



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA A Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXI-
BLE MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO 93 Y SHELL, AVENIDA. 1 -
LURIGANCHO 2020**

**TESIS PARA OBTENER TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL.**

AUTOR(ES):

Peñaloza Cabrera, Camila Estefani (ORCID: 0000-0002-4117-1303)

Vasquez Canchanya, JULIO CESAR (ORCID:0000-0001-5103-2684)

ASESOR(A):

Mgtr. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID:0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Mi tesis la dedico con todo mi amor a mis padres por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad y a mis hermanas porque siempre me apoyan.

A mi querido hijo mateo por ser mi fuente de motivación e inspiración para poderme superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

Brianna y Micaela mis sobrinas que me inspira a seguir adelante.

Peñaloza Cabrera Camila Estefani

Dedicatoria

A mi familia , por darme apoyo incondicional, comprensión y permitir seguir adelante en nuestro sueño de ser profesionales, con una meta de seguir adelante y poder apoyar a mis hermanos.

Vasquez Canchanya, Julio Cesar

Agradecimiento

Primero doy gracias a dios por haber Bendecido mi vida y guiado cada uno De mi paso.

Agradezco a los asesores que día a día nos Brindaron de su tiempo para apoyarnos en Esta tesis.

Peñaloza cabrera Camila Estefani.

Agradezco a los asesores que día a día nos Brindaron de su tiempo para apoyarnos en Esta tesis, mis amigos familiares que Siempre nos incentivan para salir adelante Con su apoyo incondicional.

Vasquez Canchanya, Julio Cesar

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN	XI
II. MARCO TEÓRICO	5
III. MÉTODO.....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	22
3.2 Variables y operacionalización	22
3.3 Población, muestra y muestreo	23
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5 Procedimientos	27
3.6 Método de análisis de datos:	28
3.7 Aspectos éticos:	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIÓN	61
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIA	63
ANEXO	67

Índice de tablas

Tabla 1 : índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía	12
Tabla 2 : niveles de confiabilidades por tipo de vía.....	14
Tabla 3 : determinación de la desviación estándar normal z_r a partir de la confiabilidad.	15
Tabla 4 : descripción y longitud del tramo 1 Desde la Calle 2 hacia la Av. Las Torres y tramo 2 la Av. Las Torres hacia la Av. La Capitana.	26
Tabla 5 : resumen semanal:.....	30
Tabla 6 : calculo para hallar IMDA2020 -IMDA 2022.	31
Tabla 7 : Resumen de calcular ejes.	32
Tabla 8 hallar el esal.	33
Tabla 9: CORDENADAS BM1.....	33
Tabla 10: CORDENADAS BM2.....	34
Tabla 11: CORDENADAS BM3.....	34
Tabla 12: CORDENADAS BM4.....	34
Tabla 13: CORDENADAS BM5.....	35
Tabla 14: CORDENADAS BM6.....	35
Tabla 15: CORDENADAS BM7.....	35
Tabla 16: CORDENADAS BM8.....	36
Tabla 17: CORDENADAS BM9.....	36
Tabla 18: CORDENADAS BM10.....	36
Tabla 19: CORDENADAS BM11.....	37
Tabla 20: calicata 1 Granulometria progresiva 0+880.....	37
Tabla 21: granulometria resuelto C2	38
Tabla 22: limite liquido de los suelos c1	38
Tabla 23: : limite plastico c1	39
Tabla 24: limite liquido de los suelos c2	40
Tabla 25: limite plastico de los suelos c2	41
Tabla 26: : CBR SUELO C1	43
Tabla 27: CBR SUELO c2.....	44
Tabla 28: :Diseño AATHO93 de pavimento flexible	45
Tabla 29: resummen de materiales	46
Tabla 30: calculo de numero estructural.....	46
Tabla 31: coeficientes estructurales de la capa.....	46
Tabla 32: coeficiente de drenaje para base y sub base granular no tratada en pavimento flexible.....	47
Tabla 33: caclulo de espesores de capas	47
Tabla 34: : resumen coeficiente estructural requerido pro la capa asfaltica	48
Tabla 35: resumen de coeficiente requerido por la capa base	49

Tabla 36:	Resumen de transito .	49
Tabla 37:	registro de la temperatura de los factores de ponderación.....	50
Tabla 38:	Elaboración propio AASTHO93.....	51
Tabla 39:	: resumen de temperatura T 800.	52
Tabla 40:	las propiedades de sus materiales método Shell	52
Tabla 41:	alternativas del diseño Shell.....	53
Tabla 42:	Resumen final de Shell:.....	54
Tabla 43:	análisis de diseño del pavimento flexible.....	55
Tabla 44:	espesores obtenido del AASTHO93 y SHELL.....	56
Tabla 45:	resumen de costos de AASTHO93.....	57
Tabla 46:	resumen de costo de SHELL.....	58

Índice de figura

Figura 1 : procedimiento de diseño mediante el método AASTHO 93.	12
Figura 2 : curva de ponderación de temperatura.....	17
Figura 3 : Registro de temperaturas correspondientes a cada mes de factor de ponderación.....	18
Figura 4 : ubicación del proyecto.....	23
Figura 5 : ubicación y tramo 1 Desde la Calle 2 hacia la Av. Las Torres	24
Figura 6 : TRAMO 1 DESDE LA CALLE 2 HACIA LA AV. LAS TORRES Y TRAMO 2 LA AV. LAS TORRES HACIA LA AV. LA CAPITANA.....	25
Figura 7 : diseño de pavimento sus espesores AASTHO93	49

Índice de gráfico

Gráfico 1 : diagrama de cálculo de ejes	32
Gráfico 2 : limite liquido	39
Gráfico 3 : limite plastico resumen	40
Gráfico 4 : diagrama limite liquido de los suelos c2.....	41
Gráfico 5 : resumen limite plástico	42
Gráfico 6 : diagrama CBR C1.....	44
Gráfico 7 : CBR C2.....	45
Gráfico 8 : estructura de capa	47
Gráfico 9 : espesores de capas AASTHO93	48
Gráfico 10 : trasito promedio diario	50
Gráfico 11 : meses del año 2020 factor temperatura.	51
Gráfico 12 : diagrama de modulo de elasticidad y poisson	52
Gráfico 13 : alternativa para diseñar el método SHELL	53
Gráfico 14 : espesor del pavimento Shell.....	54
Gráfico 15 : diagrama de comparación de pavimento.....	56

Índice de abreviaturas

ASSTHO: asociación of state highway and transportation offivials

MTC: ministerio de transporte y comunicaciones

F'CR: resistencia promedio a la compresión del concreto

Fc: resistencia a la compresión

ESAL: eje equivalente en tonelada de vehiculo que pasa por la vía.

CBR (California bearing ratio): es el valor relativo del soporte de un suelo o material que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo .

Resumen:

El problema de la investigación fue el análisis comparativo del diseño del pavimento flexible por el método AASTHO 93 y SHELL, en la avenida 1 – Lurigancho 2020. El objetivo de la investigación fue analizar de qué manera contribuye el análisis comparativo del diseño del pavimento flexible por el método AASTHO 93 y SHELL, en la avenida 1 – Lurigancho 2020, este informe se presentará el diseño estructural en la cual se calcula los espesores del pavimento flexible con los elementos que se basamos a las experiencias del software AASTHO93,

tomando en cuenta sus respectivos cambiantes, considerando el eje equivalente y vamos a hacer un diseño con el procedimiento Shell para establecer los espesores de cada composición tomando en cuenta una época de 20 años, asimismo se analizará todos los diseños con sus procedimientos respectivos y vamos a hacer un cuadro de comparativo, a fin de seleccionar cual diseño es más óptimo, el costo de materiales y calidad.

Palabra claves: diseño, pavimentos, pavimentos flexibles, método Shell, AASTHO93, tránsito, AASHTO93(software)

Abstract

The research problem was the comparative analysis of the flexible pavement design using the AASTHO 93 and SHELL method, at avenida 1 - Lurigancho 2020. The objective of the research was to analyze how the comparative analysis of the design of the Flexible pavement by the AAST-HO 93 and SHELL method, on avenida 1 - Lurigancho 2020, this report will present the structural design in which the thicknesses of the flexible pavement are calculated with the elements that are based on the experiences of the AAST software -HO93,

taking into account their respective changes, considering the equivalent axis and we are going to make a design with the Shell procedure to establish the thicknesses of each composition taking into account a period of 20 years, likewise all designs will be analyzed with their respective procedures. We are going to make a comparison chart, in order to select which design is more optimal, the cost of materials and quality.

Keywords: design, flooring, flexible flooring, Shell method, AASTHO93, transit, AASHTO93 (software)

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el Perú es un país de gran riqueza, por el cual ha buscado maneras de movilizarse por los distintos territorios con el fin de dar provecho a nuestra agricultura, minería y comercio. Durante el transcurso del tiempo las personas cambiaron la manera de transportarse de un lugar a otro, siendo cada vez más dificultoso llevar sus productos. Se vieron la necesidad de adecuar las vías de transporte con el fin de llegar a su destino en un tiempo menor, globalmente se utilizarán pruebas normalizadas para medir la resistencia mecánicas a la aplicación del pavimento flexible.

El estudio es diseñar pavimentos para la creación de vías que logren tener menores precios en el mantenimiento, para una más grande durabilidad y estabilidad vial. Así mismo para poder hacer un diseño correcto con eficiencia, es necesario hacer estudios anteriores de tránsito, servicialidad, confiabilidad, propiedades de los materiales del pavimento y drenaje los cuales se desarrollan en este archivo. Con el procedimiento de la AASHTO-93 que sus siglas significan (American Association of State Highway and Transportación Officials) se obtuvieron resultados específicos en los espesores mínimos de base, sub base y carpeta asfáltica, siendo necesarios para la toma de elecciones técnicas en cambiantes como el tráfico promedio diario (TPD), el módulo de resiliencia, (CBR), confiabilidad, drenaje, entre otros componentes, asimismo el objetivo de este estudio se traduce en diseñar pavimentos para la creación de vías que logren tener menores precios en el mantenimiento, para una más grande durabilidad y estabilidad vial. Así mismo para poder hacer un diseño correcto con eficiencia, es preciso hacer estudios anteriores de tránsito, servicialidad, confiabilidad, propiedades de los materiales del pavimento y drenaje los cuales se desarrollan en este archivo. Con el procedimiento de la AASHTO-93 que sus siglas significan (American Association of State Highway and Transportation Officials) se obtuvieron resultados específicos en los espesores mínimos de base, sub base y carpeta asfáltica, siendo necesarios para la toma de elecciones técnicas en cambiantes como el tráfico promedio diario (TPD), el módulo de resiliencia, (CBR), confiabilidad, drenaje, entre otros componentes.

Todo tipo de pavimentación requiere un estricto control y evaluación, por ello Terrones (2018) indico lo siguiente:

El tránsito es un sector principal en el Perú y el universo actualmente que contribuye en un país beneficiario – monetario. Por lo tanto es importante de un buen diseño de suelo que pueda certificar las condiciones y la certeza del tránsito vehicular por las zonas urbanas. (p.13)

Según Tarazona (2019) menciona lo siguiente:

En la era XXI, en los centros poblados más alejados de las localidades en el Perú se hallan en mala calidad en semejanzas con sus carreteras, por lo lógico existe muchos problemas de diferentes ámbitos para el pueblo que radica en dichos centros poblados, la efectividad de pavimentos asfaltados en un lugar, en la actualidad por el fomento de la sola objetividad crea más y más oportunidades para que la población se desarrolle obteniendo atributo de permanencia (p.11)

Bifaretti y Chourio & Lynch . (2019):

El estudio de espesores del pavimento flexible, es aplicando el método AASTHO 93 , en el método venezolano ministerio de transporte de comunicaciones y el método SHELL, para seleccionar una vía arterial urbana , conocida con su respectiva variable , tomando en cuenta los ejes equivalente en el diseño , luego se debe realizar el diseño de la misma eje bajo a sus variables , el método SHELL, debe determinar su espesor de cada capa estructural considerando que todos los diseños tiene como un periodo de 20 años , con el fin de dar a conocer que el diseño es óptimo , en cuanto a costo de materiales y calidad .(P7)

Mendoza. (2019):

El método mecanístico SHELL con el complemento al método empírico – mecanístico AASTHO93, se debe determinar la vida útil del pavimento mediante la relación existente entre los parámetros de diseño de ambos métodos , en la tesis nos dice que el método AASTHO 93 nos da los indicadores como tráfico , módulo de resiliencia y en el método SHELL sus indicadores son el tráfico, temperatura ambiental , propiedades de las

capas del pavimento , características de la mezcla de asfalto que se complementa la vida útil del pavimento flexible que nos presente daño en su periodo de diseño .(p.264).

Históricamente el instituto nacional y ministerio de transporte y comunicaciones no ha enfocado sus esfuerzo para edificar y conservar las vías de primer y segundo orden por lo tanto se requiere cambiar el esquema y plantear solución duradera y eficaz , dentro las soluciones la construcción de pavimento que contemple una capa de rodadura que proteja la granulometría y garantice y el confort a quienes la utilicen para realizar el análisis comparativo del diseño del pavimento flexible mediante el método de AASHTO 93 y método SHELL, en la avenida 1 - Lurigancho 2020.

Sin embargo, abundan las empresas dedicadas a la construcción de ladrillos, lácteos y plásticos; los cuales utilizan transporte pesado para poder distribuir sus mercaderías por las Av. Las Torres en camino a la Av. La Capitana. Teniendo como resultado la saturación y deterioro de dichas carreteras, que han sido pavimentadas hace más de 30 años; no obstante, esta vía no está cumpliendo con los requerimientos del diseño de AASTHO93 y SHELL.

Sobre la base de la realidad problemática presentada se propuso el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue de qué manera contribuye el análisis comparativo del diseño del pavimento flexible por el método AASTHO 93 y SHELL, en la avenida. 1 – Lurigancho 2020.

PE.1: ¿Cuáles son las diferencias de los parámetros de diseño del método AASHTO 93 y SHELL, para el diseño de pavimento flexible en la avenida 1 – en la avenida 2020?

PE.2: ¿Realizar el diseño estructural del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 y SHELL, en la avenida - LURIGANCHO 2020?

PE.3: ¿Cuál es la diferencia de costos de la construcción en el diseño del pavimento flexible por el método AASTHO 93 y SHELL, en la avenida 1 – Lurigancho 2020?

El objetivo general fue analizar de qué manera contribuye el análisis comparativo del diseño del pavimento flexible por el método AASTHO 93 y SHELL, en la avenida. 1 – Lurigancho 2020. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE.1: Identificar las diferencias de los parámetros de diseño del método AASHTO 93 Y SHELL, para el diseño de pavimento flexible en la avenida. 1 - Lurigancho 2020.

O.E.2: ¿Analizar el diseño estructural del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 y SHELL, en la avenida. 1 - Lurigancho 2020?

OE.3: ¿Analizar la diferencia de costos de la construcción en el diseño del pavimento flexible por el método AASTHO 93 y SHELL, en la avenida 1 – Lurigancho 2020?

II. MARCO TEÓRICO

Cumpa (2020) el estudio de la tesis va a evaluar la estructural del pavimento flexible con la metodología de AASHTO 93, considerando el mantenimiento periódico del pavimento de sus estructura siendo este último desarrollo económico, social y cultural. Cumpa (2020). el estudio que va identificar la importancia del mantenimiento de pavimento flexible considerando que la vía y evaluar las estructuras en la cual se encuentra basada en moldes que fueron desarrollados en funciones, en las cuales se utilizara el estudio del tramo. Como resulta del resumen se concluyó que la metodología, el proceso de método de AASHTO 93, la cual es basada en el molde que fueron desarrollados en funciones de asumir la cimentación sólida y la teoría elástica lineal, con el sistema bicapa para delimitar los sectores homogéneos mediante característica aplicando una propuesta de reforzamiento. asimismo, Cumpa(2020) recomendó, de acuerdo a la recopilada a los resultados hallado en la funciones de la caracterización de los sectores homogéneo de realizar el esfuerzo para atender las solicitudes de tráfico futuro en los siguientes 8 años.

Aybar (2019) señalan en la tesis va a rehabilitar la carrera para poder dar mejoramiento al departamento de Ayacucho, Aybar (2019) el diseño de pavimento se debe emplear el mejoramiento de la vía, la definición del periodo del diseño y proponer la estructura del pavimento del mejoramiento del pavimento. sin embargo Aybar (2019) El método AASTHO es basado a un ensayo a la escala a la realidad, donde el suelo y clima, el mecanismo del paramento d l pavimento flexible nos indica que tiene las capas del pavimento soporta el peso indicado al estudio. entonces Ayabar (2019) el diseño del pavimento con el método AASTHO -93 posee el factor de confiabilidad, módulo de resiliencia de sub-rasante que el coeficiente equivale por el tráfico y la estructura.

Ponce (2019) utilizo es espectro de carga del tráfico vehicular con el propósito de las normas de suelos y pavimentos del espesor de carga y el eje de estándar

eje estándar compuesto por un eje sencillo con dos ruedas en los extremos (ESAL), según el método AASHTO -93, también debemos evaluar las ecuaciones. el resultado del estudio concluyo con el tipo de investigación utilizando como el diseño, población diseño muestra para poder analizar los datos para poder diseñar el

pavimento. Asimismo, Ponce (2019) recomendó que la carga de tráfico vehicular con el propósito de las normas de suelo y pavimento para conocer la carga de tráfico de cada uno de los ejes obteniendo sobre la base más pesos de vehículo durante 7 años.

Espinoza (2018) realizó un diseño de pavimento flexible a una escala real para analizar una estadística para lograr variar el diseño. Asimismo, Espinoza (2018) se debe analizar el comportamiento y las alternativas del diseño del pavimento flexible con el método de AASHTO 93, evaluar el costo, nos dice Espinoza (2018) para diseñar el pavimento flexible debemos analizar el estudio de suelo también debemos analizar el método de AASHTO 93 para poder obtener la densidad de durabilidad del pavimento y se debe colocar las capas del espesor y capa inferiores en función al número estructural proporcional por la subrasante, la mejor alternativa funcionalmente de la carga.

GUTARRA (2017) nos indica que el estudio tiene como el propósito de desarrollar la capacidad de identificar del concepto básico para el diseño de pavimento. Asimismo, Gutarra (2017) estudia el pavimento flexible y rígido con el método de AASHTO 93 sobre la gestión de revelar las fallas y análisis de costo. La metodología se va utilizar a base de diseñar el parámetro y calcular el pavimento. Además, Gutarra (2017) nos indica que para diseñar el pavimento flexible se debe utilizar software para poder medir las dimensiones.

González & Jaczblady (2019) la investigación sostenible señala como objetivo, reducir el impacto ambiental que son causadas por medio de las construcciones que se realizan día a día, por medio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible así mismo junto con la colaboración del Instituto Nacional de vías (INVIAS) para lograr minimizar al máximo todo aquellos impactos negativos que ofrecen cada edificación en el país y mundo. Para ello plantearon un instrumento de carácter técnico que generara incentivo a la población para realizar una adecuada administración y gestión de los recursos que nos brindan la naturaleza, buscando generar y promover una adecuada administración de aquellos recursos que son de vital importancia para las construcciones de las vías. De ello se concluyó que usando herramientas y estándares de calidad para los procesos constructivos de las obras, empleando rigurosidad al momento de extraer las

materias primas u materiales para la construcción. Así mismo González y Jaczblady (2019) recomienda implementar nuevas alternativas para minimizar los impactos ambientales generados por la construcción durante la habilitación de la infraestructura vial y sus etapas de construcción.

Ocampo y Buitrago (2019) en su estudio, menciona en realizar estudios de suelos en las áreas de intervención ya que estos nos darán la caracterización de suelo. Tiene como objetivo Realizar un estudio geotécnico y diseño de pavimentos en el trazado de la vía interna del condominio Ruitoque Country Club. Para ello concluye que estos son una herramienta útil para conocer el comportamiento del subsuelo desde su estado natural, estático y con la proyección de las cargas que serán aplicadas a estos suelos. Ocampo y Buitrago (2019) recomienda un análisis conceptual y de determinación de las posibles causas o situaciones que generen esa inestabilidad en los terrenos.

Molina (2018) en su proyecto de tesis para el grado de maestría de título Consecuencias de cargas excesivas para los pavimentos de la red vial. Realizó este trabajo mediante la ayuda del Software TruckSim. El software TruckSim es un programa que permite la simulación dinámica vehicular de test con diferentes modelos de vehículos en distintos entornos, sometidos a distintos tipos de maniobra. con el objetivo de determinar las afectaciones o daños reales que tienden a transmitir los vehículos que circulan por las vías nacionales con cargas excesivas. Molina (2018) recomienda calcular la carga en exceso debido a la circulación de vehículos mediante cálculos matemáticos y la implementación de software de simulación de cargamentos y cálculo de esfuerzos.

Vargas (2017) en su artículo de investigación titulada Metodología para la estimación del número estructural efectivo de los pavimentos flexibles recién construidos menciona como uno de sus objetivos Conocer el número estructural efectivo y la metodología para la evaluación de un pavimentos después de construido para ello Establecen deflexiones y la técnica denominada del retro-cálculo se pueden estimar las elasticidad de las diferentes capas que componen el modelador distributivo de un pavimento y la subrasante, mediante las siguientes metodologías AASHTO1993 a su vez concluyen que La capacidad estructural de un pavimento en servicio se puede estimar mediante pruebas “no destructivas”.

Vargas (2017) recomienda realizar ensayos para conocer sus condiciones de servicio, por ejemplo, índice de regularidad internacional (IRI), ahuellamiento, fricción (cono de arena), entre otros.

Salamanca y Zuluaga (2014) la infraestructura en su nivel de desarrollo requiere cambiar el esquema y plantear la solución duradera para que disminuya el costo del parámetro del diseño de pavimento usando el método AASHTO 93. Salamanca y Zuluaga (2014) Diseñar la estructura analizando el desarrollo de la estructura, recomendar el estudio del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93. Entonces, Salamanca y ZULUGA(2014) nos dice que la fase se de implementarla desarrollo del proyecto que recopilan al tramo nos da y el eje equivalente con la clasificación de la subrasante mediante el método de AASHTO 93. asimismo Salamanca y Zuluaga (2014) el suelo con CBR se sumerge el 3% con las dos condiciones de suelo potencial de hinchamiento al alto y marginal con el método 1 al 95% y la capacidad portante de la subrasante estará apoyada a la estructura del pavimento flexible definiendo con la metodología evaluados a un periodo de diseño de diez años, se recomendara que el diseño sea su vida útil.

Guaranda Chacha, F. E. (2019). Estudio de pavimentos flexibles por el método de la AASHTO 1993, el método venezolano y el método Shell nos dice que para esto se lección una vía arterial urbana se considera que las variables se debe realizar el diseño consecutiva para tener un periodo de 20 años Guaranda Chacha, F. E. (2019). Nos dice que comporta el espesor del pavimento.

Minga Pauta (2016). Diseño y manufactura de un chasis para el prototipo de competencia Shell Eco-Maratón nos dice que el proyectó se a utilizado herramientas de ingeniería para poder diseñar el tipo de competencias, análisis del reglamento y normativas también se va diseñar complementando con técnicas CAE para que analice la fuerza de deformación y poder obtener muestra del diseño que se consigue en una alta eficiencia de las relación de la resistencia para tener valido las pruebas del reglamentos del ensayo dinámicos

Castro, (2013) buscó determinar un diseño óptimo para una estructura de pavimento a rehabilitar en la localidad de Ibagué, Colombia, utilizando el Método me-

canicista SHELL, para esto utilizó los parámetros de diseño: tránsito, temperatura, características de las capas de materiales y características de la mezcla asfáltica. El autor afirma que:

La exposición permanente y constante de una estructura de pavimento ante la acción combinada de agentes como el volumen de tránsito y el clima, son causas principales del deterioro de la misma; el desgaste se ve reflejado en los daños como deformaciones, fisuras, desprendimientos y baches (p.19).

Mediante la metodología de diseño SHELL el autor obtuvo una serie de modelos de diseño de las capas de la estructura del pavimento, donde pudo seleccionar un diseño de la estructura óptimo en base a la distribución de capas granulares y a la gradiente de CBR que hay entre las mismas. Según esta metodología todos los diseños obtenidos cumplirán con el desempeño de deformaciones esperado, según sean establecidos los parámetros de entrada, dejando el factor económico como el aspecto decisivo para la elección final del diseño.

Cedeño (2014) estableció en su investigación que: el método AASHTO 93 es un diseño convencional para un pavimento flexible se basa en la iniciativa para hallar los espesores óptimo para los números de capas seleccionados con los materiales seleccionados para lograr resistir un número total de pasadas de ejes equivalentes (ESAL) durante el 13 período de diseño tomando en cuenta que los distintos criterios de falla se encuentren dentro de los límites permisibles. En el Ecuador comúnmente se diseña bajo esta metodología empírica ya que destaca por su sencillez de aplicación y confiabilidad en el diseño; sin embargo, generalmente no se toman en cuenta criterios adicionales para el afinamiento del diseño como son la intervención de la temperatura en la variabilidad de la resistencia de la capa asfáltica a través del tiempo o los distintos volúmenes de tráfico alrededor del día entre otros. En este trabajo se analiza un complemento del diseño AASHTO 93 que permitirán analizar daños en el pavimento utilizando ecuaciones de comportamiento y considerando las temperaturas existentes en las distintas regiones del país.

Grandes & Totoy (2019). El proyecto de diseño y creación de un transporte con motor de combustión interna por medio del estudio CAE para la competencia

Shell Eco-maratón (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) , nos sugiere que el diseño o creación de primer modelo es de eficiencia energética y gigantes presentaciones mecanizas , para eso el diseño se va a ultimar el procedimiento de recursos finitos , para usar programas especiales para el diseño , de tal forma los materiales es basado a estudio estático con el fin para minimizar el peso.

PAVIMENTO FLEXIBLE:

Se denominan pavimentos flexibles todos aquellos que están formados por una capa bituminosa apoyada sobre una o varias capas de gran flexibilidad (base y subbase) que transmiten los esfuerzos al terreno de soporte o fundación mediante un mecanismo de disipación de tensiones, las cuales van disminuyendo con la profundidad., así mismo describiremos sus capas según su función:

- Carpe o capa de rodadura.
- Base.
- Capa sub- base.

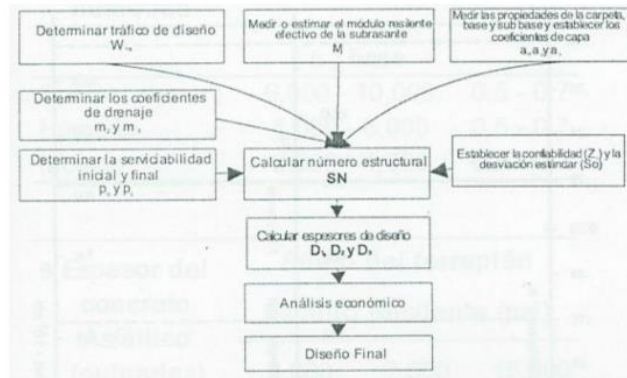
METODO DE AASHTO 93:

El diseño de estructura de un pavimento , presenta el modelo de la ecuación con el cual se obtiene los numero estructural (SN) que cuyo valor nos indica que el espesor total requerido para el pavimento , la función del tránsito y la confiabilidad se conoce los valores de los parámetros para determinar el espesor y la diferencia de capa que conforma la estructura del pavimento .

Procedimiento de diseño:

- calcular el tráfico para el periodo de diseño (w_{18})
- determinar la confiabilidad R y la desviación estándar total S_o .
- El módulo de residencia efectiva de la subrasante M_r .
- La pérdida de serviciabilidad de diseño
- Numero estructural SN

Figura 1 : procedimiento de diseño mediante el método AASTHO 93.



FUENTE: ingeniera de pavimento por Méndez (2016, p.85).

TRÁNSITO: El establecimiento de los espesores por medio de este método, se basa en la determinación de las cargas iguales acumuladas para el lapso de diseño. Se debería realizar un análisis descriptivo de tránsito que contenga la composición vehicular, tránsito promedio anual, el elemento camión, el tránsito acumulado en número de ejes.

SERVICIABILIDAD: Es la condición elemental de un pavimento para proveer los Usuarios un desempeño seguro y cómodo en un determinado instante

TABLA 1 : ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD EN FUNCIÓN DE CALIDAD DE LA VÍA

Índice de serviciabilidad(p)	Calificado
0-1	Muy mala
1-2	Mala
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

FUENTE: MANUAL DE CARRETERA: SUELO, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTACIÓN (2018, P.45).

Índice de servicio inicial: Es el valor de servicio de un pavimento recién construido o rehabilitado, los valores comunes son 4.2 para pavimentos flexibles.

Índice de servicio terminal: Es el valor mínimo del índice de servicio que podría ser aceptado para un pavimento dado los valores habituales permanecen entre 1.5 para vías de bastante baja trascendencia y de 2.5 a 3.0 para vías arterias.

Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad: Los valores anteriormente descritos nos permiten establecer el decrecimiento del índice de servicio, que representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento. Por consiguiente:

$$\Delta PSI = p_o - p_t^{10}$$

Dónde:

- PSI = índice de servicio presente
- ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y el final desado
- p_o = índice de servicio inicial
- p_t = índice de servicio final

CONFIABILIDAD: Hace alusión al nivel de certidumbre o estabilidad de una cierta elección de diseño, determinando de esta forma la probabilidad de que el pavimento logre tolerar el número de repeticiones de la carga que sea aplicada a lo largo de su historia eficaz. Mientras se escoja un R (nivel de confiabilidad) más grande, van a ser necesarios espesores mayores:

Tabla 2 : niveles de confiabilidades por tipo de vía.

Classification funcional	Nivel de confiabilidad, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y via rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principals	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: *manual de carretera: suelo, geología, geotecnia y pavimentación* (2018, p.60). Tabla 2.2 AATHO1993.

Tabla 3 : determinación de la desviación estándar normal zr a partir de la confiabilidad.

Reliability- R(PERCENT)	Standard normal -Deviate,ZR
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

FUENTE: *manual de carretera: suelo, geología, geotecnia y pavimentación* (2018, p.123). TABLA 4.1 AASTHO 1993).

Método de SHELL:

En este sistema el procedimiento se estima un pavimento de multicapa linealmente flexible, donde está bajo la acción de las cargas de tránsito donde los materiales se hallan caracterizados por su módulo de elasticidad (E), la interacción de Poisson (μ). Los materiales son considerados homogéneos dado que sus capas en 25 una extensión infinita en el sentido horizontal.

Los parámetros que se deben evaluar para el diseño :

- El tránsito
- La temperatura
- Las propiedades de la subrasante, subbase y base
- Características de las mezclas asfáltica

TRANSITO:

En el procedimiento de Shell se determina el tránsito por medio del número acumulado de los ejes iguales 8,2 Ton donde permanecen establecidos por medio del eje sencillo el cual representa el carril, este se basado a lo largo del lapso de diseño para la ejecución por medio del sistema de ruedas dobles con un área de contacto.

realización por medio del sistema de ruedas dobles con un área de contacto.

$$N = TPD * \left(\frac{A}{100}\right) * \left(\frac{B}{100}\right) * 365 * \frac{(1+r)^n}{\ln(1+r)} * Fc$$

TPD: tránsito promedio diario

A = % Vehículos comerciales (autobuses + camiones)

B = % Vehículos comerciales que emplean el carril de diseño

N = Periodo de diseño

r = Tasa de crecimiento anual del transito

Fc = factor camión

$$Ne = 2,4 * 10^{-8} * l^4$$

Donde:

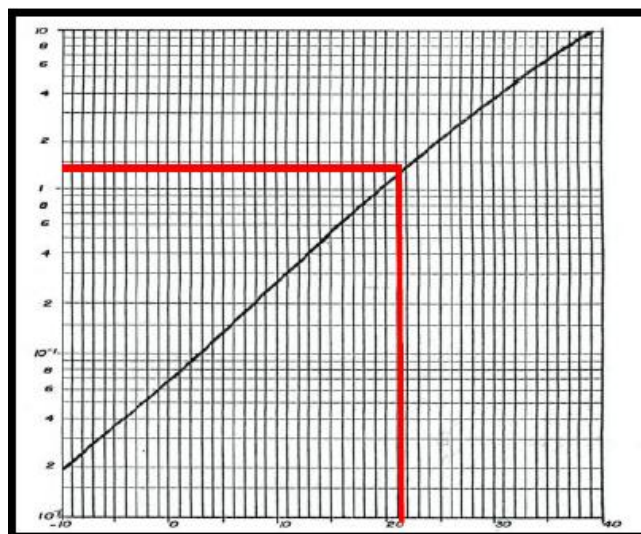
Ne: factor de conversión

L: Magnitud de la carga por el eje expresada en KN

TEMPERATURA:

En el procedimiento de Shell las características de la temperatura poseen una gigantesca predominación en las capas asfálticas por medio de la susceptibilidad térmica, en este sistema representa el método para decidir y estimar la temperatura anual por medio del alcance del aire (w-MAAT), la conducta de la mezcla es distinto de acuerdo con el clima frio o caliente con el objeto de mostrar este impacto y en la zona del plan donde se demuestre las temperaturas medias mensuales del aire (MMAT), de esta forma obtener los componentes de ponderación.

Figura 2 : curva de ponderación de temperatura



Fuente: diseño de pavimento método Shell 1978.

Figura 3 : Registro de temperaturas correspondientes a cada mes de factor de ponderación.

MES	MMAT(°C)	Factor de ponderación
Enero	21.1	1.2
febrero	22.1	1.4
Marzo	21.7	1.3
Abril	21.2	1.2
Mayo	21.4	1.3
Junio	20.4	1.1
Julio	21.3	1.3
Agosto	20.6	1.1
Setiembre	20.3	1.1
Octubre	19.7	1.0
Noviembre	19.9	1.0
Diciembre	20.6	1.1

Fuente: diseño de pavimento método Shell 1978.

- **Resistencia de la Subrasante:** Este procedimiento pide conocer el módulo de resiliencia basándonos en el CBR, donde lo tenemos la posibilidad de aceptar en términos de Kg/cm²

$$MR = 100 * 3,4\% \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 340 \frac{kg}{cm^2}$$

- **Resistencia de las capas granulares:** tenemos la posibilidad de establecer a resistencia con base al módulo de elasticidad o módulo resiliente, muestra funcionalidad a las propiedades del material, el espesor y la resistencia de apoyo. En el procedimiento de Shell se emplea la misma correlación utilizando la Subrasante.

$$MR = 10^7 * CBR \frac{N}{m^2}$$

El módulo presenta términos de CBR en zonas del 20%, 40% y del 80%.

Propiedades de la Subrasante, subbase y base :

Para el módulo de resiliente de la Subrasante (Mr) o como además se sabe cómo módulo dinámico, tenemos la posibilidad de hacer por medio de ensayos de tipo triaxial, gracias a esto se muestran situaciones donde ni siquiera se puede ocupar, decidir el ensayo por la falta de conjuntos, tenemos la posibilidad de hacer correlaciones con base al CBR como lo identifica en la siguiente ecuación sugerida por la guía de la AASHTO.

$$Mr \left(\frac{N}{m^2} \right) = 10^7 * CBR$$

$$Mr \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = 100(9) = 900 \frac{Kg}{cm^2}$$

- **características de la mezcla asfáltica :** En las propiedades de la mezcla asfáltica se identifica 2 características las cuales son de enorme trascendencia como lo son el módulo de elasticidad dinámico donde enseña tiempos cortos en la aplicación de carga Stiffnes y la resistencia de la mezcla donde la fatiga se enseña por el agrietamiento por la flexión de cargas bastante repetitivas bajo su acción Por medio de sus características ya mencionadas con base a esto poseemos el nivel de penetración del asfalto, donde la Shell identifica 8 tipos de mezclas asfálticas.

$$S_1 - F_1 - 50$$

$$S_2 - F_1 - 50$$

$$S_1 - F_2 - 50$$

$$S_2 - F_2 - 50$$

$$S_1 - F_1 - 100$$

$$S_2 - F_1 - 100$$

$$S_1 - F_2 - 100$$

$$S_2 - F_2 - 100$$

Las S1 son mezclas corrientes de concreto de asfalto, muestran una alta rigidez y de vacío de aire. Las mezclas de S2 son de baja rigidez, son mezclas abiertas con un elevado contenido de vacío de aire y un bajo contenido de asfaltos. En la fatiga el procedimiento se distingue de 2 tipos de mezclas donde las F1 muestran una alta resistencia y en porciones moderadas de vacíos de aire y de asfalto, y las F2 muestran una baja resistencia dado el elevado volumen de vacío que poseen en el aire.

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación es de nivel Descriptivo, puesto que investigamos el impacto de nuestra variable independiente en nuestra variable dependiente, y además investigamos la relación en nuestras variables y en sus indicadores. En nuestra investigación se establecerá la relación entre los parámetros de diseño de los métodos AASHTO 93 y SHELL, y como su relación influyen en el óptimo diseño de una estructura de pavimento flexible. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p20).

Aplicada es nuestro tipo de objetivo para el estudio porque en nuestro proyecto de investigación no es una nueva teoría si no es una investigación ya estudiada y se va a analizar a los distintos proyectos para resolver problemas.

Según Hernández y col (2006) la investigación es descriptiva ya que exige que todos los dominios fundamentales de persona, grupos, pueblo o una manifestación que el sujeto a una exploración. Debemos evaluar o medir los diferentes periodos y dimensiones de la indagación. De una perspectiva científica a redactar a medir (p.102).

Descriptiva, porque investigamos con más profundidad pues va más allá de la exploración y analizar el comportamiento de cada unidad de investigación es observación que se produce.

Diseño no experimental: No experimental ya que nuestro proyecto será de manera descriptiva:

El tipo de investigación no experimental, proviene el término en latín hechos ocurrido después. Conforme con Kerlinger (1989), que no se establece a ningún hecho en el análisis de tipo no experimental. (Hernández, Baptista, 2003).

3.2 Variables y operacionalización

- Variables independientes:
Método AASTHO93 y SHELL
- Variables dependientes:
Diseño del pavimento flexible

Operacionalización:

La operacionalización son las variables que sirve para identificar sus dimensiones y sus indicadores para alcanzar su objetivo del estudio resumido en el ANEXO 3.

3.3 Población, muestra y muestreo

A continuación, se detalla los conceptos asociados a población, muestra, muestreo y unidad de análisis:

Población:

Según Hernández, Fernández y baptista (2014), “la población viene ser el conjunto de todos los pavimentos flexibles.”

- **Delimitación geográfica**

El proyecto se ubica en el distrito de Lurigancho-Chosica, provincia de lima departamento de lima, por el norte con el distrito San Antonio de Chaclla; de igual manera, por el sur con Ate; y por el este con el distrito de calla huanca.

Figura 4 : *ubicación del proyecto*

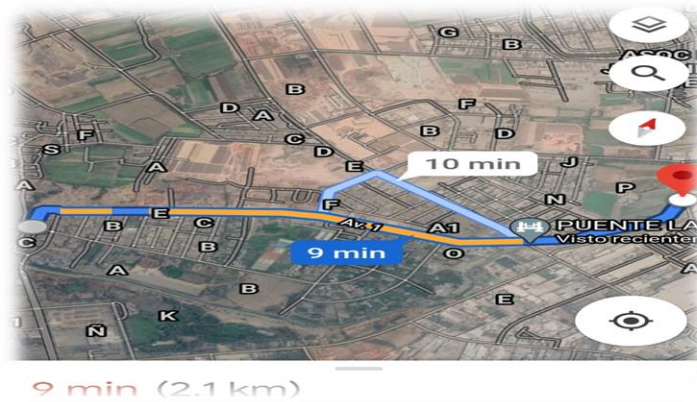


Fuente: google earth.

- **Delimitación de la población**

El análisis comparativo del diseño del pavimento flexible por medio del método AASTHO 93 y SHELL, se realizó en la avenida 1, de igual manera comprende por el oeste a partir de la calle 2, con sentido al este hasta la Av. La Capitana. Que cumplen una longitud total de 2.1 Km.

Figura 5 : ubicación y tramo 1 Desde la Calle 2 hacia la Av. Las Torres



Fuente: Google earth

- **Criterio de inclusión:**

El autor Hernández *et al.* Nos plantea que la población es donde vamos a hacer el proyecto, de igual manera el plan que realizaremos en la avenida . 1 Lurigancho-Chosica, adicionalmente el autor batista nos dice que el diseño de pavimento flexible con el procedimiento AASTHO 93 y SHELL es empírica racional por qué es un hecho real que se va a sustentar en un tramo.

- **Muestra:**

Según Hernández Fernández y Baptista (2014), se tomará como muestra para el estudio de la AV.1, Lurigancho, de la provincia de Lima. (ANEXO 4).

- **Muestreo:**

Nuestra investigación es un muestreo por juicio, debido a que se diseñará el pavimento flexible en la Av. 1 distrito Lurigancho Chosica, teniendo referencia como sentido del Oeste hacia el Este esto va desde la calle 2 hasta la Av. La Capitana, así mismo se dividirá en 2 tramos en donde solo se considerará el tramo 1 por ser considerados a juicio propio y por experiencia en el campo de la ingeniería estos son los que presentan mayor tránsito y deficiencia para el paso de vehículos a comparación del resto.

Según Hernández, Fernández y baptista (2014), nos menciona que el muestreo es el subconjunto de la población.

- **Unidad de análisis:** en el proyecto de investigación vamos a diseñar el pavimento flexible con el método AASTHO 93 Y SHELL en ello vamos a tener dos tramos:

Figura 6 : TRAMO 1 DESDE LA CALLE 2 HACIA LA AV. LAS TORRES Y TRAMO 2 LA AV. LAS TORRES HACIA LA AV. LA CAPITANA



Fuente: Google earth

Tabla 4 : descripción y longitud del tramo 1 Desde la Calle 2 hacia la Av. Las Torres y tramo 2 la Av. Las Torres hacia la Av. La Capitana.

N°	Descripción	Longitud
Tramo 1	Desde la Calle 2 hacia la Av. las Torres	1.52 Km
Tramo 2	Desde la Av. Las Torres hacia la Av. La Capitana	0.58 Km

Fuente: elaboración propia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica:

Según Hernández *et al.* (2004, p.260), nos dice que las técnicas que se va utilizar al registro sistemático con la validez y el comportamiento confiable.

Para poder iniciar nuestro muestreo deberemos analizar el diseño de pavimento para ello vamos a utilizar un estudio de suelo, según las normas de MTC en lo cual nos habla de sus características que tiene que cumplir nuestra vía, así mismo se de observar a través del conjunto de categorías y subcategorías. Para ello utilizaremos el conteo vehicular así mismo para el levantamiento topográfico y medición se realizará mediante Google earth, así mismo vamos a diseñar en AutoCAD y software en nuestro pavimento flexible con los dos métodos empírico tradicional con el cual también vamos a calcular sus dimensiones y sus costos.

Instrumento:

Investigación de Campo:

- Levantamiento topográfico de la Calle 2 hacia la Av. las Torres y la Av. Las Torres hacia la Av. La Capitana.
- Se desarrollo con conteo vehicular durante una semana ,el índice medio diario (IMD), calcular el tráfico (W18) .
- Estudio de suelo, granulometría, limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo, compactación de suelo, CBR

- Se hizo 1 calicata progresiva 1+450 y la 2 calicata 1+0.60 y tendrá como mínimo 1.50 m de profundidad para tener correcto el perfil estratigráfico .

Recolección de datos:

Para las recolecciones de datos de la investigación se ha llevado a cabo el estudio de suelo, levantamiento topográfico, el estudio de tráfico para poder elaborar el diseño, asimismo se ha realizado la recolección de informaciones de varios autores para ver los porcentajes del diseño con el método AASTHO93 y método SHELL.

Validez y confiabilidad:

La validez y la confiabilidad se utilizará instrumentos elaborados por el MTC basados a las normas nacionales de procedimiento para el cálculo de pavimento flexible y SHELL pavement design manual internacional 1978 .

3.5 Procedimientos

El instrumento que se ha utilizado para obtener la muestra de suelo se realizaron 1 primera calicata progresiva 1+ 450 la 2 calicata progresiva 1 +060, cada calicata tendrá como mínimo 1.50 metros de profundidad para garantizar un correcto perfil estratigráfico.; siguiendo las especificaciones de la NTP 339.162 (ASTM D 420).

Además, para realizar el conteo vehicular, se utilizó los métodos manuales empleados en Latinoamérica, los cuales servirán para calcular el índice medio diario anual (IMDA), donde estos datos facilitarán para realizar los cálculos del tráfico (W18) según los procedimientos indicados en la norma AASHTO 1997 SHELL pavement design manual internacional 1978.

Así mismo analizaremos un ensayo de laboratorio que permite determinar en una muestra de suelo, su distribución del tamaño de partículas que esta presenta, asimismo se realizó levantamiento topográfico para poder diseñar nuestro pavimento con los dos métodos AASTHO 93 y SHELL con el cual también vamos a calcular sus dimensiones y su costos.

3.6 Método de análisis de datos:

Para adquirir debemos asumir la técnica que se debe examinar los datos investigados del método AASHTO 93 y SHELL para el diseño de pavimento flexible debemos utilizar el instituto de asfalto en el modelo de las fallas de la evaluación de la vida útil del estudio de La Av. 1 Lurigancho-Chosica provincia de Lima.

Así mismo debemos obtener el resultado más fiable en el manual de carreteras suelo, geología, geotecnia y pavimento con el diseño recomendada según el presente vía , para el diseño estructural con el método AASHTO 93 se debe optimiza el espesor y la vida útil de La Av. 1 Lurigancho-Chosica provincia de Lima y también vamos a utilizar un software para hallar el método Shell y Excel .

3.7 Aspectos éticos:

En el propósito de averiguación se caracteriza con el apoyo de algunos aspectos éticos , asimismo se toma el aprobación instruido , lo cual se explica o se aclara en la táctica de la porción del muestreo del estudio del final y el resultado que se empleara Con el segundo punto mi compañero y yo es original nuestro proyecto , la importancia radica en que el recurso bibliográfico se usa como referencia para indicar normas internacional de APA y de la misma manera los resultados que tengamos del software de originalidad llamando TURNITIN , el cual ofrece un reporte de investigación ,ofrecer credibilidad y la confianza de que original.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados conseguidos en esta investigación

Recopilación de datos:

ESTUDIO DE TRÁFICO:

El resultado del análisis de tráfico llevado a cabo en el programa Excel (figura 6) se adquirieron los próximos datos: el promedio del IMDs, (Índice Medio Diario Semanal), IMDa y el ESAL para el diseño del pavimento.

Tabla 5 : resumen semanal:

Resumen semanal	
Lunes	774veh/días
Martes	849veh/ días
Miércoles	801veh/días
Jueves	819 veh/ días
Viernes	814 veh/ días
Sábado	822 veh/ días
Domingo	416 veh/ días
Promedio total	756 veh/ días

Fuente: propia

Tabla 6 : calculo para hallar IMDA2020 -IMDA 2022.

	IMDA20202	IMD 2022
	73.45	76
	41.81	43.0643
	42.94	44.2282
	1.13	1.1639
	3.39	3.4917
	6.78	6.9834
	75.71	77.9813
	97.18	100.0954
	89.27	91.9481
	84.75	87.2925
	76.84	79.8174
	74.58	76.817
	59.89	6.168967
	25.99	26.7697
	103.96	107.0788
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Total	857.67	883

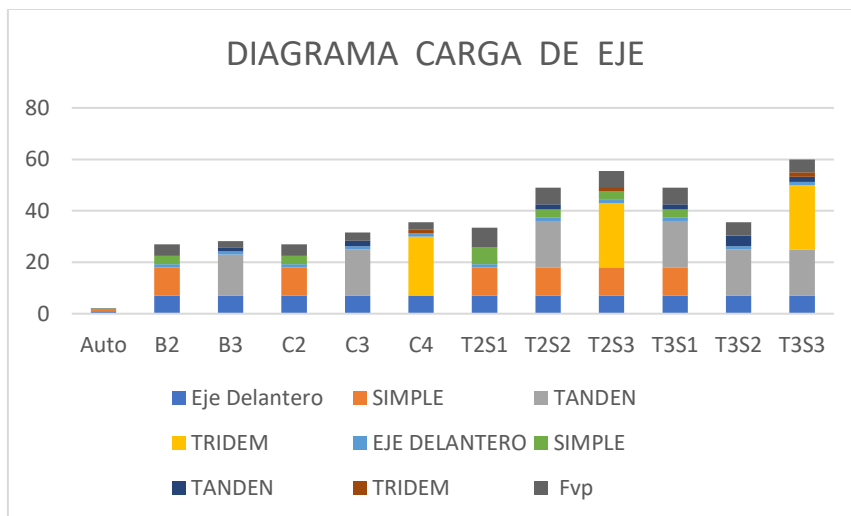
fuentes: elaboración propia.

Tabla 7 : Resumen de calcular ejes.

Tipo de Vehiculo	IMDi	Fd	Fc	Fvp	Fp	EEi
Auto	164	0.50	1.00	0.001	1.00	0.09
B2	3	0.50	1.00	4.50	1.00	7.86
B3	7	0.50	1.00	2.63	1.00	9.19
C2	78	0.50	1.00	4.50	1.00	175.60
C3	100	0.50	1.00	3.28	1.00	164.39
C4	92	0.50	1.00	2.77	1.00	127.51
T2S1	87	0.50	1.00	7.74	1.00	337.91
T2S2	79	0.50	1.00	6.52	1.00	258.13
T2S3	77	0.50	1.00	6.21	1.00	238.51
T3S1	62	0.50	1.00	6.52	1.00	201.19
T3S2	27	0.50	1.00	5.30	1.00	70.99
T3S3	107	0.50	1.00	4.99	1.00	267.19
					ΣEEi	1858.55

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 1 : **DIAGRAMA DE CÁLCULO DE EJES**



Fuente: elaboración propia

Tabla 8 hallar el esal.

Resumen de ESAL	
Diseño	365
Factor de presión Fp	1.00
Factor direccional Fd	0.50
Factor carril Fc	1.00
Esal	15231327

Fuente: elaboración propia.

$$W18 = \sum EEI \times Fca \times 365$$

$$W18 = 15231326.64 = 15.23 \text{ MILLORES DE ESAL}$$

Estudio topografico :

Tabla 9: CORDENADAS BM1

Cordenadas BM1		
ESTE	NORTE	Z
290769.738	8672462.443	352.354
Distancia a BM 2	60.28m	

FUENTE : Elaboracion propia

Tabla 10: CORDENADAS BM2

Cordenadas BM2		
ESTE	NORTE	Z
290715.289	8672436.577	351.283
Distancia a BM 3		63.708m

Fuente: elaboración propia

Tabla 11: CORDENADAS BM3

Cordenadas BM3		
ESTE	NORTE	Z
290654.065	8672418.958	349.583
Distancia a BM 4		84.990m

Fuente: elaboración propia

Tabla 12: CORDENADAS BM4

Cordenadas BM4		
ESTE	NORTE	Z
290654.065	8672418.958	349.583
Distancia a BM 5		84.990m

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13: CORDENADAS BM5

Cordenadas BM5		
ESTE	NORTE	Z
290437.767	8672423.957	346.559
Distancia a BM 6		191.053m

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14: CORDENADAS BM6

Cordenadas BM6		
ESTE	NORTE	Z
290246.861	8672431.335	345.121
Distancia a BM 7		177.05m

Fuente: elaboracion propia.

Tabla 15: CORDENADAS BM7

Cordenadas BM7		
ESTE	NORTE	Z
290073.863	8672393.661	340.218
Distancia a BM 8		97.74m

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16: CORDENADAS BM8

Cordenadas BM8		
ESTE	NORTE	Z
289981.105	8672362.862	340.387
Distancia a BM 9		122.65m

Fuente : elaboracion propia

Tabla 17: CORDENADAS BM9

Cordenadas BM9		
ESTE	NORTE	Z
289863.495	8672328.055	356.212
Distancia a BM 10		137.16m

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18: CORDENADAS BM10

Cordenadas BM10		
ESTE	NORTE	Z
289733.122	8672285.433	353.748
Distancia a BM 11		194.26m

Fuente: elaboración propia

Tabla 19: CORDENADAS BM11

Cordenadas BM11		
ESTE	NORTE	Z
289546.741	8672230.424	350.180
Distancia a BM 12	177.150m	

Fuente : elaboración propia.

Estudio de suelo :

Tabla 20: calicata 1 Granulometria progresiva 0+880.

Resumen granulometria progresiva 0+880	
Peso inicial	13800.0
Peso fraccion	1090.2
Limite liquido	22
Limite plastico	21
Indice de plasticidad	1
Clas.sucs	SM
Clas AASTHO	A-1-b(0)
Cont. Humedad	4.3

Fuente : elaboración propia .

Tabla 21: granulometria resuelto C2

Resumen granulometria progresiva 0+0.60	
Peso inicial	11860.0
Peso fraccion	1408.3
Limite liquido	22
Limite plastico	21
Indice de plasticidad	1
Clas.sucs	SM
Clas AASTHO	A- 4-b(2)
Cont. Humedad	4.0

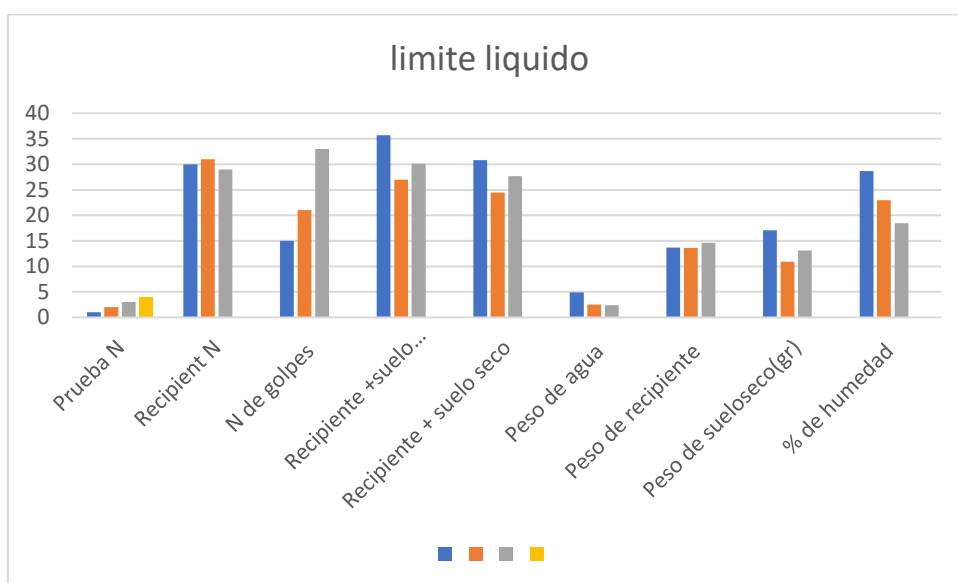
Fuente : elaboracion propia

Tabla 22: limite liquido de los suelos c1 .

Resume de limite liquido de los suelos c1				
Prueba N	1	2	3	4
Recipient N	30	31	29	
N de golpes	15	21	33	
Recipiente +suelo húmedo	35.70	27.00	30.12	
Recipiente + suelo seco	30.80	24.50	27.70	
Peso de agua	4.90	2.50	2.42	
Peso de recipiente	13.70	13.60	14.60	
Peso de suelo seco(gr)	17.10	10.90	13.10	
% de humedad	28.65	22.94	18.47	

Fuente : elaboracion propia

GRÁFICO 2 : **LIMITE LIQUIDO**



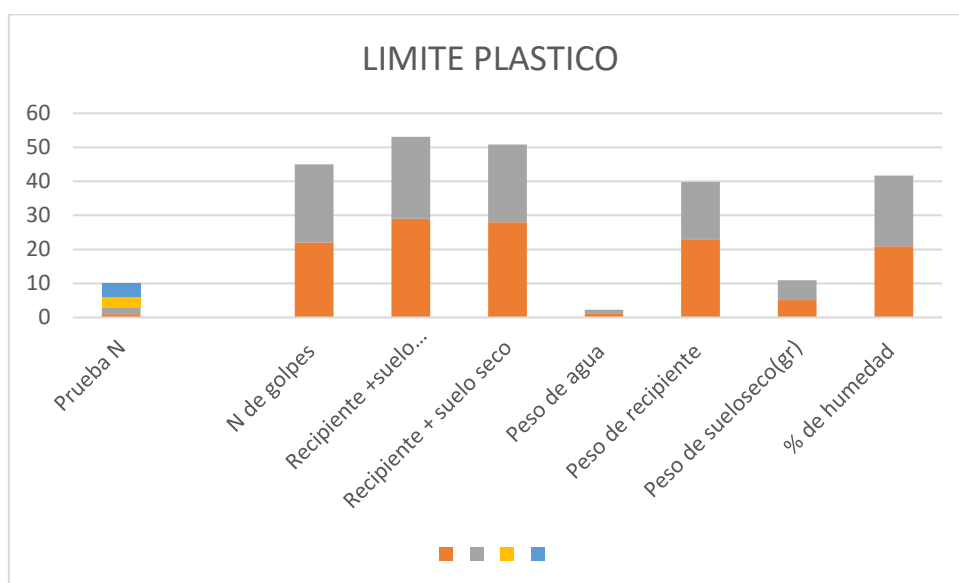
Fuente : elaboracion propia

Tabla 23: : limite plastico c1

Resume de limite plastico de los suelos c1				
Prueba N	1	2	3	4
N de golpes	22	23		
Recipiente +suelo húmedo	29.02	24.06		
Recipiente + suelo seco	27.95	22.85		
Peso de agua	1.07	1.21		
Peso de recipiente	22.82	17.04		
Peso de suelo seco(gr)	5.13	5.81		
% de humedad	20.86	20.83		

Fuente elaboracion propia

GRÁFICO 3 : LIMITE PLASTICO RESUMEN



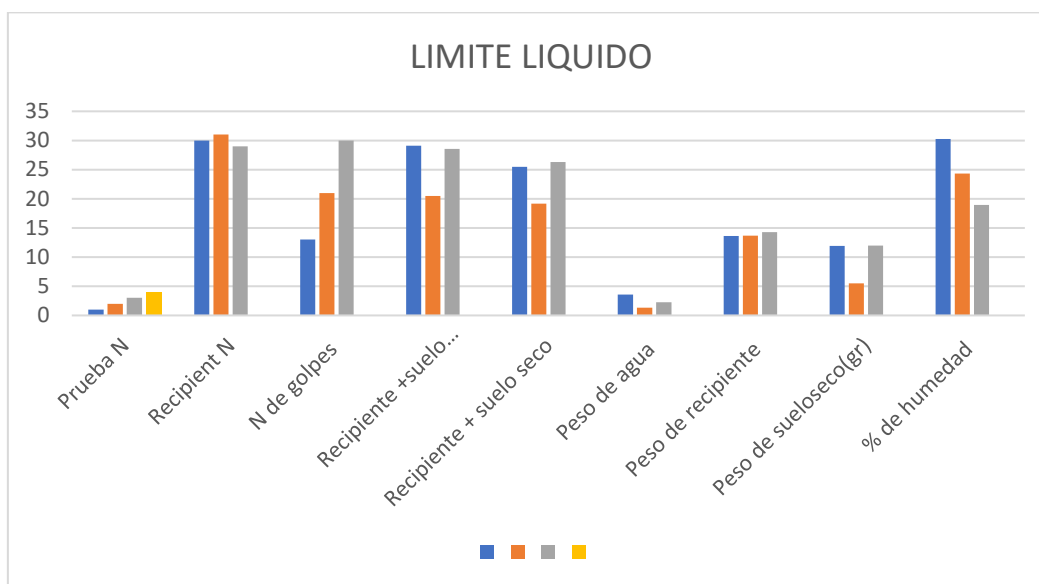
Fuente : elaboracion propia

Tabla 24: limite liquido de los suelos c2

Resume de limite liquido de los suelos c2				
Prueba N	1	2	3	4
Recipient N	30		29	
N de golpes	13	21	30	
Recipiente +suelo húmedo	29.10	20.50	28.57	
Recipiente + suelo seco	25.50	19.17	26.30	
Peso de agua	3.60	1.33	2.27	
Peso de recipiente	13.60	13.70	14.30	
Peso de suelo seco(gr)	11.90	5.47	12.00	
% de humedad	30.25	24.31	18.92	

FUENTE: elaboración propia.

GRÁFICO 4 : *DIAGRAMA LIMITE LIQUITO DE LOS SUELOS c2*



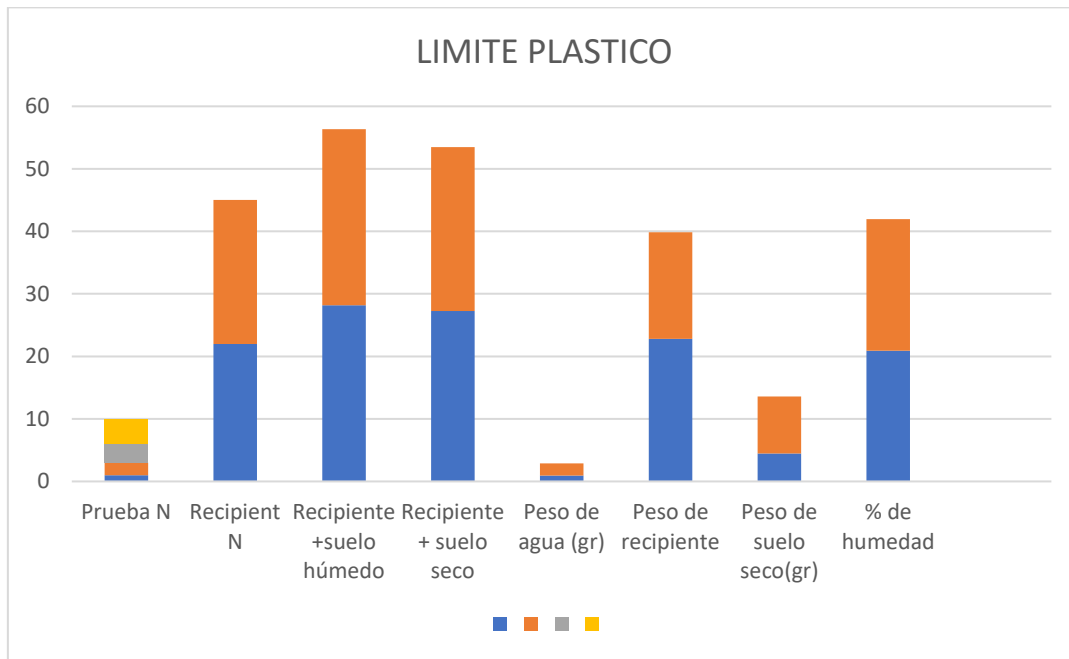
Fuente: elaboración propia

Tabla 25: limite plastico de los suelos c2

Resume de limite plastico de los suelos c2				
Prueba N	1	2	3	4
Recipient N	22	23		
Recipiente +suelo húmedo	28.20	28.13		
Recipiente + suelo seco	27.27	26.20		
Peso de agua (gr)	0.93	1.93		
Peso de recipiente	22.82	17.04		
Peso de suelo seco(gr)	4.45	9.16		
% de humedad	20.90	21.07		

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 5 : RESUMEN LIMITE PLÁSTICO



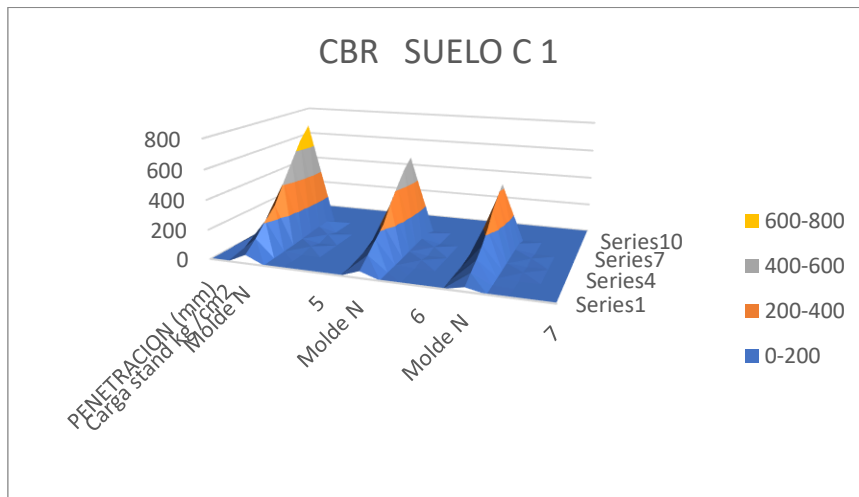
Fuente: elaboración propia

Tabla 26: : CBR SUELO C1

Penetración													
PENE- TRACION (mm)	Carga stand kg /cm2	Molde N				Molde N°				Molde N°			
		CARGA		Corrección		CARGA		Corrección		CARGA		Corrección	
		Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		58	2.9			45	2.2			28	1.4		
1.27		127	6.3			105	5.2			70	3.5		
1.91		213	10.6			165	8.2			108	5.4		
2.54	70.31	285	14.2	20.22		227	11.3	15.97		158	7.9	11.76	
3.81		418	20.8			333	16.6			228	11.3		
5.08	105.46	543	27.0	26.19		427	21.2	20.43		317	15.8	15.37	
6.35		667	33.2			511	25.4			377	18.7		
7.62		755	37.5			570	28.3			430	21.4		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													

FUENTE: elaboración propia.

GRÁFICO 6 : **DIAGRAMA CBR C1**



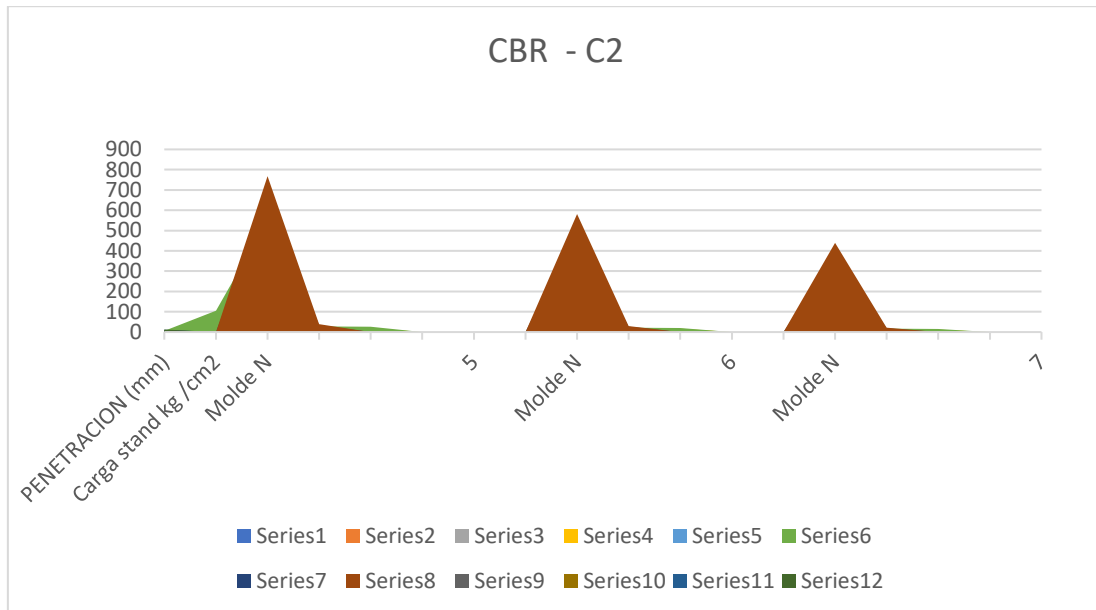
Fuente : elaboración propia

Tabla 27: CBR SUELO c2

PENE- TRACION (mm)	Carga stand kg /cm2	Penetración																							
		Molde N				5°				Molde N°				6				Molde N°				7			
		CARGA		Corrección		CARGA		Corrección		CARGA		Corrección		CARGA		Corrección		CARGA		Corrección					
Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial(dlv.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%						
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0			0	0.0										
0.64		62	3.1			56	2.8			34	1.7														
1.27		139	6.9			117	5.8			77	3.8														
1.91		220	10.9			174	8.7			119	5.9														
2.54	70.31	291	14.5	20.31		235	11.7	16.49		168	8.4	11.83													
3.81		426	21.2			345	17.2			239	11.9														
5.08	105.46	552	27.5	26.24		438	21.8	20.77		323	16.1	15.34													
6.35		675	33.6			522	26.0			386	19.2														
7.62		768	38.2			582	28.9			440	21.9														
8.89																									
10.16																									
11.43																									
12.70																									

Fuente: elaboración propia

GRÁFICO 7 : **CBR C2.**



fuentes: elaboración propia.

DISEÑO DE AASTHO93

Tabla 28: : Diseño AASTHO93 de pavimento flexible

AASTHO93	
Periodo de diseño (años)	20.00
Numero de eje equivalente w18	15231326.64
Serviciabilidad (pi)	4.20
Serviciabilidad final (pt)	3.00
R	95%
Zr	-1.645
So	0.45

fuentes : elaboración propia

Tabla 29: resumen de materiales

PROPIEDADES DE MATERIALES	
modulo de resiliencia de la base granular (KIP,IN2)	
modulo de resiliencia de la sub-base	
modulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)	14.46 14457.37048

Fuente : elaboracion propia

Tabla 30: calculo de nuemero estructural.

Resumen de SN
SN = N18
SN=4.94

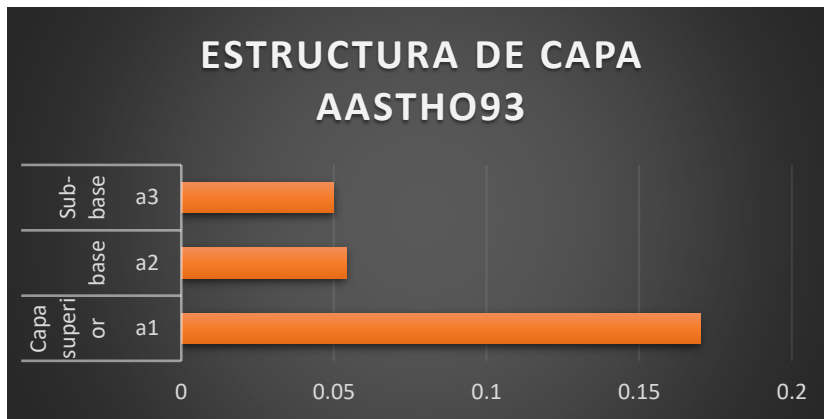
Fuente :Elaboracion propia

Tabla 31: coeficientes estructurales de la capa

Capa superior	Base	Sub- base
a1	a2	a3
0.17	0.054	0.05

Fuente : elaboracion propia .

GRÁFICO 8 : ESTRUCTURA DE CAPA



Fuente : elaboracion propia

Tabla 32: coeficiente de drenaje para base y sub base granular no tratada en pavimento flexible.

COEFICIENTE DE DRENAJE	
m2	m3
1	1

Fuente : elaboracion propia .

Tabla 33: calculo de espesores de capas

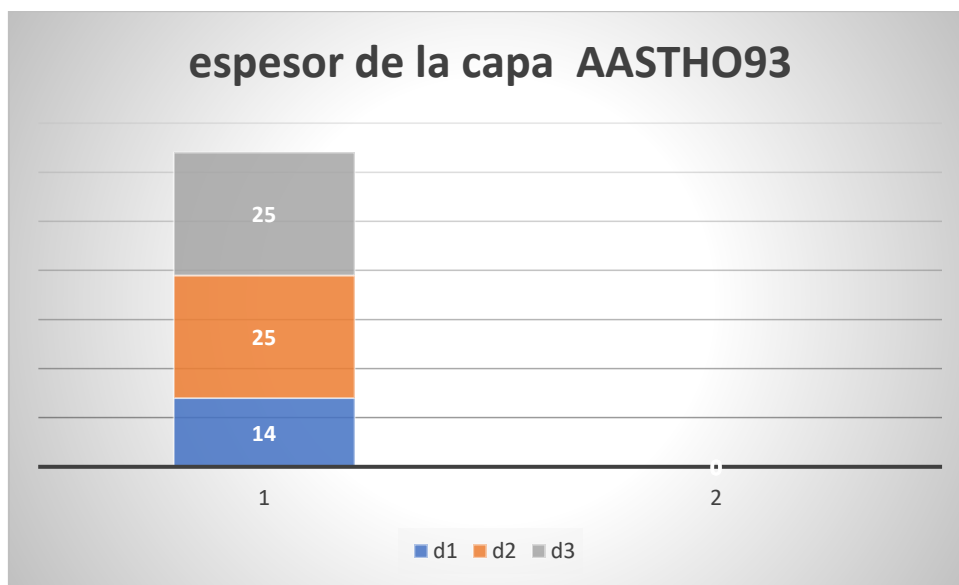
d1	d2	d3
14	25	25
Capa superficial	Base	Sub base

SNR		
SNR(requerido)	4.94	Debe cumplir (resultado) mayor que
SNR(resultado)	5.0	Si cumple

Material	VRS (ó CBR)	MR (Psi)	Ai	Mi
Carpeta asfáltica	-----	400000 psi	0.42	-----
Base	100 %	30000 psi	0.14	1.075
Subbase	60 %	18100 psi	0.13	0.7
Subrasante	15 %	14457 psi	-----	-----

Fuente : elaboracion propia .

GRÁFICO 9 : **ESPEORES DE CAPAS AASTHO93**



Fuente : elaboracion propia

Tabla 34: : resumen coeficiente estructural requerido pro la capa asfaltica

SN1	3.67		
$D1 = SN1/a1$	21.58823529	14	cm
SN1 (REAL)	$D1*a1$	2.38	

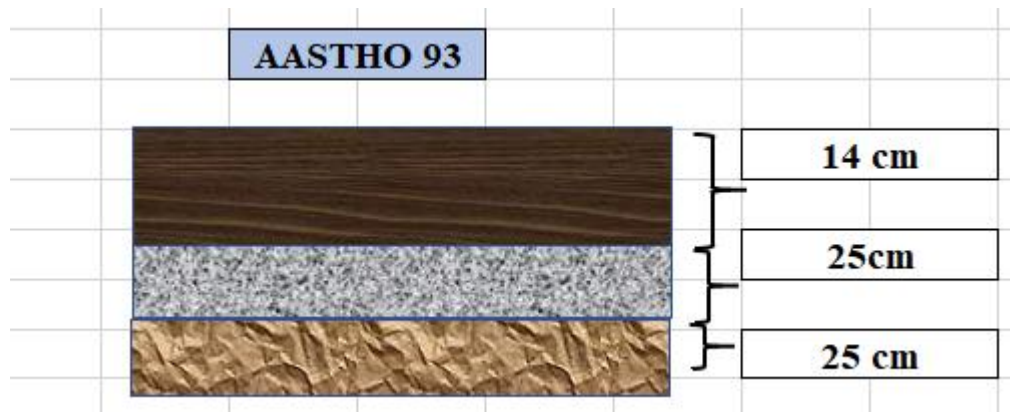
Fuente : elaboracion propia .

Tabla 35: resumen de coeficiente requerido por la capa base .

SN2	4.53		
$D2 = SN2 - SN1REAL/a2 * m2$	39.81481481	25	cm
SN2 (REAL)	$D2 * a2 * m2 + SN1 REAL$	3.73	

Funete : elaboracion propia

Figura 7 : diseño de pavimento sus espesores AASTHO93



Fuente : elaboracion propia

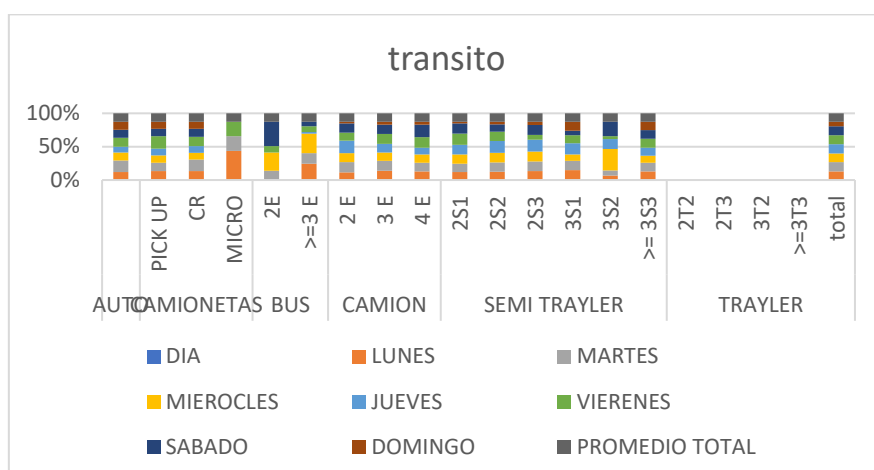
DISEÑO METODO SHELL

Tabla 36: Resumen de transito .

Resumen de transito
Eje equivalente 8.2 (N)
$N=2.9207628 \times 10^7$ ejes equivalentes de 8,2 ton.

Fuente : elaboracion propia .

GRÁFICO 10 : TRASITO PROMEDIO DIARIO



fuelle: elaboración propia

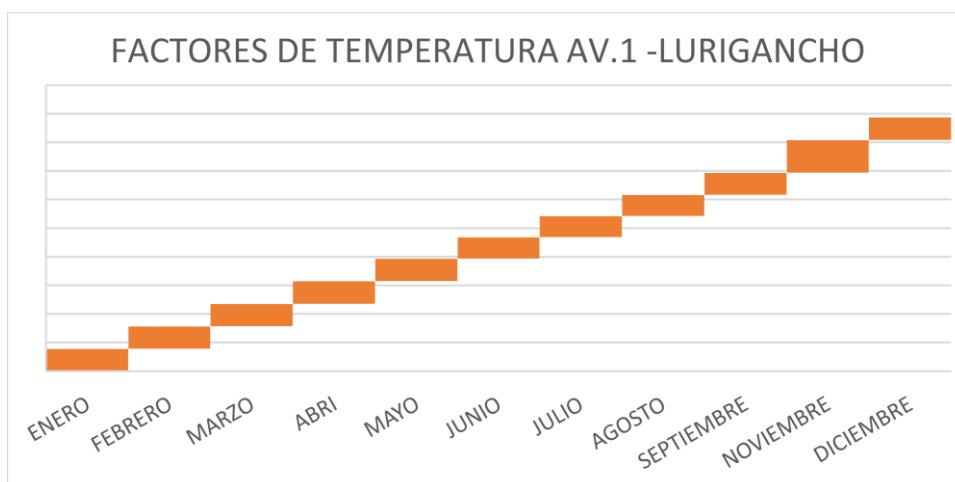
2.TEMPERATURA:

Tabla 37: registro de la temperatura de los factores de ponderación

MES	MMAT C	FARTOR DE PODERACION
ENERO	15.5	0.56
FEBRERO	15.7	0.57
MARZO	15.8	0.58
ABRI	15.9	0.59
MAYO	15.7	0.57
JUNIO	15	0.50
JULIO	14.8	0.49
AGOSTO	14.9	0.5
SEPTIEMBRE	15.3	0.54
NOVIEMBRE	23	1.60
DICIEMBRE	15.8	0.58
SUMA		7.67
FACTOR DE PONDERACION PROMEDIO	7.67/12	0.64

El factor de ponderación = 0.64 determinamos la temperatura w-MAAT=16.5 °C
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 11 : MESES DEL AÑO 2020 FACTOR TEMPERATURA.



Fuente: elaboración propia

- **RESISTENCIA DE LAS CAPAS GRANULARES:**

Se determina la resistencia de la base en el módulo de la elasticidad o el módulo resiliente, asimismo las funciones de las características de los materiales, del espesor y la resistencia de apoyo. el método SHELL se empleará en la misma correlación de la subrasante.

$$MR = 10^7 \times CBR \frac{N}{m^2}$$

El módulo se debe determinar el CBR 15%

- **Propiedades de la subrasante, sub- base y base:**

El módulo de resiente de la subrasante (Mr.) se conoce el módulo dinámico

Tabla 38: Elaboración propio AASTHO93

Material	VRS (ó CBR)
Carpeta asfáltica	-----
Base	100 %
Subbase	60 %
Subrasante	10 %

Fuente : elaboracion propia.

Tabla 39: : resumen de temperatura T 800.

Temperatura C°	Penetración (1/10mm)
20	35
25	50
30	70

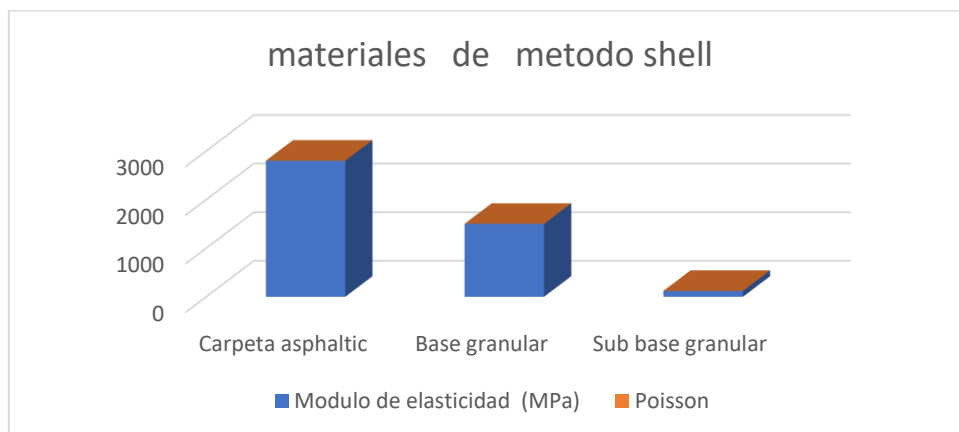
Fuente: elaboración propia

Tabla 40: las propiedades de sus materiales método Shell

	Modulo de elasticidad (MPa)	Poisson
Carpeta asphaltic	2800	0.35
Base granular	1500	0.40
Sub base granular	120	0.40

fuentes: elaboración propia

GRÁFICO 12 : **DIAGRAMA DE MODULO DE ELASTICIDAD Y POISSON**



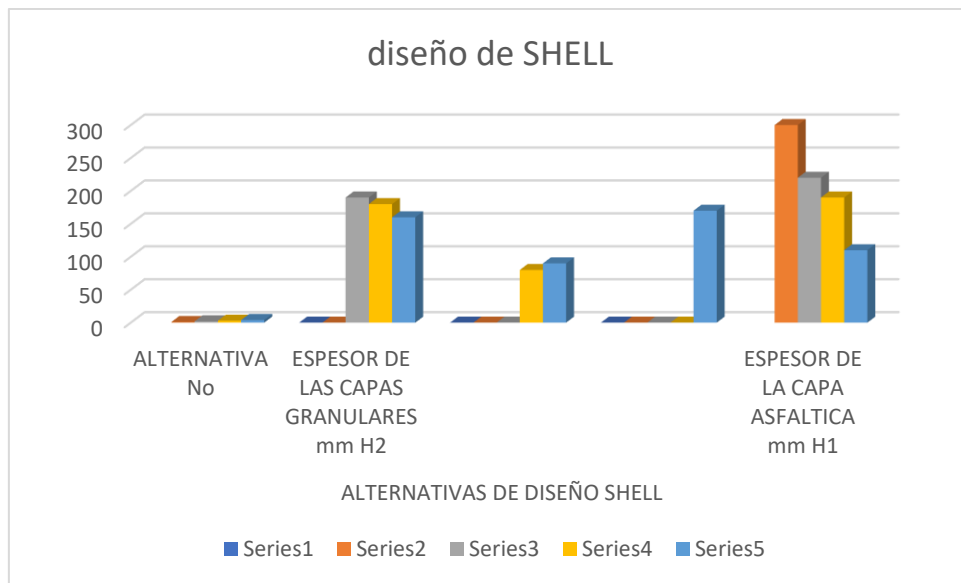
Fuente: elaboración propia

Tabla 41: alternativas del diseño Shell

ALTERNATIVAS DE DISEÑO SHELL				
ALTERNATIVA No	ESPESOR DE LAS CAPAS GRANULARES mm H2			ESPESOR DE LA CAPA ASFALTICA mm H1
	SUB-BASE CBR >= 20	SUB-BASE CBR >= 40	BASE CBR >= 80	
1	0	0	0	300
2	190	0	0	220
3	180	80	0	190
4	160	90	170	110

Fuente : elaboración propia

GRÁFICO 13 : ALTERNATIVA PARA DISEÑAR EL MÉTODO SHELL



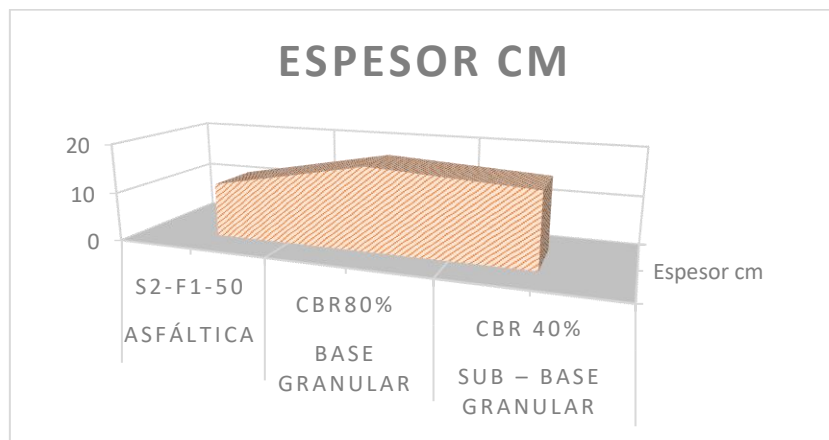
Fuente: elaboración propia

Tabla 42: Resumen final de Shell:

capa	Tipo	Espesor cm
Asfáltica	S2-F1-50	11
Base granular	CBR80%	17
Sub – base granular	CBR 40%	15

Para analizar el diseño estructural del pavimento flexible anteriormente encontramos diseños:

GRÁFICO 14 : **ESPESOR DEL PAVIMENTO SHELL**



Fuente elaboración propia

Tabla 43: análisis de diseño del pavimento flexible.

PAVIMENTO FLEXIBLE			
	Criterio de diseño	AASTHO93	SHELL
transito	N° de eje equivalentes	✘	✘
	N° repeticiones de cargas		
	carga por eje		
sub – rasante	CBR , modulo	✘	✘
propiedades de los materiales	Modulo resilente de rotura , CBR	✘	✘
	Coeficiente deaprote y de drenaje	✘	
	Coeficiente poisson		✘
variables estadísticas	Desviacion estandar	✘	
	Confiability	✘	
FACTOR DE SEGURIDAD			
Servicialidad	PSI inicial y final		✘
Transferencia de carga	Bermas	N/A	N/A

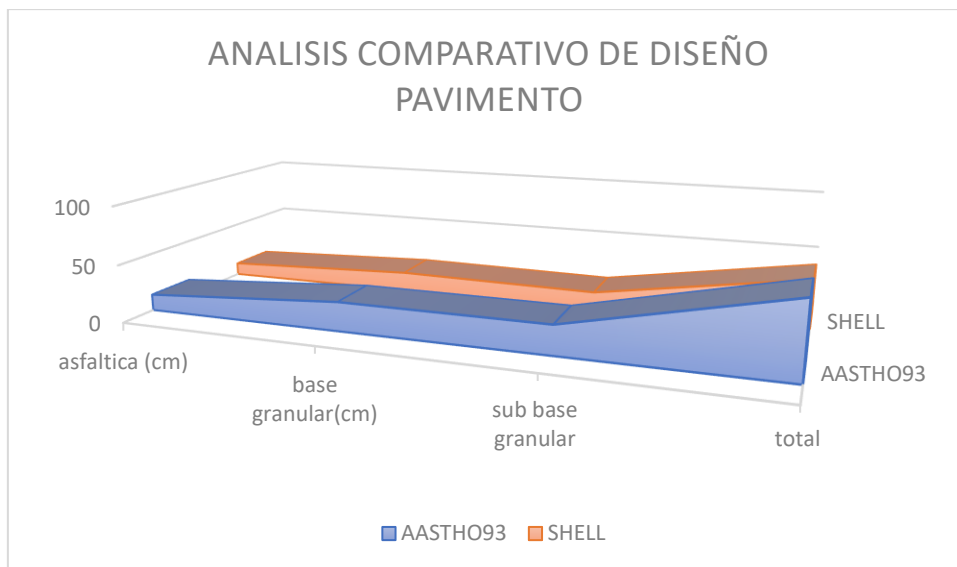
FUENTE: elaboración propia

Tabla 44: espesores obtenido del AASTHO93 y SHELL.

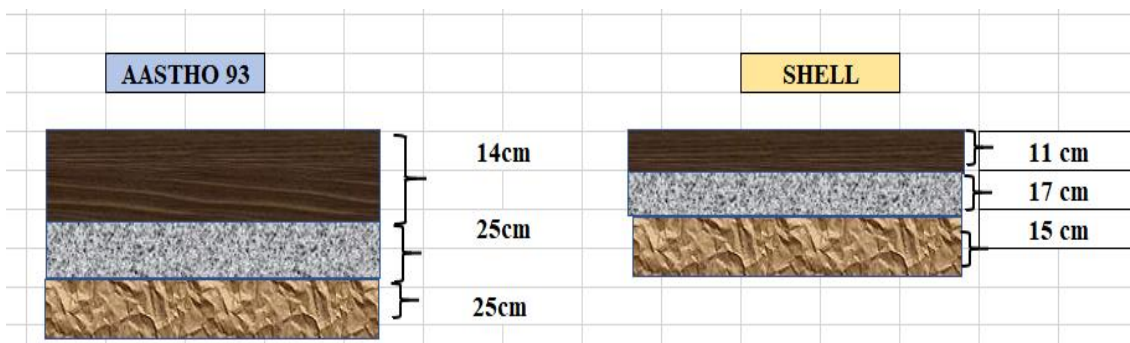
PAVIMENTO FLEXIBLES		
Metodo	AASTHO93	SHELL
asfáltica (cm)	14	11
base granular(cm)	25	17
sub base granular	25	15
total	64	43

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 15 : **DIAGRAMA DE COMPARACIÓN DE PAVIMENTO.**



El espesor que se obtuvo para el diseño estructural de un pavimento flexible fue entre 64 cm y 43cm según el método, las diferencias entre estos resultados radica en sus parámetros contemplados al AASTHO93 y SHELL.



ASPECTO ECONOMICO:

Presupuesto según AASTHO93 y SHELL

Tabla 45: resumen de costos de AASTHO93.

ITEM	DESCRIPCION DE LA PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITA- RIO	PARCIAL
1 TRABAJOS PROVISIONALES					
1.1	cartel de identificación de obra	Und.	1.00	65.00	65.00
1.2	almacén y caseta de guardianía	Und.	3.00	480.00	1,440.00
1.3	movilización y desmovilización	Glb	1.00	2,000.00	2,000.00
1.4	trazo, niveles y replanteo	m2	2,700.00	5.14	13,878.00
2 MOVIMIENTO DE TIERRA					
2.1	Excavación a nivel de sub rasante	m2	10,800.00	12.51	135,108.00
2.2	Eliminación de material excedente	m3	15,800.00	13.75	217,250.00
2.3	Conformación y nivelación	m2	2,700.00	4.13	11,151.00
3 PAVIMENTO					
3.1	Sub base granular	m3	2,700.00	22.84	61,668.00
3.2	Base granular	m3	2,700.00	23.99	64,773.00
3.3	Imprimación asfáltica	m2	10,800.00	8.75	94,500.00
3.4	Carpeta asfáltica en caliente	m3	2,500.00	51.05	127,625.00
4 SARDINEL ELEVADO					
4.1	Encofrado y Desencofrado	m2	800.00	80.04	64,032.00
4.2	Concreto Fc = 175 kg/cm2	m3	160.00	342.46	54,793.60
4.3	Acabado de sardinel elevado	m2	800.00	72.66	58,128.00
5 SEÑALIZACION					
5.1	Marcas en el Pavimento	M	300.00	6.96	2,088.00
5.2	pintura de trafico de letras	M	30.00	47.20	1,416.00
5.3	Señales verticales	Und.	10.00	1,182.84	11,828.40
COSTO DIRECTO					921,744.00

Fuente: elaboración propia

De acuerdo de las alternativa de estructura de pavimento diseñada se optó por la método Shell costo es de s/ 853,765.00 mediante las verificaciones por capas lo cual se optimizo que es más económica , asimismo el AASTHO 93 tiene como costo s/ 921,744.00 más elevado

Tabla 46: resumen de costo de SHELL.

1	TRABAJOS PROVISIONALES	UNIDAD	METRADO		PARCIAL
1.1	cartel de identifiacion de obra	Und.	1.00	65.00	65.00
1.2	almacen y caseta de guardiania	Und.	3.00	480.00	1,440.00
1.3	movilizacion y desmovilizacion	Glb	1.00	2,000.00	2,000.00
1.4	trazo, niveles y replanteo	m2	2,700.00	5.14	13,878.00
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	Excavacion a nivel de sub rasante	m2	10,800.00	12.51	135,108.00
2.2	Eliminacion de material excedente	m3	15,800.00	13.75	217,250.00
2.3	Conformacion y nivelacion	m2	2,700.00	4.13	11,151.00
3	PAVIMENTO				
3.1	Sub base granular	m3	1,800.00	22.84	41,112.00
3.2	Base granular	m3	2,000.00	23.99	47,980.00
3.3	Imprimacion asphaltica	m2	10,800.00	8.75	94,500.00
3.4	Carpeta asphaltica en caliente	m3	1,900.00	51.05	96,995.00
4	SARDINEL ELEVADO				
4.1	Encofrado y Desencofrado	m2	800.00	80.04	64,032.00
4.2	Concreto Fc = 175 kg/cm2	m3	160.00	342.46	54,793.60
4.3	Acabado de sardinel elevado	m2	800.00	72.66	58,128.00
5	SEÑALIZACION				
5.1	Marcas en el Pavimento	m	300.00	6.96	2,088.00
5.2	pintura de trafico de letras	m	30.00	47.20	1,416.00
5.3	Señales verticales	Und.	10.00	1,182.84	11,828.40
				COSTO DIRECTO	853,765.00

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

- Nuestra investigación tuvo como propósito de identificar y poder cuantificar la influencia que tiene los diferentes parámetros del diseño al pavimento flexible para poder determinar la vida útil que se obtendrá en la vía de estudio ,asimismo vamos a diseñar con AASTHO93 y SHELL en la avenida 1 Lurigancho – Chosica
- Nuestro diseño de pavimento flexible mediante el método AASTHO 93 Y SHELL, emplea ábacos y procedimientos diferentes, por ello nuestro resultado de los espesores llegaron a resultar distintos, así mismo esto influye en los costos y presupuestos.
- Los resultados obtenidos de la investigación se dedució el IMD se incrementó de 2020 756 veh/ día, asimismo la demanda de vehículo de crecimiento por lo tanto debemos tener en cuenta que el espesor de la estructura del pavimento optimiza las estructuras para que pueda cumplir con los requerimientos del método realizado .

VI.CONCLUSION

- Para analizar el estudio de tráfico se obtuvieron datos de aforo vehicular de los días 28 de septiembre al 4 de octubre del 2020 teniendo como resultados IMDS de 756 veh/día en ello se logra un valor 15.23 millones (ESAL) para elaborar el diseño de suelo flexible AASTHO 93 comparando con el método Shell.
- El diseño estructural del pavimento flexible mediante el método ASSTHO93 constituida por la carpeta asfáltica 14cm, base 25cm y sub base 25 cm, en comparación del método Shell con una contextura de suelo conformada por la carpeta asfáltica de 11cm, base 17cm y sub base 15cm.
- Se concluye que la determinación de la pavimentación, influyen al estudio de suelo flexible siendo 15% CBR y arena liosa con grava (SM) en el que se desarrolló en la investigación.

VII.RECOMENDACIONES

- El comportamiento del pavimento flexible depende a la gran medida de las condiciones generalmente debemos analizar la comparación de los resultados del método AASTHO 93 y Shell se observa las diferencias importantes de la estructura, el espesor de la carpeta al asfáltica, granulares y el numero estructural.
- De acuerdo de las dos alternativas la estructura de pavimento que se va diseñar se optó por el método Shell mediante verificación por capas con la cual optimizo siendo el más económica. Se puede emplear un diseño Shell para elaborar pavimentación a todas las municipalidades como el costo es mínimo para poder elaborar y tener un plan de desarrollo futuro
- se pueden pronosticar posible solución con el diferente diseño alternativas para un mejor vivir y una mejor economía dar posibles soluciones que debemos tener en cuenta en los puntos más críticos estudiados de la zona

REFERENCIA

- Terrones Campos, G. (2018). Diseño estructural del pavimento flexible utilizando método AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del CH Micaela Bastidas–Piura.
- Ramírez Tarazona, M., & Tarazona Tarazona, L. (2019). Aplicación del método AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible en el tramo Musho, Yungay, Ancash, 2019.
- Felipe, G. M. (2017). Sílabo de Pavimentos.
- Correa, L. E. E. (2018). Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles rígidos por el método AASHTO 93 (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE CUENCA).
- Briceño Estrada, C. N., & Tello Vásquez, P. U. (2019). Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método ASSHTO-93 para la av. miguel Grau, tres de octubre, nuevo Chimbote..
- Chávez, C., Mota, F. J. D., Peña, M. H., & Arreygue, E. (2020). Cálculo de daño en pavimentos mediante un análisis hidro-mecánico de pavimentos flexibles. Revista Mexicana de Métodos Numéricos, 4.
- Cruz, L., & Richard, S. (2018). Evaluación superficial del pavimento flexible por método índice de condición del pavimento, Avenida El Sol-Villa María del Triunfo, 2018.
- Huaco Chero, J. D. (2018). Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de las cuadras№ 1 a la№ 5 de la calle Chepa Santos, Distrito de la Unión, Piura, Febrero del 2018.
- Flores Cerrato, C. J., & Alcides David, G. R. (2018). Diseño de estructura de pavimento articulado de 3.0 Km del tramo de carretera empalme de Sesteo–hasta comunidad la Tijera, ubicado en el municipio de Estelí, por método de AASHTO-93 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional De Ingeniería).
- Ponce Filios, J. L. (2019). El Espectro de carga para validar la carga de tráfico acumulada calculado por la AASHTO-93.
- Mendoza Torres, E. S. (2019). Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecanístico ASSHTO 93 y Shell para determinar la vida útil del pavimento.

- Thenoux, G., & Gaete, R. (2012). Análisis Mecanicista de Estructuras de Pavimentos Utilizadas en Chile Diseñadas por el Método AASHTO-93. *Revista Ingeniería de Construcción*, (19), 36-48.
- Marçal, A.(2019) ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL.
- Gutiérrez Lazares, J. W. (2007). Modelación geotécnica de pavimentos flexibles con fines de análisis y diseño en el Perú.
- Conde Restrepo, C. X., & Rodríguez Gil, A. (2020). Diseño de pavimento flexible sector barrio lfa a carretera nacional en el municipio de el Guamo Tolima.
- Baque-Solis, B. S. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. *Provincia de Manabí. Dominio de las Ciencias*, 6(2), 203-228.
- Trujillo Mendez, G. M., & Ochoa Moreno, R. (2020). Diseño estructura de pavimentos flexible de la vía secundaria Buenos Aires-Doima del k14-000 al k16+ 000.
- Ordinola Cumpa, D. J. (2020). Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento del pavimento flexible de la carretera Piura-Paita.
- WAHR, D. (2007). COMPARACION DE DISENOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES NUEVOS SEGUN EL METODO DE DISENO AASHTO 93, LA NORMATIVA CHILENA VIGENTE Y LA GUIA DE DISENO DE PAVIMENTOS EMPIRICO-MECANISTICA NCHRP1-37 A. *Infraestructura Vial*, 10(18).
- Salamanca Niño, M. A., & Zuluaga Bautista, S. A. (2014). Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye-Santa Lucía Barranca Lebrija entre los abscisas K19+ 250 A K25+ 750 ubicada en el departamento del Cesar (Bachelor's thesis).
- Arenas Vásquez, A. C. (2017). Análisis comparativo de los métodos (AASHTO 93, Boussinesq, abacos de colorado), para el cálculo del espesor de mejoramiento de subrasante en la carretera dv. las vegas-Tarma, provincia de Tarma–región Junín.

- Reyna, J. M. Q. (2017). Sistema de Control de Trámites vía Web para mejorar la Gestión Documental en la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones La Libertad 2017. *INNOVACION EN INGENIERÍA*, 3(1).
- Vargas Guerrero, M. A. (2017). Metodología para la estimación del número estructural efectivo de los pavimentos flexibles recién construidos y su capacidad estructural.
- Sócola Saldarriaga, M. M. (2018). Diseño y análisis comparativo de costos de un pavimento flexible según metodología del AASHTO 93 y otro con geomallas biaxiales en el sector los laureles del distrito de el porvenir-trujillo-la libertad.
- Campos Aguilar, O., & Corcuera Cespedes, M. K. (2017). Análisis comparativo del método AASHTO 93 con el método del instituto del asfalto para el diseño del pavimento flexible en la avenida ricardo palma, tramo avenida américa sur-carretera industrial.
- Bifaretti, H., Chourio, A., & Lynch, H. (2019). Estudio de pavimentos flexibles por el método de la aashto 1993, el método venezolano y el método shell/Study of flexible pavements by the aashto 1993 method, the venezuelan method and the shell method. *Revista Estudiantil URU*, (10), 39-44.
- Oviedo Montes, E. L., & Mejia Diaz, J. C. (2020). Diseño de pavimento flexible para la vía Miraflores-Guadalupe departamento del Huila del km 0+ 660 al km 1+ 110.
- Castañeda Orjuela, Y. A., & Salamanca Quiroga, C. F. (2016). Análisis del comportamiento de una estructura de pavimento flexible en una vía de tráfico pesado, caso particular vía urbana en la ciudad de Bogotá barrio Santa Catalina.
- CALLE, C. S. E., & CARRERA, Y. ESTRUCTURA CICLORUTA METODO CONVENCIONAL Y ELEMENTOS FINITO

ANEXO

Anexo1: Matriz de operacionalización de variables

Matriz de operacionalización de variables: Análisis comparativo del diseño del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 Y SHELL, en la avenida. 1 - Lurigancho 2020.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: método AASTHO 93y SHELL	Según Camacho (2015) explico: La metodología AASHTO-93 para diseño de pavimentos asfálticos emplea un modelo o ecuación a través de la cual se obtiene el parámetro denominado número estructural (SN), para la determinación de los espesores de las capas que conforman el pavimento p.3). Según Montejo (2006, como se citó en Mendoza, 2019) explico: Este método, de tipo racional, considera la estructura del pavimento (capa asfáltica, capas granulares y subrasante), como un sistema multicapa linealmente elástico, en el cual los materiales se encuentran caracterizados por su módulo de Young (E) y su relación de Poisson (μ).	Número estructural (SN)	Espesor de la capa Asfáltica
			Espesor de la capa base
			Espesor de la capa sub base
		Confiabilidad	Urbana
			Rural
		Serviciabilidad	Índice de servicio inicial
			Índice de servicio terminal
		Consideraciones climáticas	Temperatura media anual ponderada al aire
		Propiedades en la subrasante, sub-base y base	Módulo resiliente de la subrasante
			Módulo resiliente de la capa granular
Propiedades de la mezcla asfáltica	Módulo resiliente de la mezcla asfáltica		
Variable dependiente: Diseño del Pavimento flexible	Los especialistas del manual de carretera suelo y geología (2013), indicaron “el pavimento flexible está conformado por base, sub base y carpeta de rodadura, adicionalmente se debe utilizar materiales granulares y materiales bituminoso para la carpeta de rodadura” (p.24).	Estudio Mecánica de Suelos	Exploración de campo
			Perfil Estratigráfico
			Ensayos de laboratorio
		Control de la carpeta asfáltica	Temperatura del asfalto
			Imprimación
			Adherencia
			Marshall
		Estudio de Tránsito	Tipo de vehículo
Peso bruto máximo (TN)			

Anexo 2: levantamiento topográfico









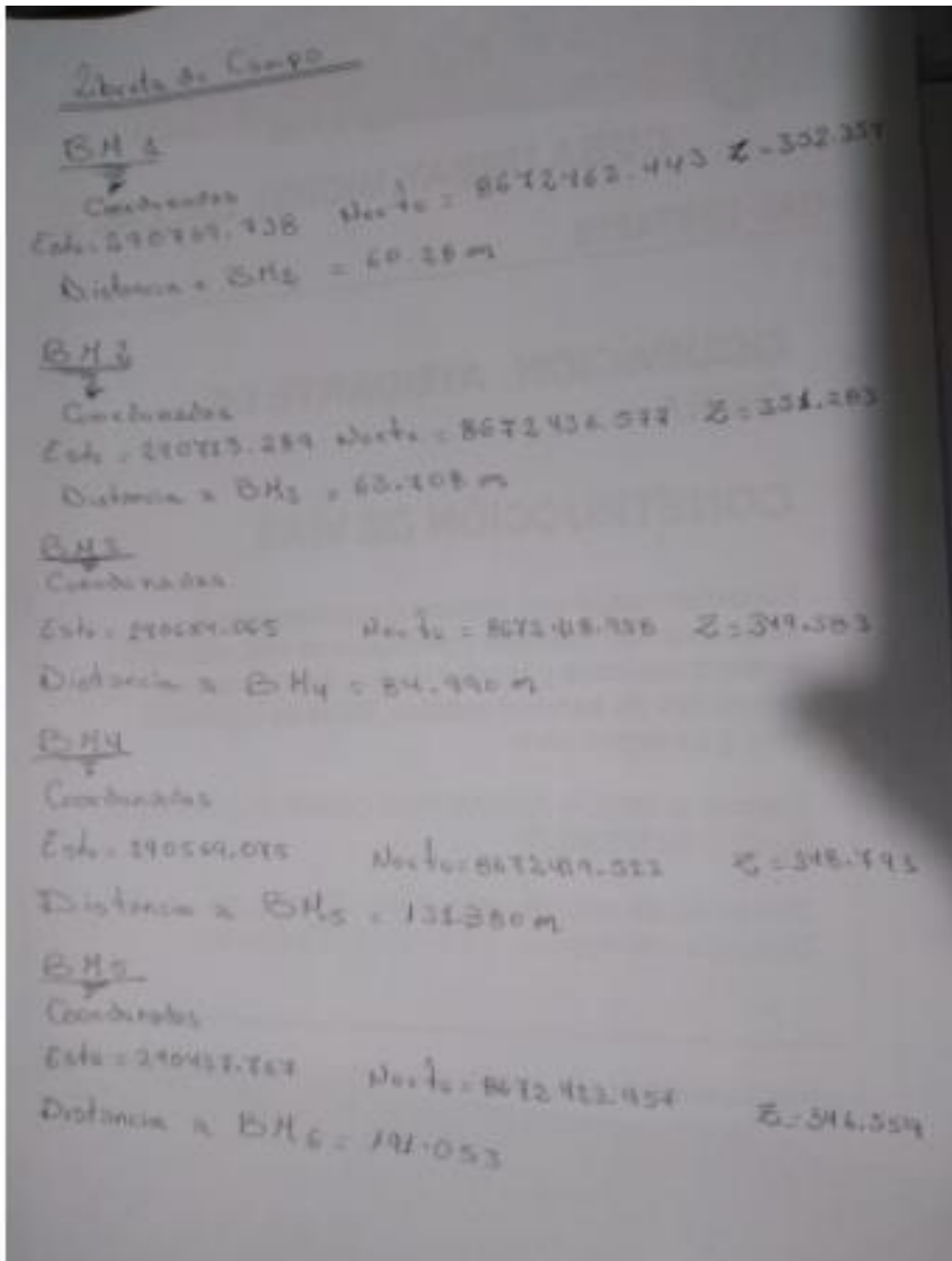








Anexo 3: cuaderno de apunte de las codenas BM.



BH5

Coordenadas

E_{uto} = 280446.861 N_{orte} = 8672031.295 Z = 348.121

Distancia a BH4 = 117.03 m

BH6

Coordenadas

E_{uto} = 280093.823 N_{orte} = 8672043.661 Z = 348.219

Distancia a BH5 = 98.74 m

BH8

Coordenadas

E_{uto} = 284981.105 N_{orte} = 8672362.844 Z = 340.388

Distancia a BH7 = 122.65 m

BH9

Coordenadas

E_{uto} = 289865.445 N_{orte} = 8672388.055 Z = 356.612

Distancia a BH10 = 137.16 m

BH10

Coordenadas

E_{uto} = 289522.112 N_{orte} = 8672285.433 Z = 353.448

Distancia a BH11 = 119.26 m

BH11

Coordenadas

E_{uto} = 289546.741 N_{orte} = 8672230.424 Z = 350.100

Distancia a BH12 = 116.150 m



Anexo 5: conteo vehicular 7 días de la semana

CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: AV.1. Luasillo - Chajaca
 FECHA: 28 de Septiembre
 DIA: 28 de Septiembre

HORA	AUTO	PICKUP	CAMIONETAS	MICRO	BUS	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	15E	16E	17E	18E	19E	20E	21E	22E	23E	24E	TOTAL
DIGRAMA. VEHI.																													
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	63	40	40	2	11	62	96	83	71	67	71	62	12	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	774

28 de Septiembre - Lunes 2020

CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: AV. MANUEL GUZMÁN
 FECHA: 29 de septiembre 2020
 DIA: Barro

NOM. DIAGRAMA VEHI.	CAMIONETAS		BUS		CAMION		SEMITRAYER				TRAYER				TOTAL	
	AUTO	PICKUP	GR	MICRO	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E	10E	11E		12E
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	88	37	53	1	3	83	100	80	75	75	76	60	14	97	0	849

29 de septiembre - Martes 2020.

CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		FECHA												TOTAL												
DIA		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	TOTAL
DIAGRAMA VEH.		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
ALTO		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
PICK UP		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
CAMIONETAS		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
CR		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
MICRO		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
BUS		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
2 E		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3-4 E		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
CAMION		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3 E		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
4 E		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
SEMITRAILER		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
283		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
282		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
TRAYLER		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
273		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
272		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
383		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
382		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
TOTAL		64	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	801

AVI LUIGIANA CHOCICA
30 Septiembre 2020

30 Septiembre - Miercoles 2020

CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: Ayacucho - Chicla
 FECHA: 1 de Octubre 2020
 DIA: Jueves

HORA	AUTO	PICKUP	CAMIONETAS	MICRO	BUS	ZE	TRAILER	SEMI TRAILER	385	383	379	377	TOTAL	
DIAGRAMA VEHL	4E	CAMION	ZE	4E	381	382	383	381	385	383	379	377	373	
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	44	30	30	0	1	100	87	63	86	96	92	70	27	819

1 de Octubre - Jueves 20 20

CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		FECHA		DIA	
INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA
DIAGRAMA VEH.					
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					
TOTAL					

2 de Octubre - Viernes 2020

CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA
 FECHA
 DIA

At - bñi gauduñi st
 3 de octubre 2020
 Sabado

HORA	AUTO	PICK UP	CAMIONETAS	MICRO	BUS	CAMION	4 E	SEMI TRAYER	TRAYER	TOTAL
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										
TOTAL										

3 de octubre - Sabado 2020

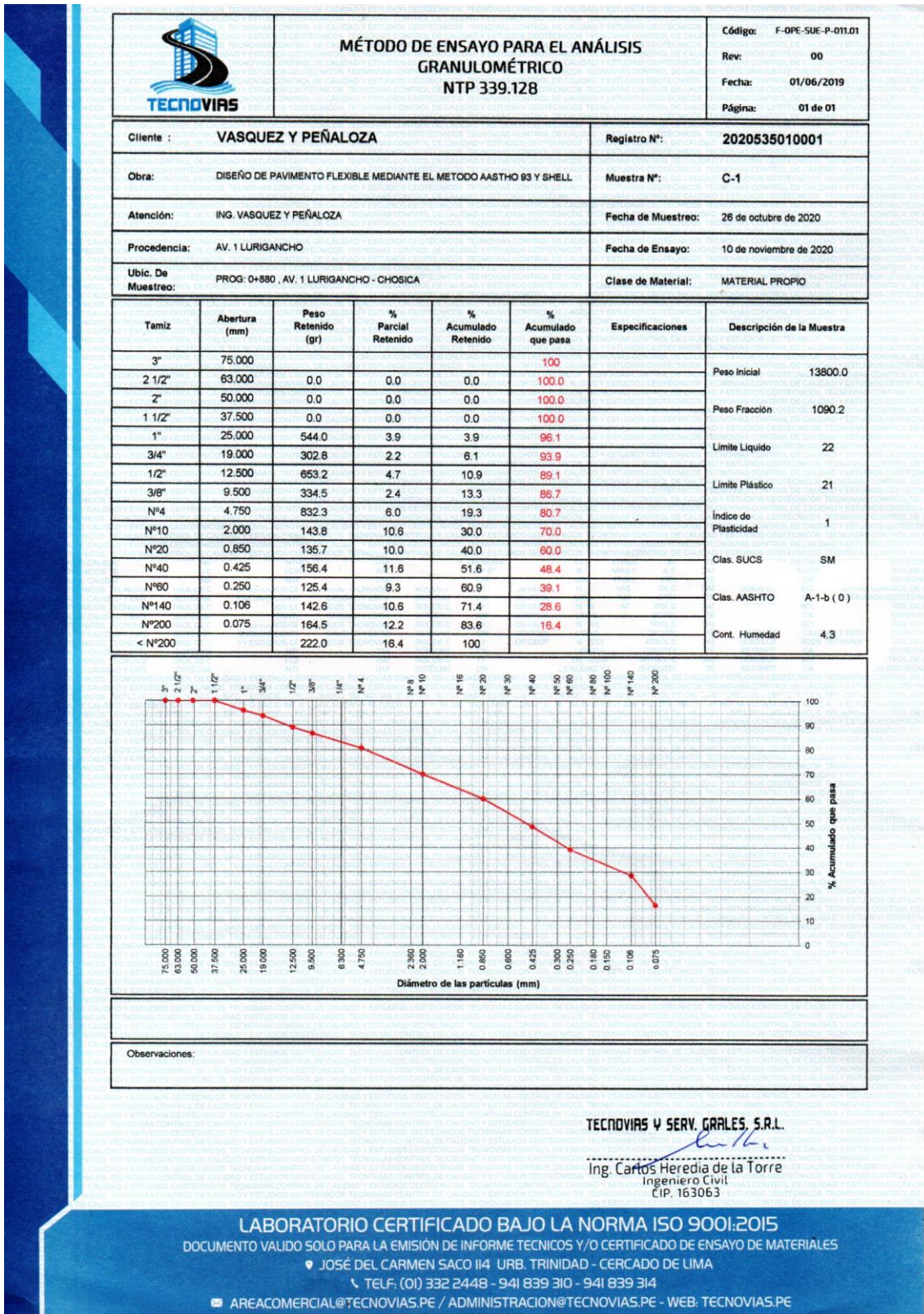
CONTEO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: A-1 Antigua - San Domingo
 FECHA: 4 de octubre 2020
 DIA: Domingo


HORA	AUTO	PICUP	CAMIONETAS	CAMION	MICO	ZE	BUS	MOTOCICLO	CAMION		SEMI TRAYER		TRAYER		TOTAL
									3E	4E	2E1	2E2	2E3	2E4	
DIAGRAMA VEH.															
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															
TOTAL	416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	416

H de octubre - Domingo 2020

Anexo 6: estudio de suelo calicata 1 análisis granulométrico




Anexo 7: estudio de suelo calicata 2 análisis granulométrico NTP339.128.



MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128

Código: F-OPE-SUE-P-011.01
 Rev: 00
 Fecha: 01/06/2019
 Página: 01 de 01



CONTROL DE CALIDAD
C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2016

F-OPE-SUE-P-019.01
 Revisión: 0
 Fecha: 21/02/2019
 Página: 1 de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOM. DEL PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL

CLIENTE : ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA

SOLICITANTE : VASQUEZ Y PEÑALOZA

UBICACIÓN DEL PROYECTO : AV. L LURIGANCHO CHOBICA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: MATERIAL PROPIO **N° de Registro:** 2020535010002

Sondaje : **Fecha de Recepción :** 26 DE OCTUBRE DEL 2020

Calicata-Muestra : C-1, PROG D-800 **Fecha de Ensayo :** 11 DE NOVIEMBRE DEL 2020

Profundidad : 0.00-1.50m


	MOLDE N° 5		MOLDE N° 6		MOLDE N° 7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compacción						
Peso molde + suelo húmedo (g)	13040	13150	12900	12790	12870	12980
Peso de molde (g)	8097	8097	8040	8040	8334	8334
Peso del suelo húmedo (g)	4943	5053	4860	4750	4536	4646
Volumen del molde (cm³)	2210	2210	2238	2238	2225	2225
Densidad húmeda (g/cm³)	2.237	2.286	2.172	2.122	2.038	2.088
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	459.80	505.50	422.40	534.70	594.60	581.20
Tara + Suelo seco (g)	433.00	460.00	390.00	480.00	548.00	520.00
Peso del Agua (g)	26.80	45.50	32.40	54.70	46.60	71.20
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	433.00	460.00	390.00	480.00	548.00	520.00
Humedad (%)	6.19	9.89	8.31	11.40	8.50	13.69
Densidad seca (g/cm³)	2.106	2.081	2.005	1.905	1.879	1.837

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%


PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm²	MOLDE N° 5			MOLDE N° 6			MOLDE N° 7		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	Dial (div.)	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	%
0.00	0	0.0		0	0.0		0	0.0		
0.64	58	2.9		45	2.2		28	1.4		
1.27	127	6.3		105	5.2		70	3.5		
1.91	213	10.6		165	8.2		108	5.4		
2.54	70.31	285	14.2	20.22	227	11.3	15.97	158	7.9	11.76
3.81		418	20.8		333	16.6		228	11.3	
5.08	105.46	543	27.0	28.19	427	21.2	20.43	317	15.8	15.37
6.35		667	33.2		511	25.4		377	18.7	
7.62		755	37.5		570	28.3		430	21.4	
8.89										
10.16										
11.43										
12.70										

TECNOVIAS Y SERV. GRALES. S.R.L.

Ing. Carlos Heredia de la Torre
 Ingeniero Civil
 CIP. 16306

LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015
 DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISION DE INFORME TECNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES
 JOSE DEL CARMEN SACO 114 URB. TRINIDAD - CERCAO DE LIMA
 TELF. (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314
 AREACOMERCIAL@TECNOVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNOVIAS.PE - WEB: TECNOVIAS.PE

Anexo 8: estudio de suelo calicata 1 CBR (MTC E123-2016)



CONTROL DE CALIDAD

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132-2016

F-OPE-SUE-P-019.01

Revisión: **0**

Fecha: **21/02/2019**

Página: **1 de 1**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOM. DEL PROYECTO : **DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL**

CLIENTE : **VASQUEZ Y PEÑALOZA**

SOLICITANTE : **ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA**

UBICACION DEL PROYECTO : **AV. 1 LURIGANCHO**

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: **MATERIAL PROPIO**

Sondaje : **C-1 , PROG: 0+880**

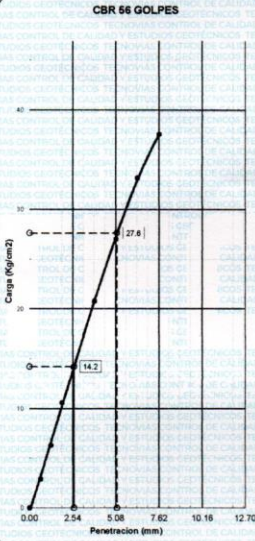
Profundidad : **0.00-1.50m**

N° de Registro : **2020535010002**

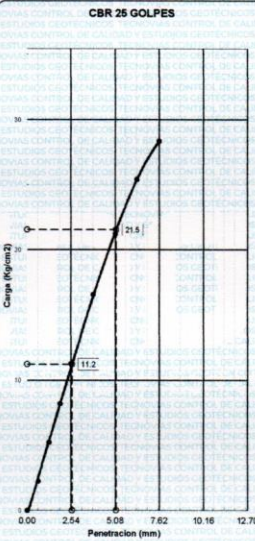
Fecha de Recepción : **26 DE OCTUBRE DEL 2020**

Fecha de Ensayo : **11 DE NOVIEMBRE DEL 2020**

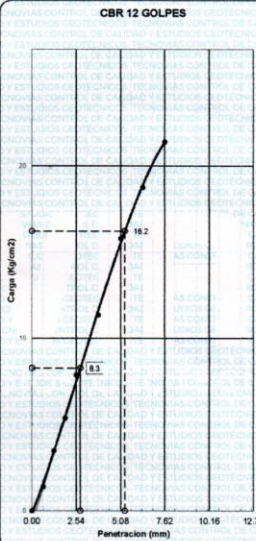
CBR 56 GOLPES



CBR 25 GOLPES



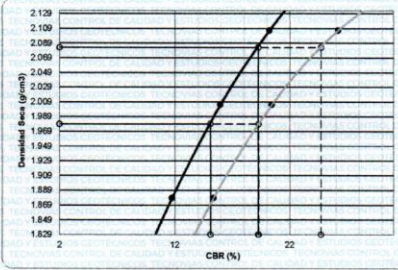
CBR 12 GOLPES



C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1":	19.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1":	15.1
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2":	24.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2":	19.3

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.083	g/cm ³
Humedad Opt.	8.2	%

Observaciones: Celda de Carga



TECNOVIAS Y SERV. GRALES. S.R.L.

Ing. Carlos Heredia de la Torre


Ing. Carlos Heredia de la Torre
Ingeniero Civil
Eip. 163063

LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015

DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISION DE INFORME TECNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES

● JOSÉ DEL CARMEN SACO 114 URB. TRINIDAD - CERCADO DE LIMA
 ☎ TELF: (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314
 ✉ AREACOMERCIAL@TECNOVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNOVIAS.PE - WEB: TECNOVIAS.PE

Anexo 9: estudio de suelo calicata 2 CBR (MTC E123-2016)



CONTROL DE CALIDAD

C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)
MTC E 132-2016

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

F- OPE-SUE-P-019.01

Revisión: 0

Fecha: 21/02/2019

Página: 1 de 1

NOM. DEL PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL

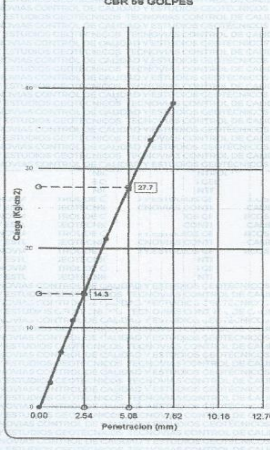
CLIENTE : VASQUEZ Y PEÑALOZA

SOLICITANTE : ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA **UBICACIÓN DEL PROYECTO :** AV. 1 LURIGANCHO

DATOS DE LA MUESTRA

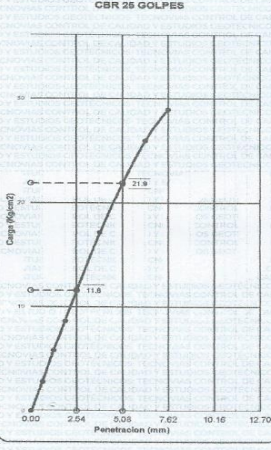
Cantera:	MATERIAL PROPIO	N° de Registro :	2020535010002
Sondaje :		Fecha de Recepción :	26 DE OCTUBRE DEL 2020
Calicata-Muestra :	C-2, PROG: 0+060	Fecha de Ensayo :	11 DE NOVIEMBRE DEL 2020
Profundidad :	0.00-1.50m		

CBR 60 GOLPES

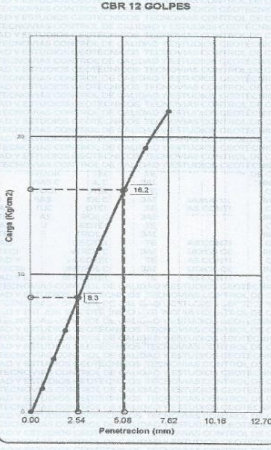


C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.1" :	17.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.1" :	14.9
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	0.2" :	21.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S.	0.2" :	18.8

CBR 25 GOLPES

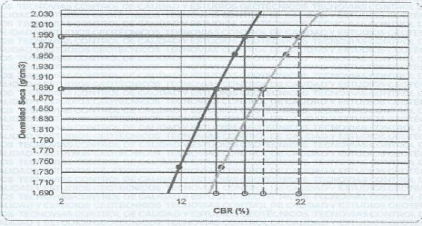


CBR 12 GOLPES



Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.987	g/cm ³
Humedad Opt.	10.6	%

Observaciones: Calde de carga



TECNOVIAS Y SERV. GRALES- S.R.L.

Ing. Carlos Heredia de la Torre

Ingeniero Civil

CIP. 163063

LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015

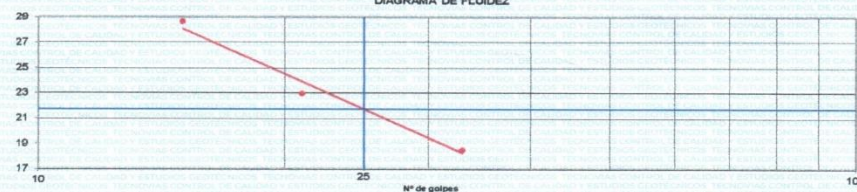
DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISION DE INFORME TECNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES

♦ JOSÉ DEL CARMEN SACO II4 URB. TRINIDAD - CERCADO DE LIMA


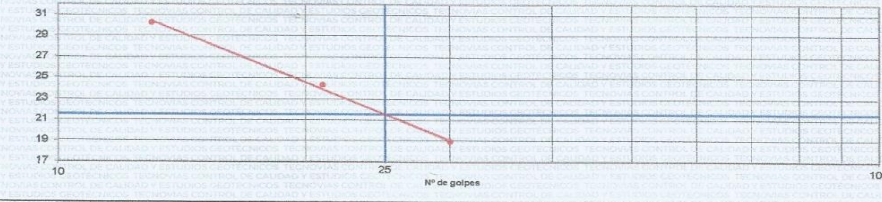
TEL. (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314

✉ AREACOMERCIAL@TECNOVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNOVIAS.PE - WEB. TECNOVIAS.PE


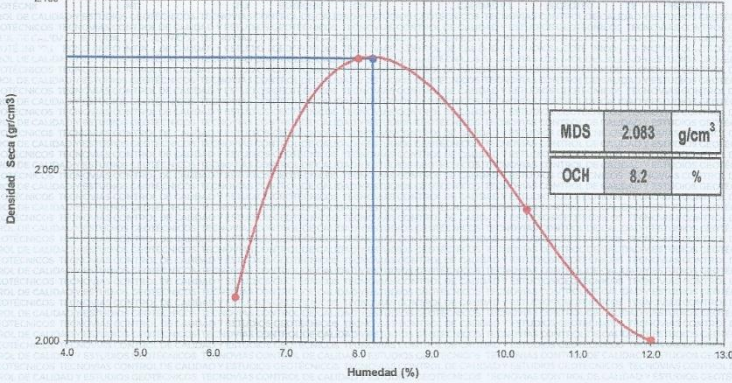
Anexo 10: limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelo NTP 339.129 calicata 1.

		LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS NTP 339.129		Edific: F-09E-SUE-P-014.01 Rev: 00 Fecha: 06/08/2018 Página: 01 de 01
Cliente :	VASQUEZ Y PEÑALOZA	Registro N°:	2020535010001	
Obra:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL	Muestra N°:	C-1	
Atención:	ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA	Fecha de Muestreo:	26 de octubre de 2020	
Procedencia:	AV. 1 LURIGANCHO	Fecha de Ensayo:	10 de noviembre de 2020	
Ubic. De Muestreo:	PROG: 0+880, AV. 1 LURIGANCHO - CHOSICA	Clase de Material:	MATERIAL PROPIO	
LIMITE LIQUIDO				
Prueba N°	1	2	3	4
Recipiente N°	30	31	29	
N° de golpes	15	21	33	
Recipiente + Suelo Húmedo	35.70	27.00	30.12	
Recipiente + Suelo Seco	30.80	24.50	27.70	
Peso del Agua (gr)	4.90	2.50	2.42	
Peso de Recipiente	13.70	13.60	14.60	
Peso de Suelo Seco (gr)	17.10	10.90	13.10	
% de Humedad	28.65	22.94	18.47	
LIMITE PLÁSTICO				
Prueba N°	1	2	3	4
Recipiente N°	22	23		
Recipiente + Suelo Húmedo	29.02	24.06		
Recipiente + Suelo Seco	27.95	22.85		
Peso del Agua (gr)	1.07	1.21		
Peso de Recipiente	22.82	17.04		
Peso de Suelo Seco (gr)	5.13	5.81		
% de Humedad	20.86	20.83		
DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
				
Limite Liquido	22	Limite Plástico	21	Índice de Plasticidad
				1
Observaciones :				
TECNVIAS Y SERV. GRALES. S.R.L. Ing. Carlos Heredia de la Torre Ingeniero Civil CIP. 163063				
LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015 DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISION DE INFORME TECNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES JOSÉ DEL CARMEN SACO II4 URB. TRINIDAD - CERCADO DE LIMA TELF: (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314 AREACOMERCIAL@TECNVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNVIAS.PE - WEB: TECNVIAS.PE				


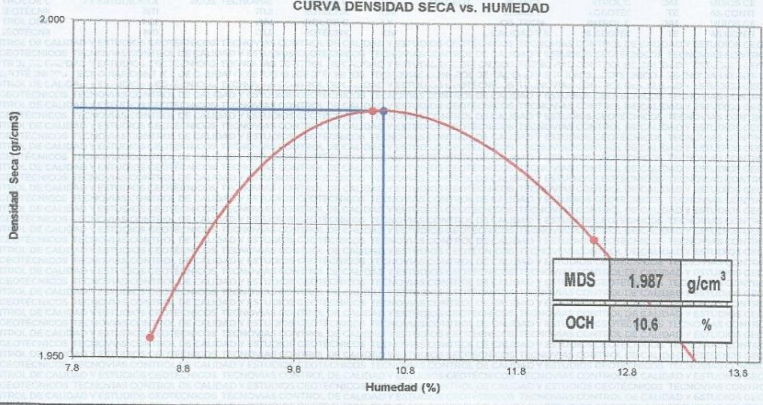
Anexo 11: limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelo NTP 339.129 calicata 2.

		LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS NTP 339.129		Código: F-OPE-SUE-P-014.01 Rev: 00 Fecha: 06/08/2018 Página: 01 de 01	
Cliente :	VASQUEZ Y PEÑALOZA			Registro N°:	2020535010002
Obra:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL			Muestra N°:	C-2
Atención:	ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA			Fecha de Muestreo:	26 de octubre de 2020
Procedencia:	AV. 1 LURIGANCHO			Fecha de Ensayo:	10 de noviembre de 2020
Ublc. De Muestreo:	PROG: 0+060, AV. 1 LURIGANCHO - CHOSICA			Clase de Material:	MATERIAL PROPIO
LIMITE LIQUIDO					
Prueba N*	1	2	3	4	
Recipiente N°	30	31	29		
N° de golpes	13	21	30		
Recipiente + Suelo Húmedo	29.10	20.50	28.57		
Recipiente + Suelo Seco	25.50	19.17	26.30		
Peso del Agua (gr)	3.60	1.33	2.27		
Peso de Recipiente	13.60	13.70	14.30		
Peso de Suelo Seco (gr)	11.90	5.47	12.00		
% de Humedad	30.25	24.31	18.92		
LIMITE PLÁSTICO					
Prueba N*	1	2	3	4	
Recipiente N°	22	23			
Recipiente + Suelo Húmedo	28.20	28.13			
Recipiente + Suelo Seco	27.27	28.20			
Peso del Agua (gr)	0.93	1.93			
Peso de Recipiente	22.82	17.04			
Peso de Suelo Seco (gr)	4.45	9.16			
% de Humedad	20.80	21.07			
DIAGRAMA DE FLUIDEZ					
					
Limite Líquido		Limite Plástico		Índice de Plasticidad	
22		21		1	
Observaciones :					
TECNOVIAS Y SERV. GRALES. S.R.L. Ing. Carlos Heredia de la Torre Ingeniero Civil EIP. 163063					
LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015 DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISION DE INFORME TECNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES JOSÉ DEL CARMEN SACO 114 URB. TRINIDAD - CERCADO DE LIMA TLF: (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314 AREACOMERCIAL@TECNOVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNOVIAS.PE - WEB: TECNOVIAS.PE					

Anexo 12: compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada NTP339.141 calicata 1

		COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141		Código: F-OPE-SUE-P-019.01 Rev: 01 Fecha: 01/06/2019 Página: 01 de 01		
Cliente : VASQUEZ Y PEÑALOZA			Registro N°: 2020535010001			
Obra: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL			Muestra N°: C-1			
Atención: ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA			Fecha de Muestreo: 26 de octubre de 2020			
Procedencia: AV. 1 LURIGANCHO			Fecha de Ensayo: 10 de noviembre de 2020			
Ubic. De Muestreo: PROG: 1+450, AV. 1 LURIGANCHO - CHOSICA			Clase de Material: MATERIAL PROPIO			
COMPACTACION						
Prueba N°	1	2	3	4	5	
N° de capas	5	5	5	5	5	
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56	
Peso del Molde + Suelo Compactado (gr.)	6235	6339	6338	6330		
Peso del Molde (gr.)	4217	4217	4217	4217		
Peso del Suelo Compactado (gr.)	2018	2122	2121	2113		
Volumen del Molde (cm ³)	943	943	943	943		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.140	2.250	2.249	2.241		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	
Tara + Suelo Húmedo (gr.)	536.4	557.9	565.1	569.2		
Tara + Suelo Seco (gr.)	504.8	516.4	512.3	508.4		
Peso del Agua (gr.)	31.6	41.5	52.8	60.8		
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de Suelo Seco (gr.)	504.8	516.4	512.3	508.4		
Contenido de Humedad (%)	6.3	8.0	10.3	12.0		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.013	2.083	2.039	2.001		
CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD						
						
Observaciones : MÉTODO: A						
TECNIVIAS Y SERV. GRALES. S.R.L. Ing. Carlos Heredia de la Torre Ingeniero Civil EIP: 163063						
LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015 DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISIÓN DE INFORME TÉCNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES JOSÉ DEL CARMEN SACO 114 URB. TRINIDAD - CERCADO DE LIMA TELF. (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314 AREACOMERCIAL@TECNIVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNIVIAS.PE - WEB: TECNIVIAS.PE						

Anexo 13: compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada NTP339.141 calicata 2

		COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA NTP 339.141		Código: F-OPE-SUE-P-019.01 Rev: 01 Fecha: 01/06/2019 Página: 01 de 01	
Cliente :	VASQUEZ Y PEÑALOZA	Registro N°:	2020535010002		
Obra:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASTHO 93 Y SHELL	Muestra N°:	C-2		
Atención:	ING. VASQUEZ Y PEÑALOZA	Fecha de Muestreo:	26 de octubre de 2020		
Procedencia:	AV. 1 LURIGANCHO	Fecha de Ensayo:	10 de noviembre de 2020		
Ubic. De Muestreo:	PROG. 0+060, AV. 1 LURIGANCHO - CHOSICA	Clase de Material:	MATERIAL PROPIO		
COMPACTACION					
Prueba N°	1	2	3	4	5
N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso del Molde + Suelo Compactado (gr.)	6215	6288	6305	6301	
Peso del Molde (gr.)	4217	4217	4217	4217	
Peso del Suelo Compactado (gr.)	1998	2071	2088	2084	
Volumen del Molde (cm³)	943	943	943	943	
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.118	2.196	2.214	2.210	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	5
Tara + Suelo Húmedo (gr.)	785.0	555.0	495.2	914.2	
Tara + Suelo Seco (gr.)	723.4	502.4	440.0	803.5	
Peso del Agua (gr.)	61.6	52.6	55.2	110.7	
Peso de Tara (gr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de Suelo Seco (gr.)	723.4	502.4	440.0	803.5	
Contenido de Humedad (%)	8.5	10.5	12.5	13.8	
Densidad Seca (gr/cm³)	1.953	1.987	1.968	1.942	
CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD					
					
Observaciones : MÉTODO: A					
TECNOVIAS Y SERV. GRALES. S.R.L. Ing. Carlos Heredia de la Torre Ingeniero Civil CIP. 163063					
LABORATORIO CERTIFICADO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015 DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISIÓN DE INFORME TÉCNICOS Y/O CERTIFICADO DE ENSAYO DE MATERIALES ♦ JOSÉ DEL CARMEN SACO 114 URB. TRINIDAD - CERCADO DE LIMA TLF: (01) 332 2448 - 941 839 310 - 941 839 314 ✉ AREACOMERCIAL@TECNOVIAS.PE / ADMINISTRACION@TECNOVIAS.PE - WEB: TECNOVIAS.PE					

Anexo 14: calicata



Anexo 15: ensayo en laboratorio .

