión					
				mm	%		mm	%					
09-Nov	07:30	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00				
10-Nov	07:30	24	3	0.08	0.07	4	0.10	0.09	0.11				
11-Nov	07:30	48	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07	0.09				
12-Nov	07:30	72	2	0.05	0.04	3	0.08	0.07	0.07				
13-Nov	07:30	96	2	0.05	0.04	2	0.05	0.04	0.07				
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		128	6.5			85	4.3			42	2.1		
0.050		325	16.5			216	11.0			105	5.3		
0.075		750	38.1			502	25.5			248	12.6		
0.100	70.307	1150	58.5	58.5	83.2	680	34.6	35.0	49.8	330	16.8	17.0	24.2
0.150		1760	89.5			1110	56.4			548	27.9		
0.200	105.460	2265	115.2	114.7	108.7	1385	70.4	70.8	67.1	741	37.7	37.7	35.7
0.300		2910	148.0			1950	99.2			861	48.4		
0.400		3030	154.1			2023	102.9			1010	51.4		
0.500		3520	179.0			2305	117.2			1150	58.5		
OBSERVACIONES:													
LABORATORIO				UBICACIÓN				JEFE DE LABORATORIO					
 RUBEN TORRES CUBA LABORATORIO				Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 91 San Vicente de Cañete.				 ING. FABIOLA ERREIRA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781					
Fecha:				Fecha:				Fecha:					

TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Los corda, "don Tomás Cutara Solís, Scaya 2003"
UBICACIÓN: Scaya - Huancayo - Junín
SOLICITANTE: Beth Ing. Leydi Elizabeth Hospital Sardián
EVALUADO PARA: sub base - sub leante Carreta Scaya Realizado por: Ruben Torres

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca: 2.270 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad: 6.80 %
 Máxima Densidad Seca a 95%: 2.197 gr/cm³



OBSERVACIONES:

LABORATORIO 	UBICACIÓN Oficinas: San José, MZA K Lote 9/ San Vicente de Cañete	JEFE DE LABORATORIO 
Fecha:		

	REGISTRO DE CONTROL	GLAB.S.VER.F008	DISCIPLINA: SUELOS
	CONTROL DE CALIDAD		REVISIÓN: 00
	ENSAYO DE ABRASION MAQUINA DE LOS ANGELES - (MTC E207)	PAGINA: 1 DE 1	N° DE REGISTRO: 001

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutarra Solís, Sicaya 2023"


SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospinal Santillán

DATOS DE LA MUESTRA	CANTERA : SICAYA
Evaluado para: SUB BASE	HECHO POR: Ruben Torres

TAMIZ	Und.	METODO				
		A	B	C	D	E
3"	g					
2 1/2"	g					
2"	g					
1 1/2"	g					
1"	g	1250				
3/4"	g	1250				
1/2"	g	1252				
3/8"	g	1252				
1/4"	g					
N°4	g					
PESO TOTAL = 5000 ± 10 gr.	g	5004				
MATERIAL QUE PASA MALLA #12	g	324				
PESO RETENIDO EN MALLA #12	g	4680				
N° DE ESFERAS	und.	12				
PESO DE LAS ESFERAS	g	4800				
PORCENTAJE OBTENIDO	%	18.5				
De acuerdo a Especificaciones Técnicas se considera como máximo:	50% máximo	Cumple				

OBSERVACIONES :

LABORATORIO	UBICACIÓN	JEFE DE LABORATORIO
 RUBEN DARIO TORRES CUBA LABORATORIO	Oficinas: San Jose, MZA.K Lote 9/ San Vicente de Cañete	 ING. EMBOLIA ERRA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781

	ENSAYO		DISCIPLINA: CONCRETO
	Diseño de Mezclas Para Concreto (Método ACI)		REVISIÓN: 00
	VER.LEM.GC.001.012		PAGINA: 1 DE 1
	Version:01		N° DE REGISTRO: 001
PROYECTO:	TESIS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutarra Solis, Sicaya 2023"		FECHA: 15/10/2022
UBICACIÓN	SICAYA		
SOLICITANTE	Bach. Leydi Hospinal Santillan		
SUPERVISION			
CANTERA:	Piocomayo	HECHO POR:	Ruben Torres
MATERIAL:	AGREGADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 280FC KG/Cm ²	ASISTENTE:	-

3. CARACTERISITICAS

- RELACION AGUA CEMENTO	:	0.47
- RESISTENCIA ESPECIFICA	:	210 kg/cm ²
- ASENTAMIENTO	:	3" a 4"
- FACTOR CEMENTO	:	9.8 bls /m3

4. CANTIDAD DE MATERIAL POR M³ DE CONCRETO

4.1. MATERIALES DE DISEÑO SECO POR M³





- CEMENTO	:	417 kg.
- AGREGADO FINO SECO	:	648 kg.
- AGREGADO GRUESO SECO	:	857 kg.
- AGUA DE MEZCLA	:	176 lt.


4.2. MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M³

- CEMENTO	:	417 kg.
- AGREGADO FINO HUMEDO	:	688 kg.
-AGREGADO GRUESO HUMEDO	:	868 kg.
- AGUA EFECTIVA	:	151 lt.

5.—ADITIVOS :

- FIBRA	:	0.750 kg.
---------	---	-----------

LABORATORIO	UBICACION	JEFE DE LABORATORIO
  RUBEN DARIO TORRES CUBA LABORATORIO	MZA C. LOTE 12 URB. SAN JOSE LIMA – CAÑETE – SAN VICENTE DE CAÑETE	  ING. FABIOLA ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781

	ENSAYO	CLASIFICACION	DESCRIPCIÓN
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL	FECHA REVISIÓN	REVISIÓN DE
	NORMA TÉCNICA APLICADA: NTP 402.012	PÁGINA: 1 DE 1	Nº DE REGISTRO: 001

TESS: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 23, Losa corta, Jirón Tomás Gutiérrez, Sicaña 2023"

UBICACIÓN: Sicaña - Huancayo - Junín

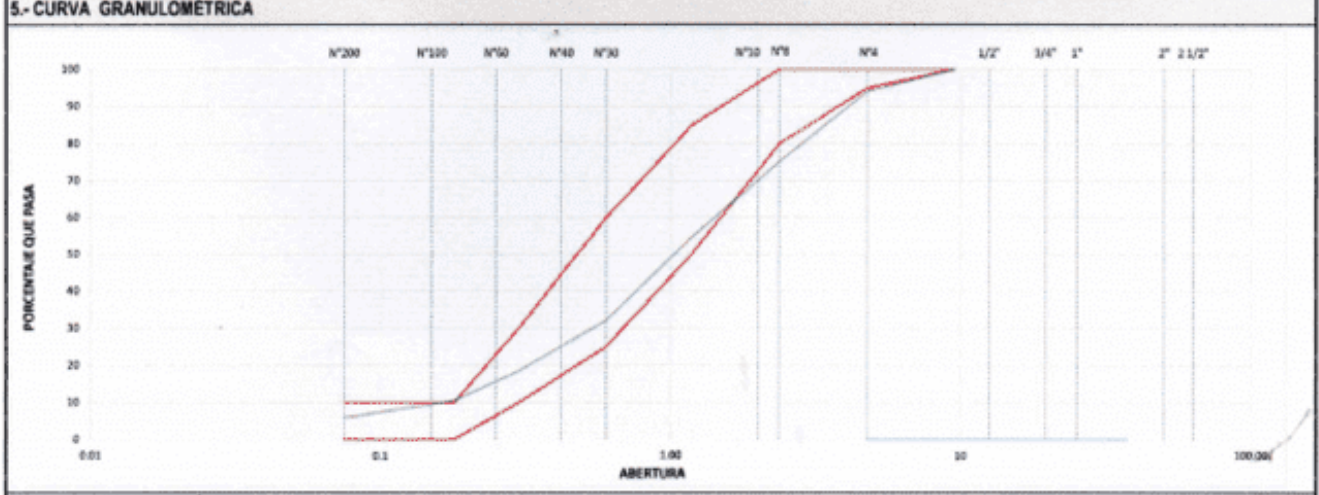
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Sanbillán

FECHA: 19/10/2022

1.- MUESTRA		2.- PERSONAL	
UBICACIÓN: Carretera Pilcomayo	SONDAJE: -	HECHO POR: RUBEN TORRES C.	
MATERIAL: AGREGADO PARA CONCRETO	PROF.: TAJO ABIERTO	ASISTENTE:	

N°	TAMIZ		GRAVA			ARENA			DESCRIPCIÓN	VALOR
	(pulg)	(mm)	PESO	%	ESPECIFICACIÓN	PESO	%	ESPECIFICACIÓN		
			RETEN.(g)	PASA	HUSO 56	RETEN.(g)	PASA			
1	1 1/2"	37.500							P. Seco inicial de Grava	
2	1"	25.000							P. Seco inicial de Arena	605 g
GENERALES										
DESCRIPCIÓN										
VALOR										
3	3/4"	19.000							Tamaño Máximo	#4
4	1/2"	12.500							Módulo Fineza	3.15
5	3/8"	9.500							Fraccción < #4	589 g
MATERIAL PASA MALLA N°200										
DESCRIPCIÓN										
VALOR										
6	#4	4.750				35.5	94.1	95 - 100	Peso seco no lavado	770.2 g
7	#8	2.360				114.4	75.2	80 - 100	Peso seco lavado	725.5 g
8	#16	1.180				124.5	54.6	50 - 85	Material <#200	5.8%
9	#30	0.600				135.6	32.2	25 - 60		44.7 g
10	#50	0.300				82.2	18.6	10 - 30	SECADO DE MASA CONSTANTE	
11	#100	0.180				48.2	10.6	0 - 10	DESCRIPCIÓN	NO LAVADO
12	#200	0.075				28.6	5.9			LAVADO
13	Fondo	0.000				35.5	0.0			

DATOS DE DISEÑO				
DESCRIPCIÓN	AGREG. GRUESO	REGISTRO	AGREG. FINO	REGISTRO
PESO UNITARIO				
PESO ESPECÍFICO				
ABSORCIÓN				





6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.									
ID.									




7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

El agregado fino se ajustó relativamente al huso STANDARD.

8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS

LABORATORIO  RUBEN TORRES CUBA LABORATORIO	UBICACIÓN Oficinas: San José, MZA K Lote 9/ San Vicente Cahete	JEFE DE LABORATORIO  IRMA CAYO SANCHEZ CIP N° 106781
---	--	---

CONSULTING PERU SRL		ENSAYO			CLASIFICACION	DISCIPLINA					
		ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL			FECHA REVISOR:	REVISOR:					
		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 400.012			PAGINA 1 DE 1	N° DE REGISTRO: 324					
TÍTULO: "Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AASHTO 93, Losa corta, Jirón Tomás Gutiérrez Solís, Sicaya 2023"											
UBICACIÓN: Sicaya - Huancayo - Junín					FECHA: 15/10/2022						
SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Santillán											
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL							
UBICACIÓN: Canteras Pilcomayo		SONDAJE: -		OPERADOR: RUBEN TORRES							
MATERIAL: AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO		PROF. TAJO ABIERTO		ASISTENTE:							
3.- TAMIZADO				4.- RESUMEN							
N°	TAMIZ		GRAVA			ARENA			DESCRIPCIÓN	VALOR	
	(pulg)	(mm)	PESO	%	ESPECIFICACIÓN HUSO 57	PESO	%	ESPECIFICACIÓN			
			RETEN.(g)	PASA		RETEN.(g)	PASA		P Seco inicial de Grava	4914 g	
1	1 1/2"	37.500	0.0	100.0	100 - 100				P Seco inicial de Arena	0 g	
2	1"	25.000	180.0	96.3	95 - 100				GENERALES		
3	3/4"	19.000	1,547.0	64.9					DESCRIPCIÓN	VALOR	
4	1/2"	12.500	1,615.0	32.0	25 - 60				Tamaño Máximo NOMINAL	1"	
5	3/8"	9.500	635.0	19.1					Módulo Fineza	3.81	
6	#4	4.750	590.0	7.1	0 - 15				Fraccción < #4		
7	#6	2.360	345.0	0.0	0 - 5				MATERIAL PASA MALLA N°200		
8	#16	1.180	2.2	0.0					DESCRIPCIÓN	VALOR	
9	#30	0.600									
10	#50	0.300									
11	#100	0.150							SECADO DE MASA CONSTANTE		
12	#200	0.075							DESCRIPCIÓN	NO LAVADO	LAVADO
13	Fondo	0.000							Peso húmedo		
DATOS DE DISEÑO											
DESCRIPCIÓN		AGREG. GRUESO	REGISTRO	AGREG. FINO	REGISTRO						
PESO UNITARIO						Peso húmedo					
PESO ESPECÍFICO						Peso seco 1					
ABSORCIÓN						Peso seco 2					
						Peso seco 3					
						Diferencia 1					
						Diferencia 2					
						Humedad					
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA											
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN											
EQ.											
ID.											
7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES											
El agregado grueso NO se ajusta al huso 56 excediendo en la malla 3/8" y 1/2".											
El agregado fino define exceso de finura en las mallas N° 8, N° 16, N° 30.											
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS											
LABORATORIO:			UBICACIÓN:			JEFE DE LABORATORIO:					
 RUBEN DARIO TORRES CUEVA LABORATORIO			Oficina San Jose MZA.K Lote/9 San Vicente De Cañete			 ING. ERIKA CAYO SANCHEZ CIP N° 108781					

		ENSAYO		Versión: 01														
METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS				LEM-VER-GC-001														
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 330.834				DISCIPLINA: CONCRETO														
<small>LA VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DE LOS METODOS DE ENSAYO EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE TORRES PERINI S.A.S. ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE.</small>																		
TEMB: Análisis comparativo entre el diseño Pavimento Rigido AAS-FTO-93, Lusa conda, Jhon Torres Gutierrez Sols, Sicaque 2023																		
UBICACION: Sicaque - Huancayo - Junin																		
SOLICITANTE: Bach Ing. Loyd E Ibarra Hospital Santillan																		
1.- MUESTRA																		
UBICACION: Muestras concretas		LAUDO: 1		HECHO POR: Ruben Torres														
MATERIAL: TESTIGOS CILINDRICOS DE 6" x 12"		PROFUND:		OPERADOR:														
REGISTRO: EC-CON-VER-003																		
FECHA: 15/11/2022																		
4 RESISTENCIA A LA COMPRESION																		
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm²)	PESO (g)	SLUMP (putg)	D _{max} mm	H _{max} mm	AREA cm²	VOL. m³	DENS. kg/m³	2		FALLA	OBSERVACIONES			
												EDAD	LECT. (kg)			fcx	%	
14	001	15-10-22	CONCRETO PARA PAVIMENTO F'c 280	280	13.285	4"	156,8	340,3	178,13	0,00535	2,485	15/11/22	28	51,730	291	104	5	MOLDEADO EN LABORATORIO
	003				13.286		151,7	300,4	181,74	0,00540	2,446	15/11/22	28	52,770	288	103	6	MOLDEADO EN LABORATORIO
	005				13.286		156,7	299,5	178,37	0,00534	2,479	15/11/22	28	52,250	293	105	5	MOLDEADO EN LABORATORIO
5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO																		
TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6	<small>TIPO 1: Corte irregularmente bien formado, en ambas bases, venas de 25 mm de grueso entre capas. TIPO 2: Corte bien formado sobre una base, empalmamiento de grietas verticales a través de las capas, como lo bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales continuas en ambas bases, como lo bien formado. TIPO 4: Fractura diagonal de grietas en las bases. Colapar con martillo para determinar del tipo 1. TIPO 5: Fractura de todo en las bases (superior e inferior) ocurren simultáneamente con las capas de endurecimiento. TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acortado.</small>											
	6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA											
	EQ.	PRENSA CONCRETO	VERNIER	BALANZA 30000	FLEXOMETRO													
	ID	P.C. 100000	V001	B001	F001													
	7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES																	
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS																		
LABORATORIO			UBICACIÓN			JEFE DE LABORATORIO												
			Oficinas: San José, MZA X, Lote 5/ San Vicente de Cañete															

ENSAYO

Version: 01

LEI.VER.GC.C001

DISCIPLINA: CONCRETO

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034

LA FORMA DE MEDIDA Y PRODUCCION DE ESTE DOCUMENTO DE CONSULTORIA, EXCEPTO CUANDO LEVANTE LA MANO DE ALGUNA DE LAS PARTES CONTRATADAS

TESTIS: Analisis comparativo entre el diseño Pavimento Rígido AAS-HTO 83, Lora corda, Jiron Tomás Gutierrez Sols, Sicaña 2023*

UBICACION: Sicaña - Huancayo - Jirón

SOLICITANTE: Bach Ing. Leydi Elizabeth Hospital Sanjiban

1.- MUESTRA

UBICACION: Muestras concreto

MATERIAL: TESTIGOS CILINDRICOS DE 8" x 12"

LADO : DERECHO

HECHO POR: Ruben Torres

REGISTRO: EC-COM-VER-883

PROFUND: -

OPERADOR:

FECHA: 22/10/2022

3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA

MUESTREO PROBETA

N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA
14	002	15-10-22	CONCRETO PARA PAVIMENTO F'c 280
	004		
	006		

4 RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	FECHA ROTURA	EDAD	LECT. (kg)		PROM.	FALLA	OBSERVACIONES
			1	2			
	22/10/22	7	40,170	224	80	5	MOLDEADO EN LABORATORIO
	22/10/22	7	41,250	227	81	6	MOLDEADO EN LABORATORIO
	22/10/22	7	38,970	223	80	5	MOLDEADO EN LABORATORIO

5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO

TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6

TIPO 1: Conos rasgados entre bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
 TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definidas en la otra base.
 TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.
 TIPO 4: Fracturas diagonales en grietas en las bases. Colapsar con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5: Fracturas de todo en las bases (superior e inferior) ocurren concurrentemente con las capas de embozado.
 TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro se abertado.

6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN

EQ.	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA 30000	FLEXOMETRO
ID	P.C. 100000	V001	B001	F001

7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA

8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS

LABORATORIO

UBICACIÓN

JEFE DE LABORATORIO

SEIKO COMPACTING & SURVEIL
 RIESER-GRUPPE S.p.A.
 LABORATORIO

Oficinas: San José, MZA N. Lote 9/ San Vicente de Cañeta

SEIKO COMPACTING & SURVEIL
 RIESER-GRUPPE S.p.A.
 CIP N° 108781