



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando  
el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Suica Macazana, Jesus Andres (ORCID: 0000-0001-6616-8883)

**ASESOR:**

Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

El presente informe de investigación está dedicado principalmente a toda mi familia, a mi padre Jesús y a mi madre Zenobia por siempre apoyarme durante mi carrera, para mis hermanos Bruno, Eduardo y hermanas Fernanda Nicol, también a mis abuelos por ayudarme emocionalmente a mi enamorada Jamely que me apoyo en este tiempo moralmente, también mis amigos y compañeros de la universidad que me ayudaron en la vida universitaria

### **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a la Universidad Cesar Vallejo por todo lo que me enseñó durante toda mi carrera universitaria, a mis compañeros y amigos, Renzo también mis docentes que me brindaron su apoyo, sus consejos y me motivaron para seguir adelante en todo este tiempo de estudio, a mi asesor Ing. José Luis Benites Zuñiga por los consejos y recomendaciones para llevar a cabo este proyecto de investigación.

## Índice de Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de Gráficos Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables, Operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos Éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V.DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	58



## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Numero de Punto de Investigación.....	22
<b>Tabla 2</b> Relación de Calicatas Ejecutadas.....	31
<b>Tabla 3</b> Clasificación de Suelos.....	31
<b>Tabla 4</b> Proctor Modificado (ASTM D – 1557).....	32
<b>Tabla 5</b> Capacidad de soporte – Prof. 1.50 m.....	32
<b>Tabla 6</b> Resumen de conteo vehicular.....	34
<b>Tabla 7</b> Numero de Ejes Equivalentes.....	35
<b>Tabla 8</b> Número Estructural Calculado.....	35
<b>Tabla 9</b> Diseño Aashto 93.....	37
<b>Tabla 10</b> Diseño Mecanistico Empírico.....	37
<b>Tabla 11</b> Estructuras de Diseños.....	38
<b>Tabla 12</b> Metrado de Av. Cordillera Blanca.....	40
<b>Tabla 13</b> Ejemplo Análisis de Precios Unitarios.....	40
<b>Tabla 14</b> Presupuesto Aashto 93.....	41
<b>Tabla 15</b> Presupuesto Mecanistico Empírico.....	41
<b>Tabla 16</b> Comparación de Presupuestos.....	42
<b>Tabla 17</b> Ejemplo para obtener la cantidad de Días.....	43
<b>Tabla 18</b> Comparación de Cronogramas.....	44

## Índice de Gráficos Figuras

Figura 1 Mapa de Región Lima	Figura 2 Mapa Político del Perú .....	26
Figura 3 Mapa de Distritos de Lima	Figura 4 Ubicación del Distrito de Chorrillos .....	27
Figura 5 Distrito de Chorrillos .....		28
Figura 6 Distrito de Chorrillos Google Maps.....		29
Figura 7 Excavación de calicatas 1	Figura 8 Excavación de calicatas 2 .	30
Figura 9 Conteo vehicular 1	Figura 10 Conteo vehicular 2.....	34
Figura 11 Formula de Método Aashto 93 .....		35
Figura 12 Número Estructural en nomograma según AASHTO 93 .....		36
Figura 13 Diseño de capas del Pavimento Aashto 93.....		37
Figura 14 Pavimento Flexible Mecanistico – Empírico .....		38
Figura 15 Metrados en campo 1	Figura 16 Metrados en campo 2	39
Figura 17 Cronograma con Método Aashto 93.....		43
Figura 18 Cronograma con Método Mecanistico Empírico.....		44
Grafico 1 Proctor Modificado .....		32
Grafico 2 Análisis de CBR .....		33
Grafico 3 Resumen de Conteo Vehicular .....		34
Grafico 4 Comparación de Estructuras de Diseño .....		38
Grafico 5 Comparación Presupuesto Aashto 93 y Mecanistico Empirico .....		42
Grafico 6 Comparación de cronogramas.....		44
Grafico 7 Comparación de Diseño Aashto 93 y Mecanistico Empirico .....		46
Grafico 8 Comparación de Presupuestos Aashto 93 y Mecanistico Empirico ..		47
Grafico 9 Cronogramas de Diseños .....		48

## Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo general realizar el estudio comparativo de diseño pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánico-Empírico en cuanto diseño estructural de capas, presupuestos, en Cronograma de programación, para determinar un diseño óptimo de pavimento flexible en la Av. Cordillera Blanca. En esta investigación es aplicada se usó el método no experimental de corte transversal y con diseño correlacional, se realizó una recolección de datos realizados en laboratorio, en campo e informes técnicos. Se obtuvo como resultado Método Aashto 93 y Mecánico Empírico, podemos observar que tiene mucha variación en cada capa de la estructura comenzando con la carpeta asfáltica con variación de estas de 2.5 cm, en cuanto sub base y base la diferencia de 10 cm en ambas capas, en el ámbito económico el método Mecánico tiene un costo mayor de 8 % más que el método Aashto 93 y cuanto a cronograma se obtuvo una diferencia de 9 días siendo en mayor duración el Mecánico Empírico. Como conclusión se llegó a obtener cual sería un diseño óptimo en el cual el Aashto 93 es el más conveniente ya que esta avenida no cuenta con un nivel alto de tráfico.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, método Aashto 93 y Mecánico Empírico.

## **Abstract**

The general objective of this research report was to carry out the comparative study of flexible pavement design using the AASHTO 93 and Mechanical-Empirical Method in terms of structural design of layers, budgets, in the Programming Schedule, to determine an optimal flexible pavement design in the Av. Cordillera Blanca. In this applied research, the non-experimental cross-sectional method was used and with a correlational design, a data collection was carried out in the laboratory, in the field and technical reports. The result was Aashto 93 Method and Empirical Mechanistic, we can see that there is a lot of variation in each layer of the structure starting with the asphalt layer with variation of these of 2.5 cm, as sub base and base the difference of 10 cm in both layers In the economic sphere, the Mechanistic method has a cost greater than 8% more than the Aashto 93 method and in terms of schedule, a difference of 9 days was obtained, the Empirical Mechanistic being the longest. As a conclusion, it was reached to obtain an optimal design in which Aashto 93 is the most convenient since this avenue does not have a high level of traffic.

**Keywords:** Flexible pavement, Aashto 93 method and Empirical Mechanistic.

## I. INTRODUCCIÓN

En el planeta una red vial pavimentada es de vital importancia en todos los países, en lo cual es la principal fuente de comunicación que podemos tener hoy en día. Las redes viales de carreteras son uno de los principales medios para el desarrollo económico, social y cultura de todos los países en lo cual se encargan de conectar los departamentos, ciudades, incluso países llevando el desarrollo del comercio, crecimiento socio-cultural, aumentando la expansión de diferentes tipos de comercio, la factibilidad de viajar y dirigirse de un lugar a otro. Con esto podemos decir que las redes viales es uno de los medios que más influye en el desarrollo de cada país o cualquier lugar del mundo estas redes viales pueden determinar los avances y crecimiento que tienen cada localidad.

En el **Perú** la infraestructura vial ha mejorado en los últimos años, hemos podido observar que gracias al mejoramiento de la infraestructura vial se han abierto nuevas líneas de transporte y también nuevas carreteras para el transporte público lo cual crean nuevas condiciones para el desarrollo económico obteniendo ventajas y oportunidades para cada ciudad o región del país.

Actualmente las personas tienen la necesidad de dirigirse a distintas partes de su localidad, región o cualquier parte del país, para poder desarrollar diversas actividades tanto laboral, social, de estudio y cultural entonces podemos identificar que los seres humanos buscan alternativas viales y medios de transporte para trasladarse de un lugar a otro esto es esencial para las personas, pero no todos tienen una buena infraestructura vial esto afectaría en el desarrollo si tienen dificultades a la hora de transitar o trasportarse.

También según Ipsos, Estadística poblacional, (2018) Sabemos que la población ha tenido un crecimiento los últimos años, en lo cual podemos demostrar y certificar estimaciones de la población así mismo datos sociales, democráticos y económicos en nuestro País. El dato poblacional es supervisado globalmente, por cada departamento del país, reconocidas ciudades, también los distritos de Lima. En el 2018 se proyectó más de 32 millones de personas en el país, donde el 78.2 % es parte del área urbana del país y el 32.2 % pertenece a Lima. Podemos entender que en Lima Metropolitana hubo mucho crecimiento en la población pero son en las zonas rurales como Urbanizaciones y Asentamientos Humanos, los que no cuentan con todas las habitaciones urbanas. Según

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma GH. 020, Componentes de Diseño Urbano Artículo 1, nos dice; las partes de diseño para las construcciones en terrenos urbanos están a disposición del público y los espacios de vivienda son para ser construidos. Todas las áreas públicas están estructurados por las redes viales para el tránsito de las personas y vehículos. Las propiedades a edificar se refieren a los terrenos de área libre para su edificación cumpliendo la norma técnica.

En el Distrito de **Chorrillos** con dirección al sur cerca por la carretera Panamericana Sur, está ubicado una Urbanización joven con el nombre de Las Delicias de Villa que no cuenta con todas las habilitación Urbanas, una de estas es la de Infraestructura vial gran parte de sus calles no están pavimentadas así mismo las pocas avenidas pavimentadas están deterioradas y cuentan con fallas, fisuras y desprendimiento del asfaltado, de igual manera carecen de veredas esto afecta en la movilización vehicular y de las personas causando el desorden al mal uso del tránsito, a la vez con lleva la contaminación ambiental por medio de los mismos pobladores y residentes que votan los desperdicios y residuos de construcción en los pasajes y calles de la zona. La contaminación del medio ambiente producidas por el levantamiento de polvo, esto lleva que las personas con el paso del tiempo tengan enfermedades respiratorias, enfermedades en la piel y otras enfermedades.

Para este problema que se viene presentando en la Urbanización de las Delicias de Villa se propone diseñar la estructura de las calles para mejorar accesos y la transpirabilidad de vehículos, personas y visitantes, así mismo el bienestar de los las personas y generaciones futuras, esto ayudara a que las calles sean más transitables y limpias, a que mejoren los espacios libres y las áreas verdes, que los vecinos crezcan como urbanización a su vez traerá mayor comercio.

La presente de investigación propone realizar un estudio comparativo de dos metodologías de diseño, utilizando la Metodología AASHTO-93 y la Metodología Mecánico-Empírico, en lo cual tendrá que hacer los estudios de ingeniería necesarios, se tendrá que realizar los estudios de suelos, estudios climatológicos, ambientales, estudio de tráfico. Para poder proponer el diseño de pavimentación en con las Guías de Diseño de pavimento AASHTO y normas de RNE Pavimentos Urbanos.

## **Problema general**

¿Cómo evaluar el estudio comparativo de diseño pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos-2020?

## **Problema Específico**

¿Cuál será la diferencia de los espesores de la estructura pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos-2020?

¿Cuál será la diferencia entre los presupuestos del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos-2020?

¿Cuál será la diferencia entre los cronogramas de ejecución del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos-2020?

**Justificación Social** este proyecto de investigación es muy importante para poder diseñar la estructura del pavimento de la 3era Zona Las Delicias de Villa Chorrillos, lo cual actualmente no existe, esto será beneficio para los habitantes de esta población tendrán una mejor calidad de vida y mejor accesibilidad hacia sus hogares, mejora en el tránsito vehicular y peatonal, de tal sentido tendrán la seguridad y confort de los usuarios. Esto también ayudaría a que las personas no sufran con enfermedades respiratorias causadas por la contaminación existente, ocasionados por los vehículos al transitar dicho lugar.

**Justificación Práctica.** El proyecto ayudara a resolver problemas que se viene presentando con el desorden de tráfico y la mala práctica de circulación de vehículos y peatones.

**Justificación Teórica** Por otro lado, académicamente se aplicará procedimientos y metodologías para realizar el diseño de la estructura de pavimento como la metodología del AASHTO 93 y Método Mecánico Empírico con la finalidad de obtener un diseño más viable para el diseño estructural de la 3era zona de las Delicias de Villa Chorrillos.

**Justificación metodológica.** Para este proyecto se realizaron la recolección de datos insitu, realizando instrumento como un conteo vehicular y tablas

estadísticas que nos ayudara con el desarrollo del proyecto y también para analizar cómo se ira desarrollando el proyecto de investigación

### **Objetivo general**

Realizar el estudio comparativo de diseño pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos 2020.

### **Objetivos específicos**

Realizar la comparación de la estructura del pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos-2020

Realizar la diferencia de los presupuestos del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos-2020

Realizar la diferencia de los cronogramas de ejecución del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos-2020

### **Hipótesis general**

El estudio comparativo empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico logra un diseño óptimo para el diseño de pavimento flexible Chorrillos-2020.

### **Hipótesis específicos**

La comparación de la estructura del pavimento ayudará a desarrollar el diseño de pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos-2020.

La comparación de los presupuestos ayudará a determinar el costo del diseño del pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos-2020

La comparación del cronograma ayudará a determinar el tiempo en el diseño de pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánistico-Empírico, Chorrillos-2020



## II. MARCO TEÓRICO

Huallpa & Estrada, (2019) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil “*Optimización del diseño de un pavimento alternativo mediante la aplicación del método mecanístico empírico MEPDG para la avenida Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca 2019*”, de la Universidad peruana Unión. Tuvo como **objetivo** diseñar el pavimento y a su vez perfeccionar utilizando la metodología mecanístico empírico considerando los factores y parámetros del clima, tránsito vehicular, capacidad portante de la zona, **estudio** pretende predecir el desempeño de pavimento utilizando la simulación de modelos de predicción, la **población** pavimentos flexibles, como **muestra** la Av. Circunvalación Este, tramo Ovalo Pedro Vilcapaza – Av. Las Américas (progresiva 00+000 hasta 01+000 km)”, **instrumentos** ficha de resumen de resultados Software MEPDG, fichas de información climatológica ficha de conteo vehicular, ficha para la configuración de ejes gráficamente, **concluyo** por lo que se ha visto conveniente emplear para el diseño de pavimento el método MEPDG, ya que este evalúa las estimaciones de las consecuencias que presentara por las nuevas condiciones de carga (espectros de carga), considera una mayor efectividad en el uso de los materiales.

Briceño & Narcizo, (2019) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil “*Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO-93 y la del instituto del asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, la libertad 2019*”, de la Universidad Privada Antenor Orrego, su **objetivo** fue realizar el análisis y comparación, para el diseño las estructuras del pavimento empleando la metodología Aashto 93 y del Instituto del Asfalto , **estudio** con un levantamiento topográfico para el estudio también se realizó la mecánica de suelos lo cual ayudaran con la determinación de las variables de diseño por lo tanto realizaron la definición de las mediciones estructurales que conformara el pavimento flexible, la **población** red vial de la sierra Liberteña, **muestra** red vial de la Provincia de Julcan, La Libertad, **concluyo** se concluye, que la alternativa recomendable para las características del Camino vecinal de Chuan Parte Baja a Julcán, es modelo estructural del pavimento, realizando el método de la AASHTO-93 ya que con el método de

ecuación tiene a presentar una mayor precisión en sus cálculos.

**Terrones, (2018)** en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil "***Diseño estructural del Pavimento Flexible utilizando Método AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas -Piura***" de la Universidad Cesar Vallejo, tiene como **Objetivo** primordial diseñar el paquete estructural de pavimento flexible con la metodología AASHTO 93 para las calles mencionadas en el título, **estudio** de las particularidades del tráfico vehicular, el estudio suelo en lo cual se obtuvieron datos del CBR= 20.6 donde está en un 95% con un 0.1" de penetración, **población** viene siendo las avenidas de la Cuarta Etapa donde están ubicadas las calles I J, **muestra** serán las Calles I y J, **instrumentos** las fichas técnicas, las mallas de la metodología AASHTO 93, fichas de laboratorio, **concluyo** el pavimento rígido tuvo una variación en el ámbito técnico en lo cual una variación de es la disminución en el mantenimiento a lo largo del periodo de diseño a diferencia del otro tipo de pavimento que solicita un mayor mantenimiento para prevenir su deterioro.

**Saldaña, (2013)** En su tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería "***Estudio Comparativo de la Sensibilidad de la Metodología de Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles: Método AASHTO 93 y ME-PDG***", de la **Pontificia Universidad Católica de Chile**, **objetivo** es identificar una solución para emplear el nuevo método de diseño empírico mecanístico así mismo expresa la deficiencia de ensayos y teorías del método aashto 93 , **estudio** suelo estándar definido con un CBR de 8 %, las condición del clima fueron tomadas del sur de Chile de la ciudad de Chillan , en la recopilación de datos para el cálculo de clasificación vehicular se tomaron los datos de 4 estaciones de peajes de la zona más cercanas de la ciudad, esta información viene siendo proporcionada por el Ministerio de Obras públicas realizadas del año 2012, **concluye** que los dos métodos tienen una convergencia en la vida útil del pavimento también dice que ambos métodos no se pueden realizar la comparación entre los dos ya que tienen una diferencia entre variables y parámetros en donde el método aashto 93 desenvuelve empíricamente esto hace una negativa ya que el segundo método tiene una modificación, por otro lado se identifica que las estructuras de diseño con bajo tránsito vehicular como

este proyecto presenta espesores menores que los determinados por método aashto 93.

**Pichardo & García, (2014)** en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil *“Estudio Comparativo entre el metodo AASHTO 93 y el metodo C.E.B.T.P para Diseño de Estructura de Pavimento Flexible”* de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, su **objetivo** fue analizar, determinar y comparar el paquete estructural del pavimento que demanda la carretera Naranjo Dulce mediante el método CEBTP y el método AASHTO 93, **estudio** el trabajo de investigación se realizara el estudio de suelos labor de campo calicata, descripción visual, visitas al terreno, recopilacion de muestras para los ensayos en laboratorio de Granulometría, Límites de Atterberg, CBR, **muestra** Carretera Naranjo dulce, **instrumentos** Cámaras Fotográficas, Formularios, Internet, **concluyo** el método (C.E.B.T.P.) es muy práctico, económico, de fácil manejo; toma mucho en cuenta el suelo, (su fundación), tiene una gran ventaja que es aplicado a clima tropicales solamente, lo que facilita nuestro trabajo, pero en comparación con el método AASHTO 93', el CEBTP carece de tomar en cuenta variables importantes que inciden en el pavimento.

**Mena, (2013)** en su tesis para optar el título de Magister de Ingeniería *“Implementación del modelo climático de la MEPDG —AASHTO 2008 en Colombia para tres condiciones climáticas”* de la Universidad de EAFIT Columbia , **objetivo** la realización de un modelo climático para tres clases de pisos térmicos en la ciudad de Colombia empleando el método de diseño mecanístico empírico aashto 2008, **estudio** se concentra en una adaptación para un modelo de forma global así como integral de diseño mecanístico empírico de esta forma utilizamos tres estaciones climatológicas con su piso térmico significativo , se tal formar que podremos tener un cambio en el modelo estructural de pavimentos en el país, con esto poder realizar una creación y de una manera mejorar en el diseño, **concluye** los pasadas metodología de diseño de pavimento no presenta un cambio en los parámetros referentes al clima y tiempo por lo que se puede decir que es estático, se estima que al no tener presente esta variación las estructuras tienen a fallar tempranamente, con la metodología

mecanística empírica utilizando los parámetros de desempeño y confiabilidad se produce una disminución de fallas en las estructuras de tal manera que conlleva un análisis seguro para el diseño de pavimento al igual podemos tener una satisfactoria vida útil.

**Scavone, (2019)** in his thesis requirement for the degree of Master Of Science In Civil Engineer “***Implementation Of A Mechanistic Empirical Pavement Design Method For Uruguayan Roadways***” of the **Virginia Polytechnic Institute and State University**, his **objective** of this Thesis is to develop an MEPDG-based Mechanistic-Empirical pavement design procedure valid for the design of pavements for Uruguayan roads, **study** was also analyzed with CR-ME. This software follows a step-wise approach to the data input process, **instrument** data collection Information on climate, traffic, and pavement materials from Uruguayan Agencies and/or practitioners has been requested in order to develop a library of Level-2, **conclusion** MeDiNa predicts that the trial pavement structure would develop distress to a lesser degree compared both to PitraPAVE and Product-One – both based on the MEPDG, Such a trend aligns with the findings by Dambros Fernandes (2016), who highlighted that the AASHTOWare (a commercial software implementation of the MEPDG) turns out more severe distress predictions (and therefore thicker structures being needed) than the Brazilian M-E design tools.

Concluyendo la herramienta de diseño mecanicista-empírica (M-E) para pavimentos flexibles para uruguayos, ha sido sometido a pruebas preliminares con otro diseño M-E Herramientas (MeDiNa y CR-ME, esta última también presenta un núcleo basado en MEPDG) y el resultado es auspicioso: el grado de angustia predicho por el Producto Uno se parece a las predicciones de CR-ME, pero ambos los paquetes de software difieren con las predicciones de MeDiNa, lo cual no es sorprendente dado que También alentar un mayor desarrollo hacia su mejora de dos maneras, las cuales pueden ser motivos para más investigación:

**Trejos & Avila, (2017)** in his article “***Costa Rica’s Mechanical Empirical Design Software for Flexible Pavements, CRME***” from **National Laboratory of Materials and Structural Models UCR**, his **object** of this research project is

to create a computational tool to design flexible pavement structures by the mechanistic-empirical approach, able to predict the pavement performance through a period of time, to this end, an extensive effort was made to cluster all the efforts developed in Costa Rica for pavement design, **instrument** AASHTOWare Pavement ME Design, **conclusion** The possibility of performing detailed analysis considering mechanistic models will improve the use of resources, making it more efficient and at the same time more economical, the development of the CRME implies a continuous improvement of the tool including more research.

Con la implementación de la guía de diseño CRME, Costa Rica busca superar las deficiencias de métodos tradicionales de diseño empírico, mediante el software AASHTOWare a donde se concluye que esta investigación tendrá nuevas versiones adicionales de la herramienta para dar cuenta de los resultados de diferentes investigaciones relacionadas con las propiedades del material, el desarrollo de daños y el efecto de la humedad y el envejecimiento.

**Xian & Lee, (2017)** in their article “*Ontario's Local Calibration Of The Mepdg Distress And Performance Models For Flexible Roads: A Summary*” from Ministry of Transportation of Ontario, **study** obtaining a calibration database that was later optimized with an address in the Superpave sections also focuses on constant deformation or rutting models, models of failure due to fatigue and agitation, and the IRI models were also analyzed for modification , **database** includes three key parts; pavement sections that are selected for calibration and validation, MEPDG input data of each section for distress and performance prediction, and observed performances data, **instrument** software AASHTOWare **conclusion** the coefficients and parameters were determined to improve the IRI model with the help of the alligator and crack models. On the other hand, in the empirical mechanical design, its complicated fuel analysis is at a higher level than the other models, this Forcing a local calibration to have a dynamic process, expresses that a mayor must take into account study analysis of soil and traffic characteristics and other specific conditions.

Se concluye la calibración local de Ontario ha recorrido un largo camino desde 2010, en los últimos siete años se ha invertido mucho tiempo en el desarrollo y el refinamiento de la base de datos de calibración local, entre ellos, se ha

dedicado mucho trabajo a la identificación de secciones de pavimento adecuadas.

**Garcia, (2015)** en su artículo “*Diseño De Pavimento Asfaltico por el Metodo Aashto-93 Empleando El Software Disaahto-93*” de la Universidad Militar Nueva Granada, **objetivo** es obtener el numeros estructurales de espesores de las capas estructurales una forma mas rapida y segura sin la utilizacion de abacos pertinentes de la metodologia, **muestra** la via ubicada en Tunja Boyaca, esta via tiene una demanda de transito de los cual es una red principal de la cuidad , **instrumento** herramienta computacional DISAASHTO-93, **resultado** se pudo observa que el software es versatil, proporciona mucha ayuda para el diseño de estructuras del pavimento, tambien nos ayuda a recalcular los datos obtenios de manera rapida para un mejor desempeño de utilidad del software, **concluyo** definiendo mediante esta investigacion presenta una manera clara y concisa la implementacion en el metodo aashto 93 de diseño para poder entender facilmente la trabajabilidad del software DISAASHTO-93 en el cual arroja resultados de acuerdo a los valores según la magnitud de cada parametro de la estructura.

**Donelli & otros, (2015)** en su ariticulo “*Evaluación de desempeño por MEPDG: el efecto de diferentes espesores de pavimentos flexibles*” de la Universidad de São Paulo, São Carlos, Brasil, tiene como **objetivo** investigar el efecto que la variación en el grosor del revestimiento, la base y la subbase tiene en las respuestas estructurales del pavimento flexible, así como en su rendimiento durante su vida útil, **estudio** su efecto en las respuestas estructurales y, en consecuencia, en el rendimiento del pavimento se definieron los datos de entrada en el programa informático MEPDG así como la determinación de los criterios de rendimiento de la estructura analizada, siguiendo las pautas de la Guía de dimensionamiento AASHTO 2002, **concluyo** que el análisis permitió verificar que la aparición de grietas longitudinales y grietas por fatiga son mucho más sensibles cuando se varía el espesor del revestimiento de asfalto. Sin embargo, también hubo una cierta sensibilidad cuando se varió el grosor de la base en menor medida, y todavía hubo una disminución en la sensibilidad del defecto de grieta por fatiga en comparación

con las grietas longitudinales.

Rodriguez & Otros, (2017) en su artículo “***Inclusión de confiabilidad en el método de diseño de pavimentos flexibles AASHTO-93 integrando modelos de deterioro de pavimentos***” Universidad Pontificia de Chile , **objetivo** es de calibrar los parámetros y condiciones de materiales, la variabilidad en el proceso de comportamientos de estos, para poder vincular la metodología de diseño para la construcción, los esfuerzos de carga reales y el clima, cuando están en funcionamiento, **estudio** consideramos la variabilidad involucrada en el diseño, construcción, operación y mantenimiento del pavimento, la vida de diseño especificada por el método de diseño, **concluyo** el método permite obtener la seguridad del diseño del pavimento basado en la comparación del periodo de vida del pavimento y la vida útil del diseño del pavimento, considerando ambas variables como variables aleatorias.

**El pavimento flexible** estructura que tiene como agregado capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta integrada con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y aditivos. Se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, apisonado asfáltico, mezclas asfálticas en frío y en caliente.<sup>1</sup>

Está estructurado por capas elaboradas encima de la subrasante de terreno en lo cual soportan y distribuyen los esfuerzos originados por el tráfico vehicular con esto poder mejorar la propiedad de seguridad y transitabilidad. Comúnmente está formado por tres capas, base, sub-base y carpeta de asfalto.

Se designa como un pavimento flexible a aquella estructura que tiene como característica primordial declinarse según el peso sobre dicha estructura. La construcción de estos pavimentos es a base de diversas capas uno sobre otra, el mecanismo de estas capas es poder trasladar el peso sobrepasado de una capa hacia una capa inferior para poder tolerar una carga total.

**Función de Pavimento** el pavimento por lo general está diseñado para dar una eficaz y larga distancia de rodamiento que permita la circulación del tránsito seguro de trasportes, con aceleraciones manejables diseñadas en diferentes parámetros del clima. Existen diferentes diseños de pavimentos y dependerá de los modelos de autos que transitarán”.<sup>2</sup>

**Capa de Rodadura** está ubicada en la parte superficial de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, donde trabaja en sostener directamente el tránsito <sup>3</sup>.

Se encuentra encima de todas las capas que tiene material abetunado puede ser (flexible) o de concreto de (rígido) o adoquinado, cuyo cargo es de soportar el tráfico.

Se encuentra en la superficie sobre las distintas capas que forman un pavimento,

---

1 FINANZAS.Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras, 2015, p.13

2 COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.23

3 COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.23



tiene incorporado agregados rocosos y asfálticos, esta superficie tiene como color negrozco. Su principal cargo es resistir deformaciones y distribuir las cargas del tránsito.

**Base** Ubicada una capa inferior a la capa de rodadura, su principal función es sostener, distribuir y trasladar las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (California Bearing Ratio  $\geq 80\%$ ).<sup>4</sup>

Se encuentra debajo de la carpeta asfáltica, que tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas producidas por los autos de diferentes tipos. La base tendrá componente o ser mejorado con material asfáltico, cal o conglomerante.

Está localizada bajo la carpeta asfáltica, compuesto por materiales estabilizantes, la diferencia entre la capa inferior (subbase), ya que está construido para un mejor resultado para poder retener las cargas del tránsito sin que esta sufra deformaciones y por ello se distribuya las cargas sobre las capas inferiores.

**Sub-Base** es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además esta capa puede ser de material granular (CBR  $\geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.<sup>5</sup>

Esta establecido y determinado con un espesor para su estructura, por lo cual es resistir la base y la capa de rodamiento, esto depende del modelo de diseño que tiene del pavimento así como podría ser de modelo granular.

### **Sub-rasante**

**Presupuesto** una apreciación del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato.<sup>6</sup>

La pronunciación de una hipótesis de valoración de un resultado a un tiempo determinado y establecido.

---

4 COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.23

5 COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.23.

6 SUAREZ, Costo y Tiempo en Edificación, 2002, p.267.

Por lo general el presupuesto se define como una presentación escrita anticipada de los gastos de un proyecto u obra, que está presentado para un determinado tiempo.

**Costos** se le denominada a común en las obras de construcción la participación en el cálculo del Presupuesto de Obra.<sup>7</sup>

**Metrado** es conocido como el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a realizar.<sup>8</sup>

Se refiera a la unidad medición de actividades a realizar estas pueden ser realizadas por una determinada cuadrilla. Los metrados son realizados gracias a los datos obtenidos en las medidas y la lectura de los planos de una obra.

**Cronograma** para la elaboración se requiere de tablas o gráficas que muestren los tiempos de terminación, de iniciación y por consecuente la duración de cada una de las partidas o actividades que forman el proceso en forma independiente.<sup>9</sup>

Es denominado cronograma a un programa de obra que se representa por un documento donde se estima el tiempo de iniciación y termino de ciertas actividades previstas, también puede ser definida como un instrumento para el personal que asegure la realización de las actividades en el tiempo acordado.

**Métodos previos a los ensayos de carreteras** unos de los primeros métodos y ensayos se iniciaron alrededor de la década de 1920. En esos años los diseños de pavimentos de basaban a la experiencia y a la manera del proyectista. En la mitad de los casos los resultados eran buenos, pero cuando se experimentaban en otras zonas de diferente tipo de suelo, distinta variación de tráfico y distinto clima, estos resultados eran inseguros, y la probabilidad de sobre dimensionar o sub dimensionar el pavimento eran muy grandes<sup>10</sup>

---

7 RAMOS, Costos y Presupuestos en Edificaciones 2014, p.253.

8 RAMOS, Costos y Presupuestos en Edificaciones 2014, p.11.

9 SUAREZ, Costo y Tiempo en Edificación, 2002, p.335.

10 CORDO, Diseño de Pavimentos AASHTO-93,2006, p.2

**Método AASHTO 93** este tiene la técnica que está basada en modelos que fueron realizados en función del comportamiento del pavimento, las cargas de los vehículos y el soporte del terreno natural para el cálculo de espesores.<sup>11</sup>

El Método AASHTO 93 se basa en el modelo de pavimento estructural realizando la medición de cada capa estructural, mediante la definición de soporte del terreno de fundación y la carga del tráfico.

**Método Empírico Mecanístico** emplea fundamentos teóricos de la mecánica racional pronosticando la conducta (esfuerzos y deformaciones) de los elementos de la estructura de pavimentos, veredicta a las acciones internas de las cargas del tránsito vehicular y del clima.<sup>12</sup>

Este manual de practica presenta información para guiar a los ingenieros de diseño de pavimento en la toma de decisiones y en la actualización del AASHTOWare Pavement ME Design para el diseño de pavimentos nuevos y rehabilitados.<sup>13</sup>

Este método se desarrolla mediante la predicción de la estructura del pavimento a comportarse según los estudios medidos como los estudios de suelos, en las cargas de la circulación de vehículos y a las condiciones del clima, un punto importante de este método que después de realizar el diseño del pavimento de prueba, realiza la predicción de deterioros fallas, verificando las expectativas el diseño. Esto se realiza mediante el software AASHTOWare.

**Suelo de fundación** componentes que se encuentra determinado debajo de la capa de subrasante y se extiende hasta el límite inferior del abultamiento de presiones de las cargas vehiculares.<sup>14</sup>

El suelo de fundación se le denomina al terreno donde comienza la superficie del suelo, en esta superficie se le transfieren las cargas provocadas del pavimento. Es denominada suelo de fundación a la última capa de la estructura de un pavimento, que por lo general tiene función de mantener compacta al terreno

---

11 COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.152

12 COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.8

13 GERENCIA GUIA DE DISEÑO MECANISTICO-EMPIRICO DE PAVIMENTOS, 2015, p. 1

14 (RNE) en la NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, 2010, p.37

natural.

**Soporte de la Subrasante** es la resistencia de la Capa de Subrasante ha tenido gran efecto en la determinación del espesor total de la estructura de pavimento.<sup>15</sup>

Se refiere a la resistencia portante del terreno o suelo natural, es la relación de capacidad y corte a las deformaciones del material sometiendo a tres pruebas (Compactación, expansión, penetración) para poder obtener la resistencia.

**Ensayo del CBR** Método de ensayo normalizado in-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del Valor Soporte) de suelos.<sup>16</sup>

El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar.<sup>17</sup>

El procedimiento es de optimizar el contenido de humedad para las compactaciones permitida interpretar el (%) en correlación a la resistencia. También es considera un método para el desarrollo de un método Empírico que utiliza las características de carga y deformaciones de las capas granulares del pavimento, esta conlleva a una relación entre la carga que produce deformación en el material, esto determina la calidad del material si se prueba como 100% es un material granular de excelentes condiciones.

**Tráfico Vehicular** es el requerimiento del tránsito, es de apariencia esencial se necesita conocer con referencia y suficiente exactitud, para proyectar y diseñar con victoria muchos aspectos de la vialidad, entre ellos las dimensiones del pavimento y el de la plataforma del camino.<sup>18</sup>

---

15 (RNE) en la NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, 2010, p.59

16 (RNE) en la NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, 2010, p.10

<sup>17</sup> MUNDACA, Pavimntos 2015, pag. 4

18 Comunicaciones, Manual Completo de Diseño de Pavimentos, 2013, p.23

**Tráfico** es la cantidad de utilización de carga por eje simple equivalente, valorado mientras el período de diseño del proyecto, se exhibir las magnitudes de tránsito vehicular durante el Período de Diseño, en función de los ESAL y de los Tipos de Vías Urbanas.<sup>19</sup>

El tráfico vehicular se establece al movimiento o circulación de vehículos y medios de transportes, en una determinada superficie o calle estos vehículos tienen la necesidad de trasportarse de un punto hacia otro lado esto genera una congestión vehicular.

**Caracterización climatológica** es el territorio del altiplano se esparce entre los 15 °S y 21 °S, cercanamente, con un aumento entre los 3 800 m.s.n.m. y 6 000 m.s.n.m. La zona esta circundada por sucesión de montaña, que parten hacia el Oeste del desierto cortero Sur peruano y hacia el Este, de la región amazónica.<sup>20</sup>

**El clima** de manera natural varía a diferentes escalas de tiempo, en nuestro país, las variaciones interanuales con mayor influencia sobre el clima son los fenómenos El Niño y La Niña, en donde esto realmente genera un sumatoria y decrecimiento, respectivamente, de la temperatura del mar fuera de la media climatológica, realizando variación temperatura y precipitaciones.<sup>21</sup>

**El clima** también podría considerarse como ambiente característico en las circunstancias que se encuentra a nuestro alrededor de uno mismo.

**El clima** del Perú es trópico por medio de diversos factores, estos son provenientes como la corriente peruana o de Humboldt, esto conlleva a contemplar una variación de temperatura precipitaciones y aire.

**Precipitación** la precipitación podría estar presentada como la primera variable hidrológica ya que es la entrada natural de agua dentro del balance hídrico en las cuencas hidrográficas de la región.<sup>22</sup>

---

19 (RNE) en la NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, 2010, p.37

20 Diaz, Estudio de caracterización climática de la precipitación pluvial y temperatura del aire para las cuencas de los ríos Coata e llave, 2013, p.11

21 Ministerio, 'El Perú y el cambio climático, Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2016, p.43

22 Diaz, Estudio de caracterización climática de la precipitación pluvial y temperatura del aire para las cuencas de los ríos Coata e llave 2013, p.11

La precipitación se considera un patrón variación en cuanto a la hidrología de la naturaleza en cada región, ya que el agua se encarga de equilibrar el estado hídrico de la zona.

La precipitación es proveniente de la atmosfera que mediante su forma líquida se consigna sobre una superficie

**Estudio de Mecánica de suelos** estos estudios se deben cumplir ya que son requerimientos de la presente norma RNE con el programa de exploración que se plasman en un informe técnico según lo indicado.<sup>23</sup>

**Clasificación de Suelos** en lo general la clasificación de los suelos según su tamaño de partículas, la Asociación Americana de Funcionarios de Caminos, la existencia de la variedad de sistemas de clasificación de suelos se debe que tantos profesionales de ingeniería analizan al suelo en diferentes puntos de vista.<sup>24</sup>

Obras Provisionales se refieres a la construcción e instalación ejecutada para el servicio de personal administrativo y personal obrero, esto determina el almacenamiento y cuidado de los materiales en el tiempo de ejecución de obra.<sup>25</sup>

En el estudio de mecánica de suelos es primordial el tratamiento de las muestras (inalteradas – alteradas). El desarrolló los sistemas de clasificación de suelos – color, olor, texturas, distribución de tamaños, plasticidad.<sup>26</sup>

Los proyectos deber ser ejecutados profesionales con título a nombre de la nación asi como también inscritos en el colegio profesional respectivo.<sup>27</sup>

La calidad de la construcción identifica la características de diseño y de ejecución que son críticas para el cumplimiento que es requerido para cada proyecto en la construcción.<sup>28</sup>

---

<sup>23</sup> Edificaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018, pag.9

<sup>24</sup> Villalaz, Mecanica de Suelos y cimentaciones, 2004, pag. 87

<sup>25</sup> Peruana, Norma tecnica, Metrados para obras e Edificación y Habilitaciones Urbanas, 2010, pag. 20

<sup>26</sup> Gonzalo, Mecanica de Suelos, 2002, Pág. 1

<sup>27</sup> Edificaciones, Norma GE. 020, 2006. Art 2

<sup>28</sup> Edificacion, Norma GE.030 2006. Art. 1

### III. METODOLOGÍA

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

**Diseño de Investigación No experimental** se determina como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Entonces podemos decir son estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.<sup>29</sup>

El proyecto adopta el nivel **no experimental** ya que se verificará mediante ensayo de suelos, y también la observación visual además el conteo del flujo vehicular y métodos de análisis de diseño y entre otros datos para determinar características esenciales para realizar el diseño del pavimento en la vía Av. Cordillera Blanca- Delicias de Villa –Chorrillos.

**Tipo transversal** los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.<sup>30</sup>

Esta investigación es transversal que, ya que se recolectara los datos en un determinado sitio y tiempo, para analizar un análisis y la descripción de sus variables.

**El tipo de Investigación explicativo** comprende a la descripción de teorías o conceptos o de establecer la relación entre teorías esto quiere decir que responde a las causas de eventos y fenómenos sociales o físicos, también nos infiere que ocurre un evento y sobre qué condiciones se puede manifestar y también porque se relacionan dos o más variables <sup>31</sup>

El tipo de **Investigación es explicativo** porque se presume un estudio comparativo empleando dos métodos de diseño de pavimento para la realización de obtener un diseño de pavimento con esto relacionamos nuestras variables.

---

<sup>29</sup> Hernandez, Metodología de la Investigación, 2014, p.152

<sup>30</sup> Hernandez, Metodología de la Investigación, 2014, p.154

<sup>31</sup> Hernandez, Metodología de la Investigación, 2014, p.95

**El Nivel Correlacional** tipo de estudios tiene la terminación o grado de asociación que exista entre varios conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular.<sup>32</sup>

Esta investigación es de **tipo correlacional** en lo cual mediante el análisis de datos realizaremos basados a unas muestras en campo para poder medir las características y propiedades de este para someterlas a su a pruebas y posteriormente su análisis con las dos variables existentes con los métodos de diseño de pavimento.

**Enfoque cuantitativo** emplea la vinculación de documentos que comprueben hipótesis con base en el cálculo numérico y el estudio estadístico, con el propósito de establecer un patrón de comportamiento y evidenciar teorías.<sup>33</sup>

Este proyecto tiene un enfoque cuantitativo en lo cual se realizara la recopilación de datos como base de entrada para realizar el estudio comparativo en el cual podremos medir y cuantificar las dimensiones para posteriormente crear la estructura de diseño

### **3.2. Variables, Operacionalización**

**La Variable** es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación.<sup>34</sup>

Una variable puede existir en cualquier contexto, dependerá de cada uno en la forma de cómo lo puede interpretar para su creación de una variable según su objetivo y punto de vista.

**Independientes:** son las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente.<sup>35</sup>

---

32 Hernandez, Metodología de la Invetigacion, 2014, p.93

33 Hernandez, Metodología de la Invetigacion, 2014, p.4

34 Arias, El proyecto de Investigacion, 2012, p.57

35 Arias, El proyecto de Investigacion, 2012, p.59



**Dependientes:** son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente. Contribuyen a las consecuencias para ser medidos en lo cual realizaran los resultados de la investigación.<sup>36</sup>

Las variables de esta investigación son:

Variable independiente: **V1 Métodos Aashto 93 y Mecanístico Empírico**

Variable dependiente: **V2 Pavimento Flexible.**

---

<sup>36</sup> Arias, El proyecto de Investigación, 2012, p.59

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Una población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.<sup>37</sup>

La **población** del proyecto es la **red vial Av. Cordillera Blanca**, desde el inicio del cruce con la Av. Buenos Aires hasta donde culmina en el cruce con la Av. Vista Alegre, con una longitud de 25 cuadras.

#### Muestra

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Este pueden ser un porcentaje o parte de un conjunto definido como población.<sup>38</sup>

Nuestro tipo de vía es local según la tabla 2 entonces tomaremos 1 punto de muestra a cada 3600 m<sup>2</sup>, **en total 3 muestras en 10800 m<sup>2</sup>** de la Av. Cordillera blanca.

Para el ensayo de CBR

Los puntos donde se tendrán que realizar la investigación dependen del tipo de vía según la tabla siguiente como mínimo tres (3):

**Tabla 1** Numero de Punto de Investigación.

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente de RNE Pavimentos Urbanos.

<sup>37</sup> Hernandez Roberto, Metodologia de la Investigacion, 2014, p.174.

<sup>38</sup> Hernandez Roberto, Metodologia de la Investigacion, 2014, p.175.

## **Muestreo**

**Las muestras no probabilísticas** este es un proceso de selección en el que no se conoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra.<sup>39</sup>

Este proyecto tiene de tipo de muestra no probabilístico ya que los estudios de suelos, estudio de tráfico, y estudio de clima son en base a mediciones, análisis de estudio así mismo con pruebas estadísticas que se realizaran los estudios en parte de la población.

## **Unidad de análisis**

Cada una de las personas o elementos que tienen la misma característica seleccionados de la población para conformar la muestra.

En esta investigación se tomara como unidad de análisis la subrasante de la Av. Cordillera blanca y el tránsito vehicular pertinentes a dicha avenida en donde posteriormente realizado su extracción de materiales pasaran a ser analizados y medidos.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

Para esta investigación se realizará la técnica de Ensayos en laboratorio para el estudio de suelos, así mismo también utilizara la técnica de observación para el conteo vehicular, así como también el análisis de datos estadísticos para los datos de estadísticos del clima, estas técnicas estarán sujetas a las especificaciones requeridas por el manual de Carreteras

### **Instrumento**

Recolectar los datos se determina a realizar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.<sup>40</sup>

---

39 Hernandez Roberto, Metodologia de la Investigacion, 2014, p.177

40 Hernandez Roberto, Metodologia de la Investigacion, 2014, p.198

El instrumento de esta tesis nos ayudara en la recolección información de datos realizados en laboratorio, en campo e informes técnicos, así mismo brindara resultados requeridos para el estudio.

Análisis documental de los ensayos del CBR realizados laboratorio (NTP 339.145).

Análisis documental de ensayos Límites de consistencia

Análisis documental de los ensayos Análisis Granulométrico por tamizado

Análisis documental de los ensayos Análisis Contenido de Humedad

Análisis documental de los ensayos Análisis Conteo vehicular.

Análisis documental de los ensayos Análisis Datos estadísticos de SENAMHI

### **3.5. Procedimientos**

Para la recolección de información en nuestro proyecto de investigación nos ayudaremos en los ensayos de laboratorio, para realizar estos ensayos se determinara primero los punto a investigar mediante El RNE en lo cual la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, Manual de Carreteras del MTC, Diseño de pavimento AASHTO 93 luego de realizar las indicaciones y siguiendo la norma vigente, procederemos a realizar la extracción de nuestra muestra para consiguiente trasladarlo al laboratorio ,también aplicamos la técnica de observación directa y registros realizados en campo, siguiendo los requisitos de manuales y normas técnicas para que nuestro trabajo de investigación no tenga dudas en el proceso de nuestra investigación, de este modo la variable dependiente será medido para evidenciar el efecto que produce sobre la variable independiente.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” los errores, el investigador procede a analizarlos.<sup>41</sup>

Para analizar los datos obtenidos en el presente proyecto de investigación se realizará mediante el uso de una computadora o laptop, mediante el uso de la herramienta computacional Excel y AashtoWord, de esta manera se hará más

---

41 Hernandez Roberto, Metodologia de la Investigacion, 2014, p.270

rápido el análisis y seguimiento de los resultados obtenidos, de este modo podremos tener nuestra investigación con datos reales y precisos.

### **3.7. Aspectos Éticos**

El trabajo está realizado con la información y conocimientos teóricos obtenidos en Reglamentos, Manuales, artículos científicos e investigaciones científicas de también se encuentran citados y mencionados cada uno con sus autores así mismo los resultados que se obtendrán a través de los estudios básicos serán con el mayor profesionalismo, responsabilidad y ética.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

**Nombre de tesis** “Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecanístico-Empírico, Chorrillos 2020”

#### **Acceso a la zona de trabajo:**

El ingreso de la zona del proyecto es tramo de la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+000 en el distrito de Chorrillos, Av. Cordillera Blanca – Las Delicias de Villa.

#### **Ubicación política:**

La zona de estudio se encuentra ubicado en la región de Lima, Provincia de Lima, Distrito de Chorrillos en donde tiene limitaciones con los siguientes distritos.



Figura 1 Mapa de Región Lima



Figura 2 Mapa Político del Perú

## Ubicación del Proyecto:

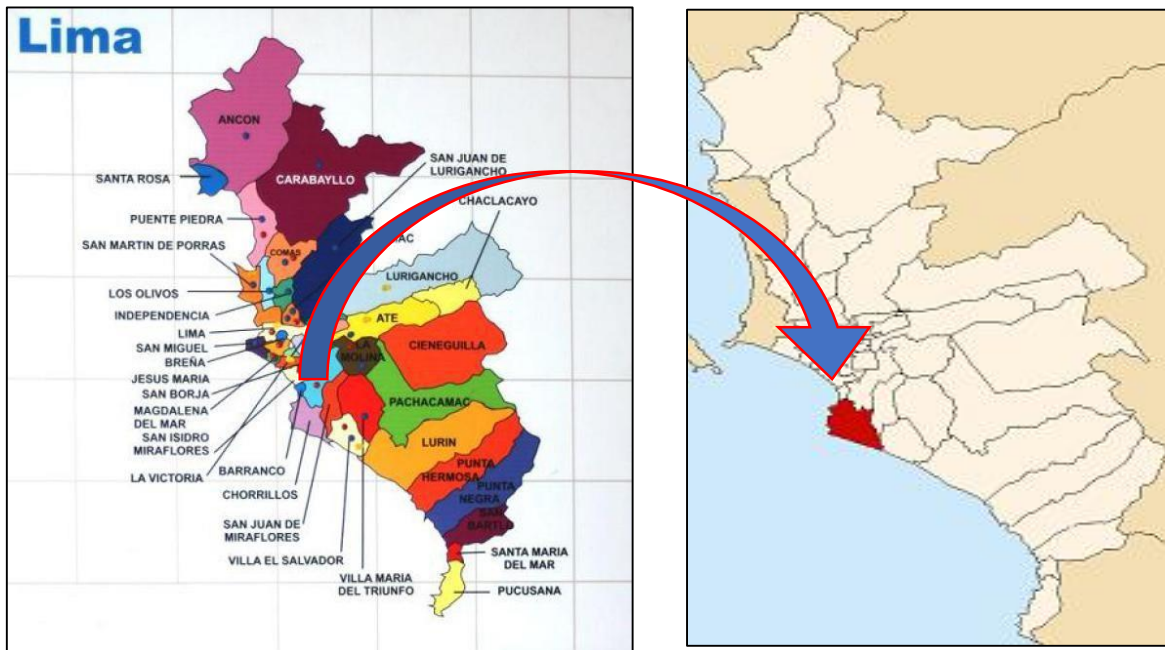


Figura 3 Mapa de Distritos de Lima Figura 4 Ubicación del Distrito de Chorrillos

Limita por el

Norte: Con el distrito de Barranco.

Sur: Con el distrito de Villa el Salvador.

Este: Con el distrito de San Juan de Miraflores.

Oeste: No Limita con algún distrito.

Este proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Chorrillos, Av. Cordillera Blanca – Las Delicias de Villa. Donde se proyecta realizar el diseño óptimo comparando dos métodos para diseñar el pavimento flexible donde la zona beneficiada existen viviendas de densidad media. Se describirá las características de las calicatas realizadas, conteo vehicular en campo para posteriormente usar estos parámetros en el diseño de pavimento.

## Ubicación Geográfica

El distrito de Chorrillos esta en las coordenadas Latitud: -12.1692, Longitud: -77.0244 12° 10' 9" Sur, 77° 1' 28" Oeste, tiene un área aproximadamente 3.700 hectáreas 37,00 km<sup>2</sup>, también posee una altitud 45 m.s.n.m y hasta el 2019 contaba con una población de 325.547 Habitantes

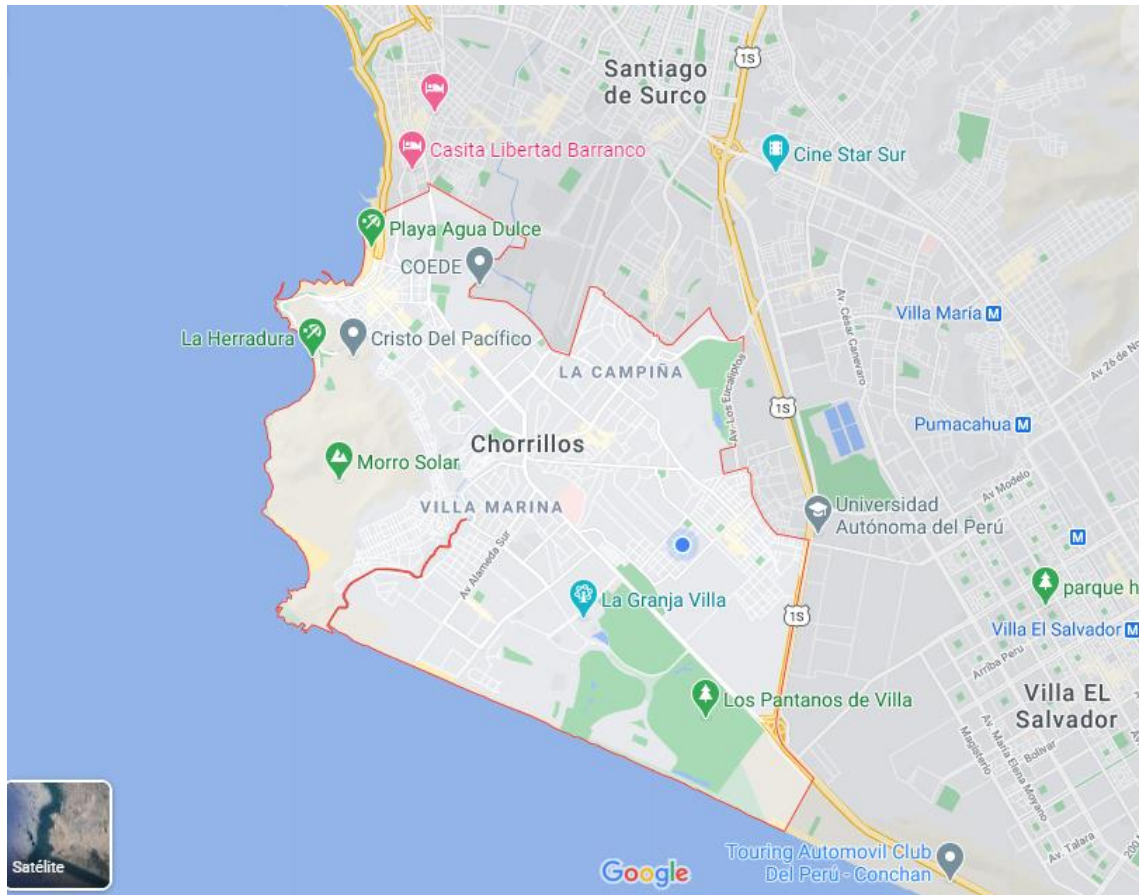


Figura 5 Distrito de Chorrillos

La zona más exacta para realizar el diseño de pavimento flexible de la Av. Cordillera Blanca, se encuentra en la 3era zona de la Asociación Las Delicias de Villa posee un tramo de aproximadamente 3km una longitud considerable en la Figura 7 obtenidas del Google Maps.





Figura 6 Distrito de Chorrillos Google Maps

### Vías de Acceso:

Para poder llegar a la Avenida Cordillera Blanca las más recomendable sería si vienes de norte a sur tomar la avenida Prolongación Huaylas y entrar por la avenida 12 de octubre, bajarse en el cruce de Jr. Nevado Coropuna con Av. Cordillera Blanca.

### Clima

Su clima del lugar en estudio son del tipo dd-S (desierto desecado subtropical) con precipitaciones en invierno, que llegan desde 15.625 a 31.25 de promedio de precipitación total por año en milímetros, su relación de evapotranspiración potencial se encuentra entre 32.00 a 64.00. La bio – temperatura media – anual en grados centígrados se encuentra desde 17° hasta 24°, su descripción de piso altitudinal se considera como piso basal, y del tipo ds-S (desierto superárido subtropical), llegan desde 62.5 a 125 de promedio de precipitación total por año en milímetros, su relación de evapotranspiración potencial se encuentra entre

16.00 a 32.00. La bio – temperatura media – anual en grados centígrados se encuentra desde 17° hasta 24°, su descripción de piso altitudinal se considera como piso basal.

## Geología

La geología de la zona en estudio se caracteriza por ser de tipo Q – c, era Cuaternario, Facies Continentales, sedimentarias, depósitos eólicos, aluviales, fluviales, morrenas, fluvioglaciares. La topografía y relieve del suelo es plano y con pendientes poco pronunciadas.

## 4.2. Procedimiento

### Investigación de campo

**Estudio de Mecánica de Suelos** con la finalidad de identificar las características geotécnicas del suelo subyacente existente dentro de la zona del proyecto, se llevó a cabo un programa de exploración de campo (excavación de calicatas), la ubicación de cada uno de ellas fue elegido de forma estratégica para ser ensayadas en el laboratorio de control de calidad de **Consul Espinoza Ingenieros**.

En total se excavaron 3 pozos a cielo abierto, los que se denominan C - 1, C - 2 y C - 3. La ubicación, número de muestras, profundidad y descripción de las calicatas ejecutadas se presentan en el siguiente Figura 7 y Figura 8 y Tabla 2: “Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas”.

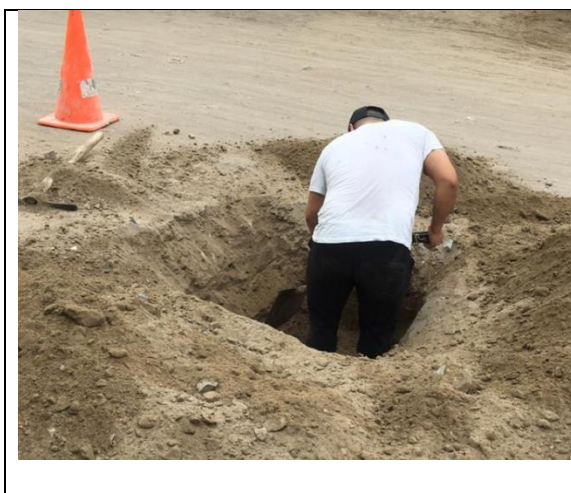


Figura 7 Excavación de calicatas 1



Figura 8 Excavación de calicatas 2

**Tabla 2** *Relación de Calicatas Ejecutadas*

RELACIÓN DETALLADA DE CALICATAS EJECUTADAS				
N°	MUESTRA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL FREÁTICO
CALICATA 1	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 1.50 m	SP	
CALICATA 2	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 1.50 m	SP	
CALICATA 3	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 1.50 m	SP	

Fuente: Elaboración propia

## Resultados de estudio de mecánica de suelos

### Clasificación de Suelos

**Tabla 3** *Clasificación de Suelos*

CALICATA	MUESTRA	ESPESOR	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
CALICATA 1	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 1.50 m	SP	A – 3 (0)
CALICATA 2	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 1.50 m	SP	A – 3 (0)
CALICATA 3	M – 1	0.00 – 0.30 m	Relleno	-
	M – 2	0.30 – 1.50 m	SP	A – 3 (0)

Elaboración Propia

**Muestra 1 (0.00 – 0.30 m):** Suelo no Natural: material de relleno, desmonte o material intemperizado (material meteorizado con el tiempo), material combinado o resultante de movimiento de tierras.

**Muestra 2 (0.30 – 1.50 m):** Suelo Natural: Arena mal graduada (SP). Presenta un color marrón claro, el suelo es considerado como arena fina, no presenta plasticidad, contiene un bajo contenido de humedad, no se tiene la presencia de nivel freático, no presenta bolonerías, así también este estrato no contiene material orgánico.

## Proctor Modificado

**Tabla 4** Proctor Modificado (ASTM D – 1557)

CALICATA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH) - (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS) - (g/cm <sup>3</sup> )
C – 1 (M – 2)	12.6	1.818
C – 2 (M – 2)	9.70	1.989
C – 3 (M – 2)	12.6	1.812

Fuente: Elaboración Propia

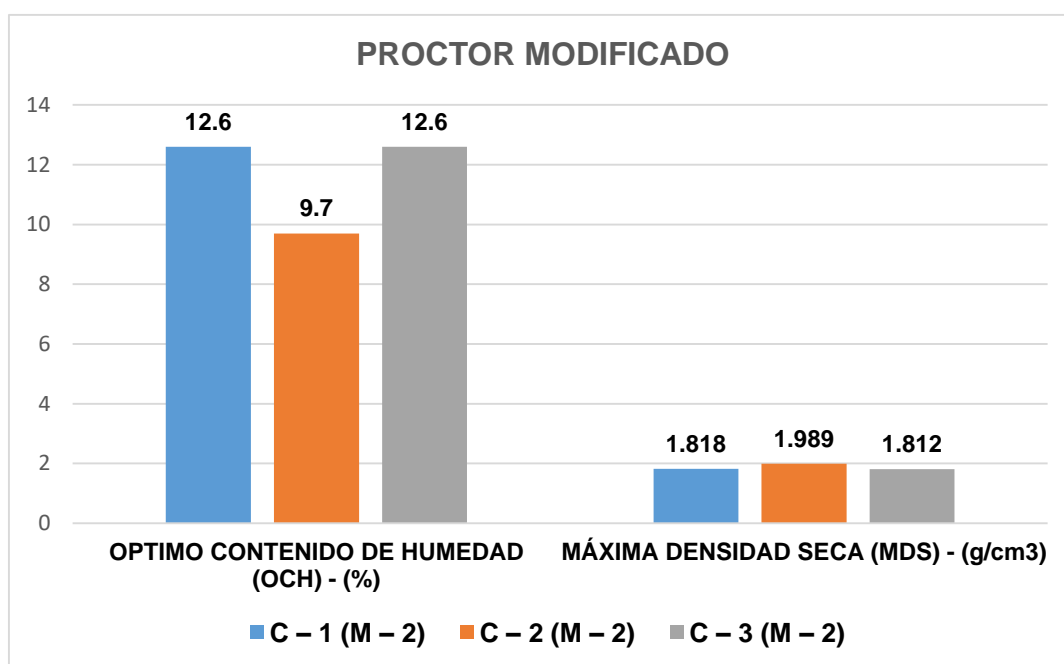


Grafico 1 Proctor Modificado

## California Bering Ratio (CBR)

A continuación, se presenta en el Cuadro N°07 el índice para evaluar la capacidad de soporte del suelo.

**Tabla 5** Capacidad de soporte – Prof. 1.50 m.

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)			
CALICATA	CLASIF. SUCS	CBR A 2.5 mm (%) al 100% de MDS	CBR A 5.0 mm (%) al 100% de MDS
C – 1 (M – 2)	SP	10.8	12.9
C – 2 (M – 2)	SP	12.3	14.1
C – 3 (M – 2)	SP	10.9	12.8

Fuente: Elaboración propia

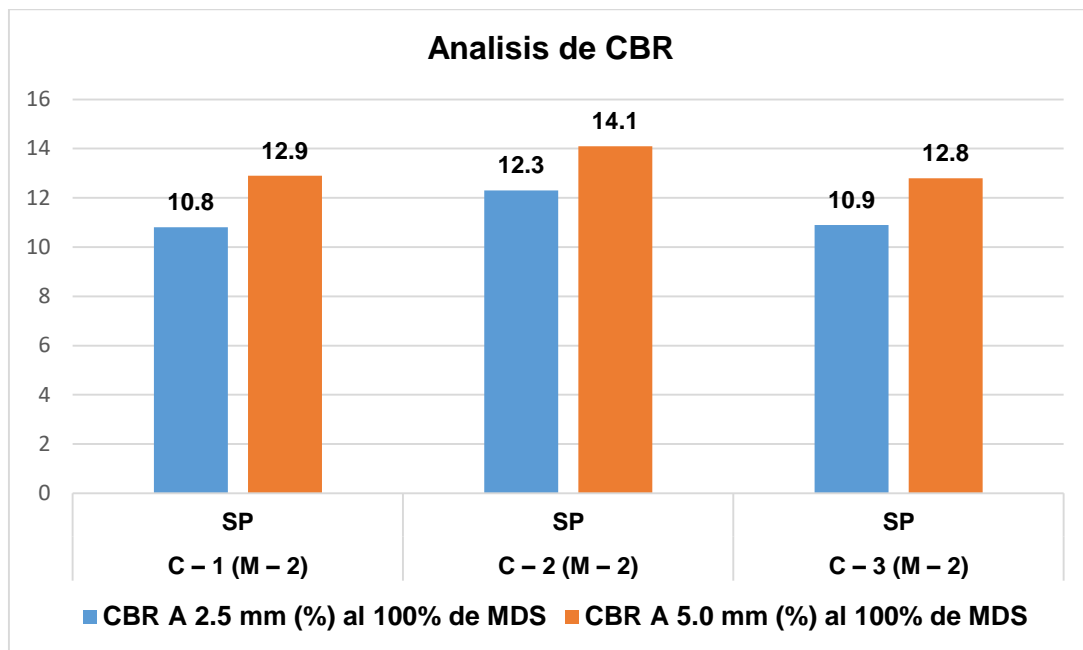


Grafico 2 Análisis de CBR

### Estudio de Conteo vehicular

La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.<sup>42</sup>

Se realizó un conteo vehicular de 24 horas en campo para determinar Número de Ejes Equivalentes para ello se debe estudiar las condiciones del tráfico actual y proyectarlas durante la vida útil del proyecto











<sup>42</sup> COMUNICACIONES, Manual Completo de Diseño de Pavimentos 2013, p.73



Figura 9 Conteo vehicular 1      Figura 10 Conteo vehicular 2

## Ejes Equivalentes

Tabla 6 Resumen de conteo vehicular

Tiempo	Fecha	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	>=3 E 	2 E 	3 E 	4 E 
8 HORAS	27/09/2020	101	12	2	6	1	0	0	0	0	0	0
8 HORAS	28/09/2020	93	14	9	3	9	0	0	0	0	0	0
8 HORAS	29/09/2020	126	17	17	3	17	0	0	0	0	0	0
24 HORAS	TOTAL	320	43	28	12	27	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

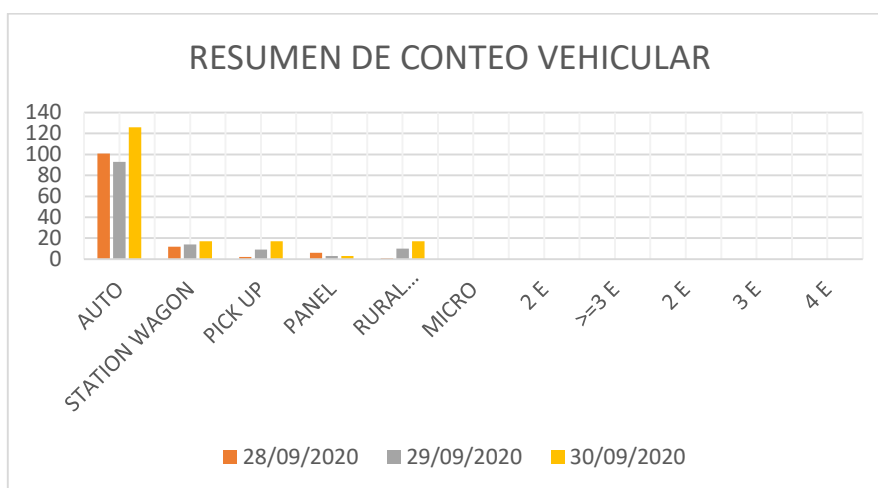


Grafico 3 Resumen de Conteo Vehicular



Finalmente se realiza la proyección para los años de servicio (10 años), para cada tipo de vehículo, y se obtiene la suma final de ejes equivalentes. A continuación, se detalla en el Tabla 7 el Número de Ejes Equivalentes resultante.

**Tabla 7 Numero de Ejes Equivalentes**

DETALLE	BICICLETA	MOTO CAR	AUTO	CAMIONETAS		BUS		CAMION			TOTAL
				PICKUP	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4	
AÑO DE SERVICIO	NUMERO DE EJES EQUIVALENTES (N)										
1	3.14764808	7.15374564	3405.18293	3068.16202	2034.84321	0	0	0	0	0	8518.48955
2	6.38028267	14.5006424	6902.30579	6191.55096	4106.31359	0	0	0	0	0	17221.0513
3	9.70019838	22.0459054	10493.851	9371.1609	6215.07044	0	0	0	0	0	26111.8284
4	13.1097518	29.7948905	14182.3679	12608.0038	8361.78491	0	0	0	0	0	35195.0612
5	16.6113632	37.7530982	17970.4747	15903.1099	10547.1402	0	0	0	0	0	44475.0893
6	20.2075181	45.9261775	21860.8605	19257.5279	12771.832	0	0	0	0	0	53956.3541
7	23.9007692	54.3199299	25856.2866	22672.3254	15036.5682	0	0	0	0	0	63643.4009
8	27.693738	62.9403137	29959.5893	26148.5893	17342.0696	0	0	0	0	0	73540.8823
9	31.589117	71.7934478	34173.6811	29687.4259	19689.07	0	0	0	0	0	83653.5597
10	35.5896713	80.8856165	38501.5535	33289.9616	22078.3165	0	0	0	0	0	93986.3069

Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido del cuadro 5 de Ejes equivalente es:

**EE = 93,986**

### Diseño de Pavimento Flexible Método Aashto 93

El AASHTO propone la siguiente fórmula para hallar el Número Estructural:

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

$$0.4 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

Figura 11 Formula de Método Aashto 93

Con los parámetros obtenidos, y la fórmula anterior se elabora el Tabla 8.

**Tabla 8 Número Estructural Calculado**

Detalle	Símbolo	Valor
Número de Ejes Equivalente	N	93,986
Capacidad de soporte de diseño	CBR	10.8
Módulo Resiliente	Mr	14,087.91
Nivel de Confiabilidad	R	0.90

Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal	Zr	-1.282
Desviación Estándar del Sistema	So	0.45
Índice de Serviciabilidad Inicial (IPSi)	Pi	4.2
Índice de Serviciabilidad Final (IPSi)	Pt	2.5
Índice de Serviciabilidad del Pavimento ( $\Delta$ PSI)	$\Delta$ PSI	1.7
Número Estructural calculado	SN calculado	1.832

Fuente: Elaboración propia

### Método Del Gráfico Aashto 93

AASHTO propone un nomograma para la obtención del Número Estructural, en dicho nomograma se traza las correspondientes líneas de diseño.

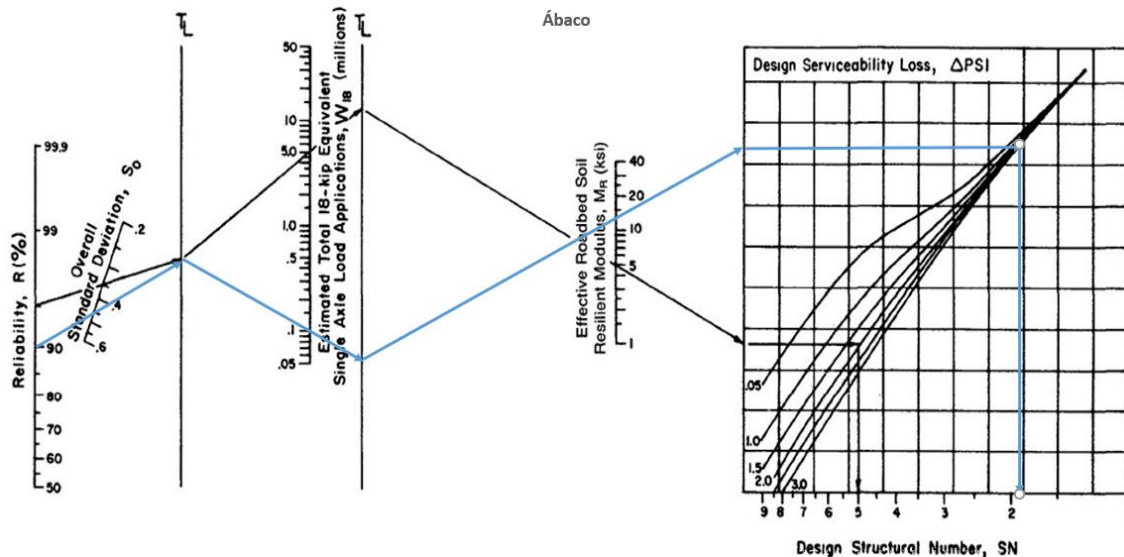


Figura 12 Número Estructural en nomograma según AASHTO 93

De acuerdo a la Ilustración 2, aproximadamente según ábaco el **SN = 1.850**

En resumen, se adopta el valor más conveniente, siendo este: **SN = 1.832**.



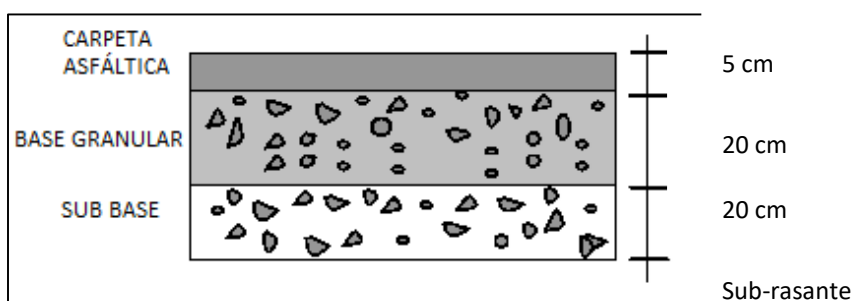
Finalmente se propone una estructura de pavimento, cuidando que los espesores sean superiores al mínimo (Cuadro 19) y el SN real sea superior al SN calculado.

**Tabla 9** *Diseño Aashto 93*

CAPA	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base Granular	20
Sub base Granular	20

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se obtiene, una ilustración de las capas del pavimento y sus espesores.



*Figura 13* Diseño de capas del Pavimento Aashto 93

### **Diseño de Pavimento Flexible Mecanístico – Empírico**

Este diseño se elaboró mediante el Software AashtoWare Pavement ME Design, para poder ejecutar el software se requiere de la Guía Diseño Mecanístico Empírico de pavimento de la AASHTO, de la misma forma necesitamos datos de campo como características del terreno natural, el tipo de vía, los espectros de carga y tipos de vehículos, en el software se va ingresando datos mediante cuadros y tablas que te proporciona el mismo manual, en la siguiente figura podemos observar la estructura de diseño:

**Tabla 10** *Diseño Mecanístico Empírico*

CAPA	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	7.5
Base Granular	10
Sub base Granular	10

Fuente: Elaboración Propia

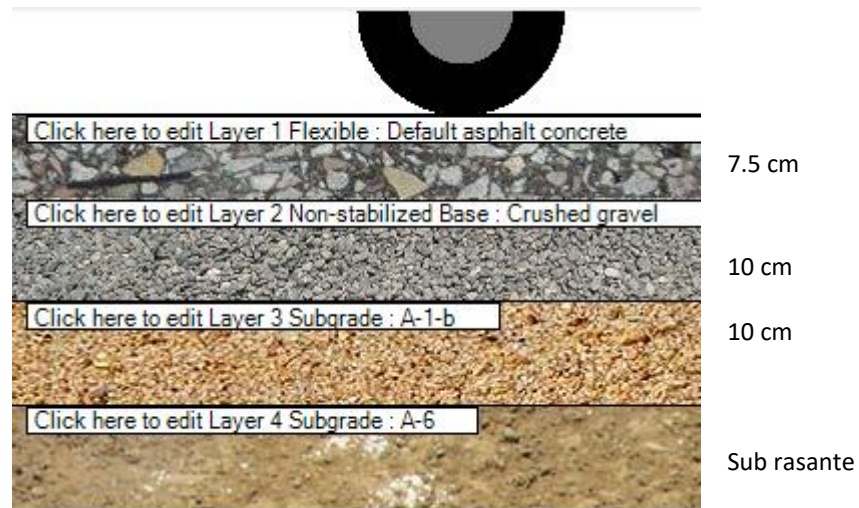


Figura 14 Pavimento Flexible Mecanistico – Empírico

### Comparación de Estructura de Diseño

Con los valores obtenidos de cada estructura de ambos pavimentos se procede a realizar nuestro comparativo para poder realizar su análisis.

Tabla 11 Estructuras de Diseños

Estructura	Sub rasante	Sub-base	Base	Carpeta Asfáltica
Aashto 93	10	20	20	5
Mecanistico Empírico	10	10	10	7.5

Fuente: Elaboración propia

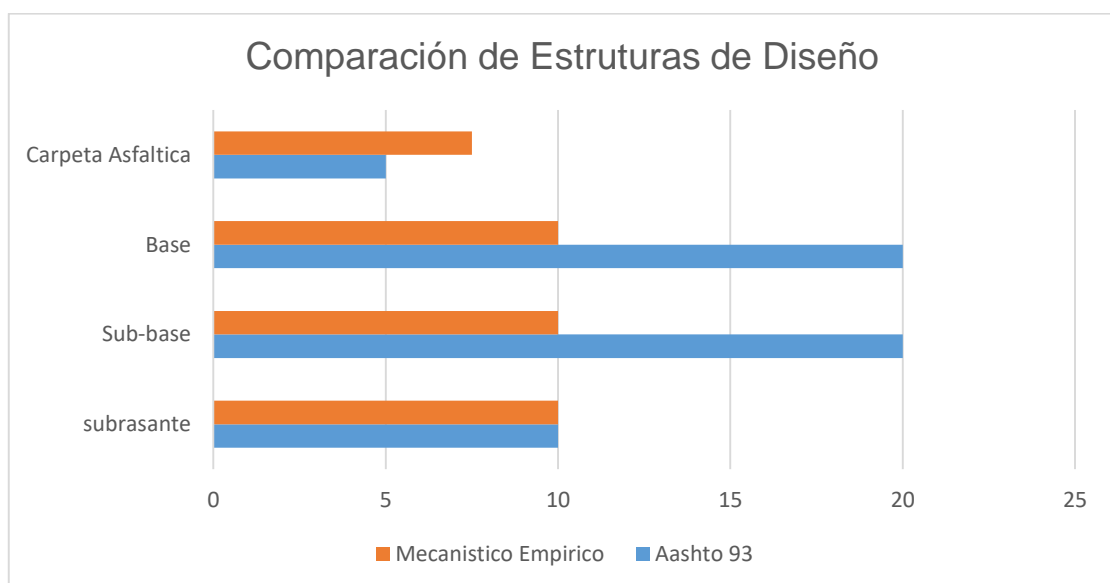


Grafico 4 Comparación de Estructuras de Diseño

Realizando la comparación en la *Grafico 4* podemos visualizar la diferencia de los resultados en la estructura de Diseño del Método Aashto 93 y Mecanístico Empírico, podemos observar que tiene mucha variación en cada capa de la estructura comenzando con la carpeta asfáltica, ya que en el método Mecanístico, tiene una carpeta asfáltica de 7.5 cm, es diferente al método Aashto 93 que tiene una carpeta asfáltica de 5 cm, siguiendo con el comparativo podemos observar que las sub-base y base, tiene diferencia en el espesor de 10 cm en ambas capas, la de mayor espesor son con el método Aashto 93, Finalizando tenemos la diferencia en todo el paquete estructural siendo el Aashto 93 con más mayor diámetro de espesor.

### **Elaboración de Presupuestos**

Para la elaboración de presupuesto primero realizamos una inspección en campo y un levantamiento topográfico *Figura 15* y *Figura 16*, para obtener los metrados precisos para comenzar con el presupuesto de cada proyecto, estos datos también nos ayudasen para realizar el plano de referencia de la Av. Cordillera Blanca en la cual está enfocada la presente tesis.



*Figura 15* Metrados en campo 1



*Figura 16* Metrados en campo 2

En la siguiente tabla tenemos el metrado que se realizaron en campo mediante un levantamiento topográfico.

**Tabla 12** *Metrado de Av. Cordillera Blanca*

METRADO DE AV. CORDILLERA BLANCA - DELICIAS DE VILLA CHORRILLOS							m2	16750.00
item	Descripción	und	veces	largo	ancho	altura	subtotal	
<b>1.00</b>	<b>Pista</b>							
<b>1.01</b>	<b>Av. Cordillera blanca</b>						<b>16750.00</b>	
	base	m	1.00	2392.86	7.00		16750.00	

Fuente: Elaboración Propia.

También realizamos la elaboración del análisis de precios unitarios de cada partida que está contemplada en el presupuesto en la Tabla 12 podemos ver un ejemplo de cómo realizamos este análisis.

**Tabla 13** *Ejemplo Análisis de Precios Unitarios*

Partida	01.01.01	OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANÍA, COMEDOR Y VESTUARIO							
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ.	10.0000			Costo unitario directo por : m2	82.89	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh		0.1000	0.0800	24.08	1.93	
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.8000	20.07	16.06	
0101010005	PEON		hh		2.0000	1.6000	14.81	23.70	
								<b>41.69</b>	
	<b>Materiales</b>								
0204120004	CLAVOS C/CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO		kg			0.0100	3.48	0.03	
0204180018	PLANCHA FIBROCEMENTO CANALON 6.5mmx0.96x6		pza			0.0170	153.50	2.61	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2			1.1050	5.46	6.03	
02310500010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm		pln			0.3650	33.00	12.05	
02370600010006	BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 3 1/2"x3 1/2"		pza			0.2000	6.36	1.27	
02901000020021	PERFIL 4 DE 2.44x1.10m		pza			0.4500	38.06	17.13	
								<b>39.12</b>	
	<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	41.69	2.08	
								<b>2.08</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Para la presente tesis realizamos los presupuestos de cada método con el Software Excel 2016, en los cuales obtuvimos los numero en costo de cada proyecto según su diseño de estructura de diseño y con los metrados recolectados de campo y análisis de precios unitarios.

Presupuesto con Método Aashto 93: Total **S/2,549,089.09**

**Tabla 14** *Presupuesto Aashto 93*

<b>Presupuesto</b>		
Presupuesto	1	Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020
Subpresupuesto	001	Pavimentos Flexible Metodo Aashto 93
Cliente	Jesus Andres Suica Macazana	
Lugar	Av. Cordillera Blanca-Las Delicias de Villa Chorrillos	
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>1,812,286.06</b>
	<b>GASTOS GENERALES (9.2%)</b>	<b>166,730.32</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>	<b>181,228.61</b>
	-----	-----
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>2,160,244.99</b>
	<b>I.G.V. (18%)</b>	<b>388,844.10</b>
	-----	-----
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>2,549,089.09</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presupuesto con Método Macanistico Empírico: Total **S/2,799,964.39**

**Tabla 15** *Presupuesto Mecanistico Empírico*

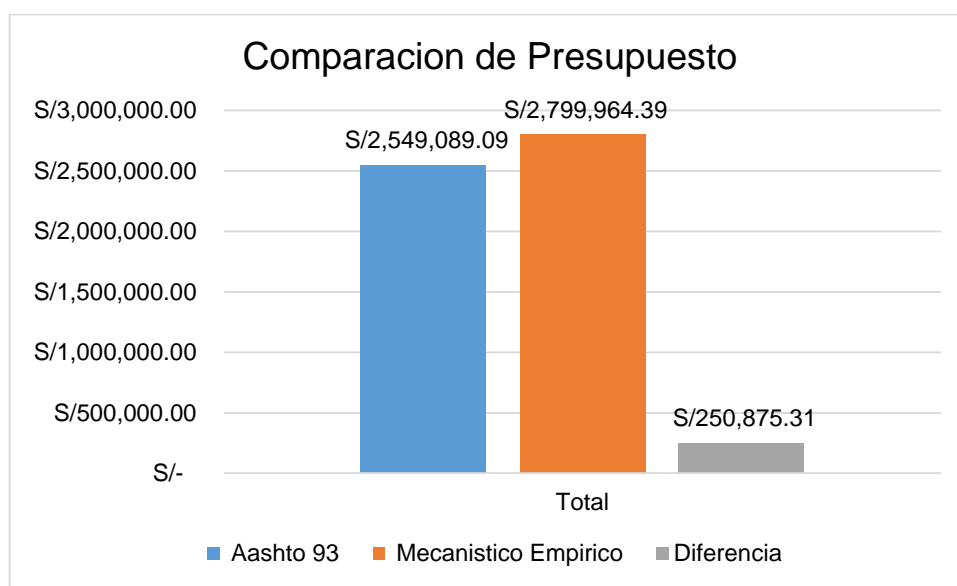
<b>Presupuesto</b>		
Presupuesto	1	Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020
Subpresupuesto	2	Pavimentos Flexible Metodo Mecanistico Empirico
Cliente	Jesus Andres Suica Macazana	
Lugar	Av. Cordillera Blanca-Las Delicias de Villa Chorrillos	
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>1,990,646.96</b>
	<b>GASTOS GENERALES (9.2%)</b>	<b>183,139.52</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>	<b>199,064.70</b>
	-----	-----
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>2,372,851.18</b>
	<b>I.G.V. (18%)</b>	<b>427,113.21</b>
	-----	-----
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>2,799,964.39</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16 Comparación de Presupuestos**

Método	Aashto 93	Mecanístico Empírico	Diferencia
Total	S/ 2,549,089.09	S/ 2,799,964.39	S/250,875.31

Fuente: Elaboración Propia



**Grafico 5 Comparación Presupuesto Aashto 93 y Mecanístico Empírico**

La comparación de estos presupuestos nos ayudó a determinar cuál será el costo real de cada estructura de pavimento tanto como el diseño elaborado con el método Aashto 93 y Mecanístico Empírico, al realizar los presupuesto de cada diseño también podemos analizar en la tabla podemos visualizar el costo de cada proyecto lo cual obtuvimos una diferencia de S/250,875.31 por lo tanto el costo del Método Mecanístico Empírico es mayor, este monto es significativo ya que representa aproximadamente un 10% mayor al Costo con el Método Aashto 93, esto se debe que tiene diferentes estructura de Diseño.

### **Elaboración de Programación**

Para realizar la programación de los diseños de pavimento flexible con el método Aashto 93 y Mecanístico-Empírico utilizamos la herramienta computacional Project 2016, para comenzar con la programación debemos tener los parámetros de los rendimientos de cada actividad a realizarse, estos datos los podemos

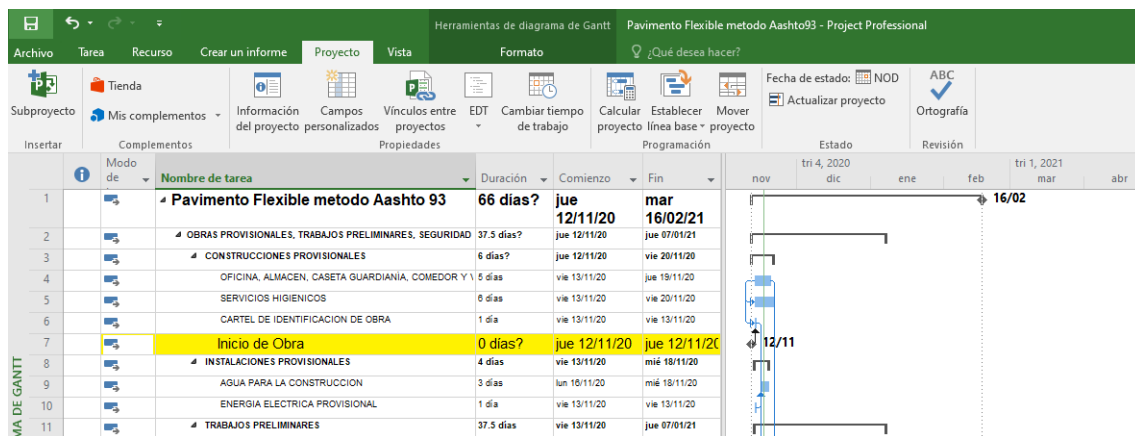
extraer de los análisis de los precios unitarios que tenemos en los presupuestos que realizamos en la Tabla 17 podemos ver los rendimientos multiplicados por los metrados.

**Tabla 17 Ejemplo para obtener la cantidad de Días**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Rendimiento	Días
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>77.58</b>
01.01	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				<b>12.00</b>
01.01.01	OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANÍA, COMEDOR Y VESTUARIO	m2	50.00	10.00	5.00
01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS	mes	6.00	1.00	6.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Después de tener todos estos datos de rendimientos se cargan van subiendo al Project 2016, después de tener todas las partidas cargadas en la herramienta computacional comenzamos a programar que actividades empiezan primero, la planificación de actividades al final determinará cuanto día de duración tendrá cada diseño según su estructura.



**Figura 17 Cronograma con Método Aashto 93**

Programación con Método Aashto 93 tiene un: **Total 66 Días**

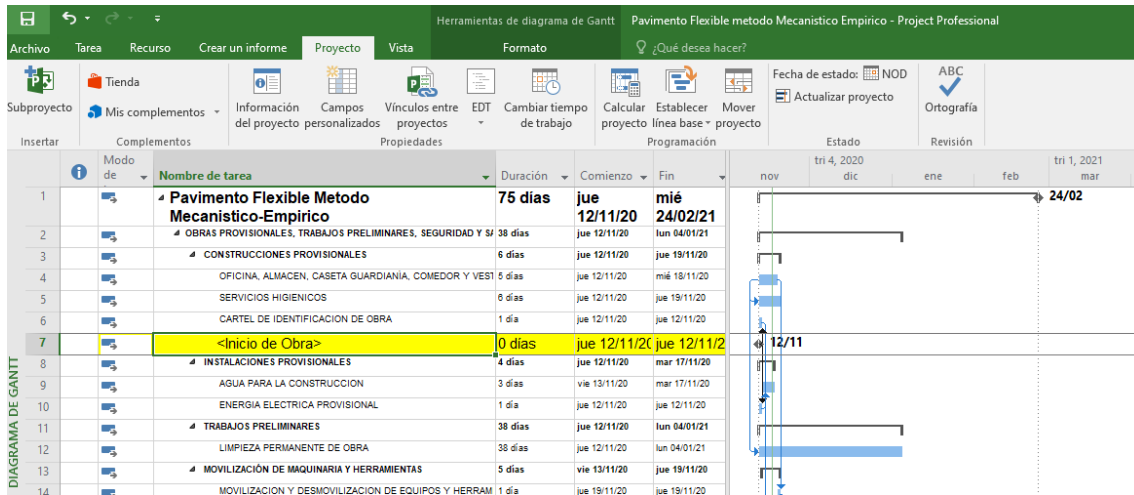


Figura 18 Cronograma con Método Macanistico Empírico

Cronograma con Método Macanistico Empírico tiene un: Total 75 Días

Tabla 18 Comparación de Cronogramas

Método	Aashto 93	Mecanistico Empirico	Diferencia
Días	66	75	9

Fuente: Elaboración Propia

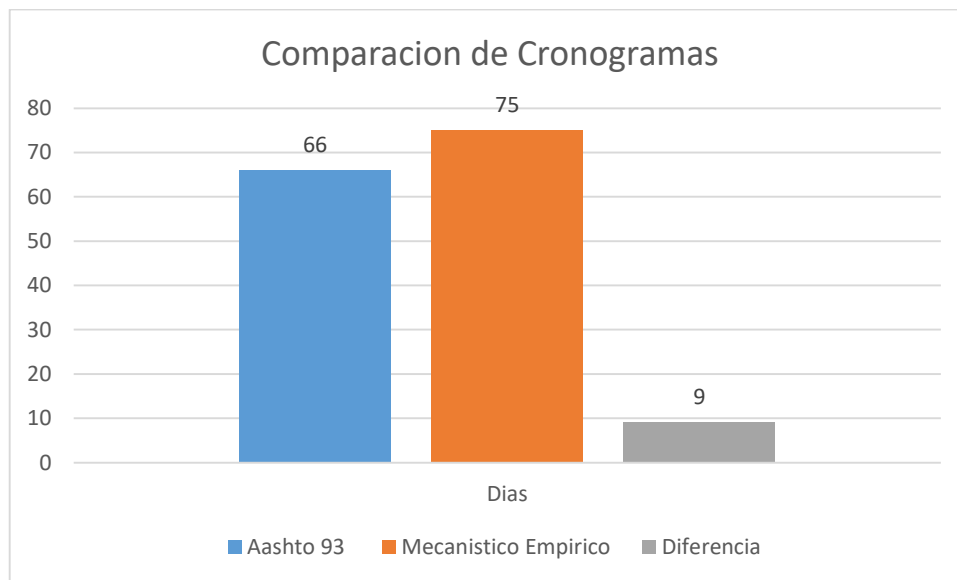


Grafico 6 Comparación de cronogramas

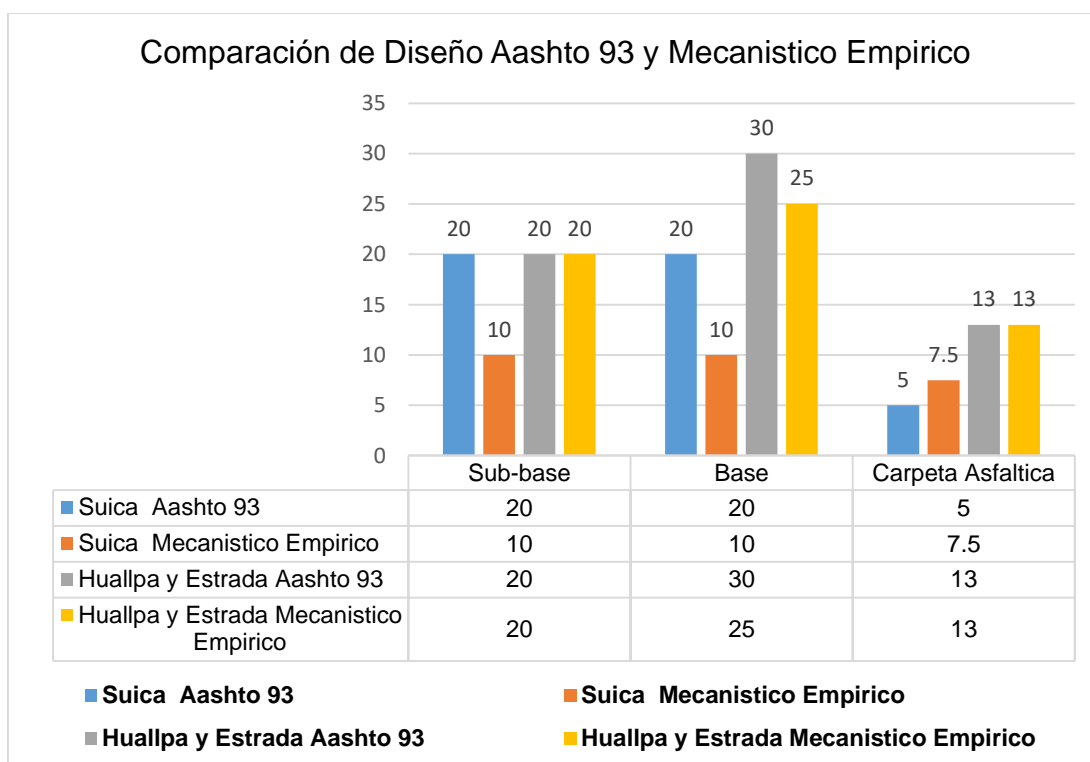
Realizado los cronogramas de cada proyecto según el diseño de pavimento flexible, podemos determinar que existe una diferencia en cuanto al tiempo de ejecución, en este comparativo existe una diferencia de 9 días esto se debe a que la estructura de las capas son de diferente espesor, también en la sub



rasante el método Mecanístico Empírico tiene diferente material así como el espesor de la carpeta asfáltica es mayor al método Aashto 93 y conlleva a que el Método Mecanístico Empírico tenga un cronograma más holgado, con más días en tiempo de ejecución, ahora también podemos deducir que proyecto tendría más duración en lo cual el tiempo es una dimensión muy importante para determinar cuál de los dos métodos es el más óptimo.

## V. DISCUSIÓN

Para la aplicación de Métodos de Diseño de Pavimentos Flexibles Según los parámetros del MTC Manual de Carreteras y la Guía de Diseño de Mecanístico Empírico fueron para determinar los espesores de estructura de Diseño de pavimento flexible en donde el nuestro *Grafico 7* podemos observar los valores de cada capa de ambos diseños en el cual el Método Aashto 93 las capas son de mayor espesor que las del Método Mecanístico Empírico, en la sub-base y base podemos diferenciar que es el doble en espesor en estas capas.

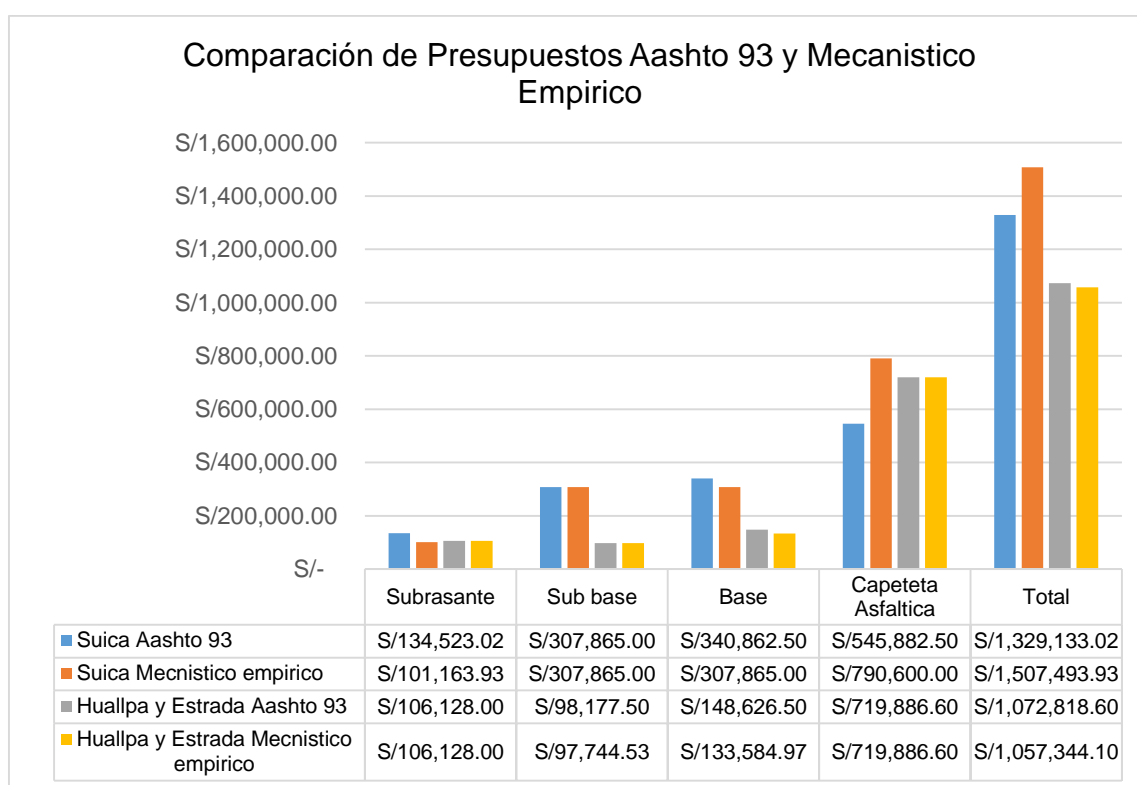


*Grafico 7* Comparación de Diseño Aashto 93 y Mecanístico Empírico

Según Huallpa & Estrada, (2019) en el diseño de pavimentos los parámetros para el análisis están dentro de los límites establecidos por la Norma Aashto 2008, esto tiene a ser conveniente por iteración en el cálculo se reducen los espesores asumidos cabe resaltar los nuevos espesores están incluidos en los límites máximos que son permitidos por los parámetros de la Norma excepto la falla por fisuramiento longitudinal, fallas térmicas, muy importante expresar que a comparación a la norma Aashto 93 exigiendo espesores mínimos en función a la caracterización de tráfico, que menciona el Manual de Carreteras, los espesores diseñados por el método Mecanístico Empírico están al límite que permite esta normativa.

De los aportes de Huallpa & Estrada con mis resultados se puede interpretar y asegurar que el metodo Mecanistico Empirico al realizar los caculos de esperores, este metodo arroja datos con espesores menor al metodo Aashto 93.

Para realizar la **diferencia de los presupuestos** de pavimento flexible de los dos métodos, se tomaron los parámetros del Reglamento de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas, con esto fueron determinadas las partidas que se incluyeron en cada presupuesto realizado, se analizaron las partidas que se requieren antes y durante la ejecución de un pavimento así como también el acabado que el pavimento requiera para la circulación de los vehículos, cada actividad o partidas fueron determinado por un costo, para poder obtener el costo de cada partida, realizamos el análisis de precios unitarios con la norma de Costos y Presupuestos en Edificación CAPECO, con la ayuda de esta normas y reglamentos determinamos los Presupuestos de los métodos mencionados que podemos observar en el siguiente Grafico.



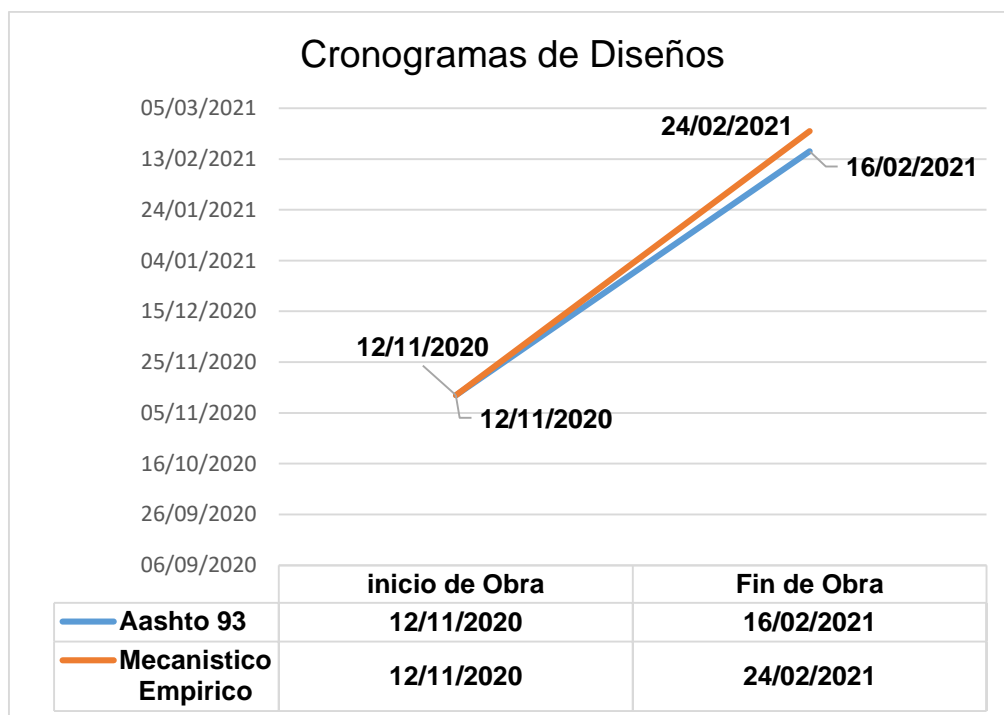
**Grafico 8** Comparación de Presupuestos Aashto 93 y Mecanistico Empirico

Según Huallpa & Estrada, (2019) en sus resultados se puede interpretar que la direncia economica no tiene una diferencia considerable, pero si existe una variabilidad entre los presupuestos, puesto que el metodo mecanistico empirico

considera al momento de elaborar el diseño una determinada reacción de falla que el pavimento puede tener durante su ciclo de vida, en diferencia al método Aashto 93 no presenta este análisis por lo tanto se puede decir que este método no tiene eficiencia en este aspecto para estimar un costo de mantenimiento.

De los aportes de Huallpa & Estrada y mis resultados podemos interpretar que para el Aashto no podemos Realizar un costo determinado para su mantenimiento y que los espesores de Diseño determina el presupuesto porque la ejecución de actividades para las capas de estructura de diseño son las partidas principales para el presupuesto, por otro lado en mi presupuesto el método Mecanístico Empírico tiene un monto mayor al Aashto esto se debe que hay diferencia de Espesor la Carpeta Asfáltica pero aunque el método Aashto 93 tiene mayor espesor en la Sub-base y base aun con esto tenemos una variedad de precio y el método Aashto no supera en costo al Mecanístico Empírico.

Para la **diferencia de Cronogramas de Ejecución** se realizaron mediante Barras Gant en el software Project 2016 se utilizaron los rendimientos de cada partida que fueron elaboradas en los análisis de costos unitarios, con estos datos podremos calcular el tiempo estimado de duración de cada partida al proyectar en esta herramienta digital.



*Grafico 9 Cronogramas de Diseños*

Podemos interpretar que se realizó una planificación de Obra para cada diseño de estructura de pavimento donde se van uniendo las partidas unas después de otras de comienzo y termino, también partidas que empiezan al mismo tiempo, esto varia de según el planificador en como valla sectorizando las partidas, en el Grafico podemos ver el inicio y el termino de los cronogramas.

De mis aportes se puede afirmar el metodo Mecanistico Empiricio muestra espeores con valores menores a diferencia del metodo Aashito 93, pero pese a esto el Mecanistico tiene a una duración mayor en Cronograma proyectado al Metodo Aashto 93 esto se debe que el Mecanistico Empirico obtiene mayor demanada en cuanto al tiempo de duracion por la carpeta asfaltica y la escarificacion de la subrasante, tambien podemos interpretar que la variacion que existe entre los dos cronogramas es 8 dias aproxmadamente, esto tambien se podria igual si el planificador o el ingeniero responsable toma como ruta critica la carpeta asfaltica aumentando la produccion de ejecucion y agregandole mas recursos a a esta partida esto tambien podria que el presupuesto aumento o tenga un valor agregado en esta partida.

## VI. CONCLUSIONES

- 1) En lo general los resultados que se obtuvieron de esta presente investigación al realizar un estudio comparativo empleando el Método Aashto 93 y Mecanístico Empírico se concluye que Aashto 93 es el más conveniente su normativa que está vigente y esta avenida no cuenta con un nivel alto de tráfico y que se sigue aplicando este método también se concluye que a pesar que el Método Mecanístico Empírico tiene muchos años como nuevo método de diseño, no se está empleando en el Perú a falta de información si bien existe un manual pero esto esta con normas de la Misma AASHTO, también no es muy aplicable el método Mecanístico por las siguientes razones, primero por lo que se requiere de un software que no es muy conocido y no fácil de conseguir de la misma forma no hay cursos o capacitaciones en donde enseñen aplicar el software y segundo es que deberíamos enfocarnos más en métodos nuevo y la implementación de Software para el diseño, con esta metodología serían una mejora continua para el diseño de Pavimentos.
  
- 2) En cuanto a la comparación de la estructura de pavimento empleando del método Aashto 93 y Mecanístico Empírico, se puede concluir que el método Aashto 93 mayormente adopta valores mayores en su paquete estructural (**carpeta asfáltica = 5cm, Base = 20cm , sub Base = 20 cm**) , por otro lado el Mecanístico Empírico contiene un paquete estructural (**carpeta asfáltica = 7.5cm, Base Granular= 10cm , sub Base Granular = 10 cm**) se concluye que el método Aashto 93 es de mayor espesor en las capas de sub-base y base , es importante decir que las estructuras de ambos cumplen con las normas del MTC Manual de Carreteras, pese a que los dos cuentan con diferentes espesores en la estructura y que el mecanístico empírico su diseño estructural es el más confiable.
  
- 3) En cuanto a la diferencia de presupuestos se determinaron con los datos obtenidos de cada metodología de diseño, concluyendo que el presupuesto con el método Aashto 93 = **S/2,549,089.09** y con el Método Mecanístico Empírico = **S/2,799,964.39** la variabilidad en cuanto a Costo encontramos al

realizar los presupuestos de cada Método según la estructura de diseño, con S/286,060.82 de diferencia en cuanto a costo el método Mecanístico empírico es más elevado, en aproximadamente un 8 % que el presupuesto del método Aashto 93 entonces también se concluye que económicamente por el método Aashto 93 es más conveniente.

- 4) En cuanto a la diferencia de Cronograma de Ejecución los datos de estudio y análisis pudimos obtener su Cronograma de cada Metodología en donde el Aashto 93 tiene una Duración en su Cronograma de **total 66 días** de inicio a fin de Obra y para el método Mecanístico Empírico **total 75 días** de la misma manera de inicio a fin de obra , se concluye que se debe a la diferencia de espesores en la estructura de diseño pese que el Aashto tiene mayor espesor en su estructura, esta variación de **9 días** es más por mayor espesor en la Carpeta Asfáltica del método Mecanístico Empírico.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1) Recomiendo que se continúe empleando en temas de Investigación con este método nuevo de Mecanístico Empírico ya que en el Perú todavía no es utilizado, ya que se requiere de un software que no es muy comercial, pero su metodología y análisis de Diseño son mejores que el Método Aashto 93 ya que con el software podemos utilizar modelos de predicción y más variedad de material que el mismo software ofrece y puede analizar y también que este método tiene a ser conveniente y práctico para el diseño de pavimentos.
- 2) Cuanto a la estructura a la estructura de diseño de pavimento se recomienda que estos cumplan con las normas y parámetros requeridos por el MTC, para que estos valores sean confiables y no tengan fallas o tipo de años prematuramente en su estructura de pavimento posteriormente a su ejecución.
- 3) En cuanto al Presupuesto se recomienda que se debe tener en cuenta y tener bien mapeado los metrados y el análisis de costos unitarios, ya que de esto depende la variabilidad de costo en cada presupuesto, también tener mucha prioridad en analizar las partidas más fuertes como movimiento de tierras y pavimentos ya que son la mayoría en costo de un presupuesto.
- 4) Para el Cronograma se recomienda tener en cuenta los rendimientos que se utilizaron para hallar los precios unitarios del presupuesto, esto es esencial para llegar para no tener diferencia en la duración de cada actividad que se va programar en el Cronograma de Obra a realizar, también es recomendable insertar hitos en puntos clave e iniciar una partida importante.



## REFERENCIAS

**American Society for Testing and Materials - ASTM.**

**Arenas, Antonio. 2017.** *Analisis comparativo de los metodos (AASHTO 93, BOUSSINESQ, Abacos de Colorado), para el calculo del espesor de moejramiento de subrasante en la carretera Dv. Las Vegas-Tarma, Provincia de Tarma-Region Junin.* Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Universidad Nacional de San Martin-Tarapoto. Tarapoto : s.n., 2017.

**Arias, Fidas. 2012.** *El proyecto de Investigación.* Caracas : s.n., 2012.

**Briceño, Luis y Narcizo, Willy. 2019.** *Analisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologias de la AASHTO 93 y la del Instituto del Asfalto para el camino vecinal de Julcan al Caserio de Chuan parte baja, Distrito de Julcan, Provincia de Julcan, La Libertad.* Facultad de Ingenieria, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : s.n., 2019.

**carlos, Chang. 2017.** *Criterios de Diseño de Pavimento utilizando Metodos Mecanistico- Empirico.* 2017.

**Comunicaciones, Ministerio de Transportes y. 2013.** *Manual de Carreteras.* Lima : ICG Instituto de Construccion y Gerencia, 2013.

**Cordo, Oscar. 2006.** *Diseño de Pavimentos AASHTO-93.* La Paz - Bolivia : s.n., 2006.

**Diaz, Renny. 2013.** *Estudio de caracterización Climatica de la precipitacion Pluvial y temperatura del aire para las cuencas de los rios Coata e llave.* Puno : s.n., 2013.

**Donelli, Nayara, y otros. 2015.** *Evaluación de desempeño por MEPDG: el efecto de diferentes espesores de pavimentos flexibles.* São Carlos, Brasil : s.n., 2015.

**Edeficaciones, Reglamento Nacional de. 2010.** *NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS.* Lima : s.n., 2010.

**Edificacion, Reglamento nacional de. 2006.** *Norma GE.030.* 2006.

**Edificaciones, Ministerio de Vivienda Reglamento Nacional de. 2018.** *E.050 Suelos y Cimentaciones .* 2018.

**Edificaciones, Reglamento nacional de. 2006.** *Norma GE.020.* 2006.

**Editorial, UCV. 2017.** *Referencias estilo ISO 690 y 690-2.* Universidad Cesar

Vallejo. Lima : s.n., 2017.

**Finanzas, Mnisterio de Economia. 2015.** *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* Lima Peru : s.n., 2015.

**GERENCIA)-AGOSTO, ICG (INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y. 2015..** *GUIA DE DISEÑO MECANISTICO-EMPIRICO DE PAVIMENTOS.* Lima : s.n., 2015.

**Gonzalo, Duque y Carlos, Enrique. 2002.** *Mecanica de Suelos.* s.l. : UNIVERSIDAD NACIONAL, SEDE MANIZALES., 2002.

**Hernandez Roberto, Fernandez Carlos, Baptista Maria. 2014.** *Metodologia de la Investigacion.* 2014.

**Huallpa, Hector y Estrada, Jhon. 2019.** *Optimizacion del diseño de un pavimento alternativo mediante la aplicacion del metodo mecanistico empirico MEPDG para la avenida Circunvalacion Este de la ciudad de Juliaca.* Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Universidad Peruana Union. Juliaca : s.n., 2019.

**Kaya, Orhan. 2015.** *Investigation of AASHTOWare Pavement ME Design/Darwin-METM performance prediction models for Iowa pavemen analysis and design.* Iowa State University. Iowa : s.n., 2015.

**Mena, Wilmer. 2013.** *Implementacon del Modelo Climatico de la MEPDG AASHTO 2008 en colombia para tres condiciones climaticas.* FACULTAD INGENIERIA CIVIL, Universidad EAFIT. Medellin : s.n., 2013.

**Minaya A, Ordoñez A. 2014.** *Desseño Moderno de Pavimentos. Estudio de Transito para Diseño de Pavimentos.* Lima : s.n., 2014, págs. 87-105.

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología. 2013.** 2013.

**Ministerio, del Ambiente. 2016.** *El Peru y el cambio climatico, tercera Comunicacion Nacional del Peru ala Convencion Marco de las NAcciones Unidas sobre el Cambio Climatico.* PERu : s.n., 2016.

**MUNDACA, NG. FERNANDEZ. 2015.** *PAVIMENTOS.* 2015.

**Oscar, Cordo. 2006.** *Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO 93.* La Paz : instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos, 2006.

**2015.** *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* Lima-PERu+ : s.n., 2015.

- Peruana, Norma Tecnica. 2010.** *Metrados para obras de edificaciones y Habilitaciones Urbanas* . 2010.
- Pichardo, Allam y García, Cesar. 2014.** *Estudio Comparativo entre el metodo AASHTO 93 y el metodo CEBTP para Diseño de Estructura de Pavimento Flexible*. Facultad de Ciencia y Tecnologia, Universidad Nacional Pedro Henriquez Ureña. Santo Domingo : s.n., 2014.
- Ramos, Jesus. 2014.** *Costos y Presupues en Edificacion*. Lima Peru : s.n., 2014.
- Rodriguez, Mario, Echaveguren, Tomas y Thenoux, Guillermo. 2017.** *Inclusión de confiabilidad en el método de diseño de pavimentos flexibles AASHTO-93 integrando modelos de deterioro de pavimentos*. Santiago de Chile-Chile : s.n., 2017.
- Saldaña, David. 2013.** *Estudio comparativo de sensibilidad de la metodología de diseño estructural de pavimentos flexibles metodo AASHTO 93 y ME-PDG*. Escuela de Ingenieria, Pontifica universidad catolica de chile. Santiago de Chile : s.n., 2013.
- Scavone, Martin. 2019.** *IMPLEMENTATION OF A MECHANISTIC-EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN METHOD FOR URUGUAYAN ROADWAYS*. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia : s.n., 2019.
- Suarez, carlos. 2002.** *Costo y tiempo en Edificacion*. Mexico : s.n., 2002.
- Terrones, Giancarlos. 2018.** *Diseño estructural del pavimento flexible utilizando metodo de AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas-Piura*. Facultad de Ingenieria, Universidad Cesar Vallejo. Piura : s.n., 2018.
- Trejos, Christopher y Avila, tania. 2017.** *Costa Rica´s Mechanical Empirical Design Software for Flexible Pavements CRME*. Facultad de Ingenieria, Universidad de Costa Rica. 2017.
- Villalaz, Ing. Carlos Crespo. 2004.** *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*. MEXICO : s.n., 2004.
- Wilmer, Guaño. 2016.** *Estudio comparativo de diseño entre pavimento flexible convencional y pavimento flexible con base estabilizada con cemento de la via paso lateral de Jaramijo Provincia de Manabi*. Facultad de Ciencias Matematicas y Fisicas Carrera de Ingenieria Civil, Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2016.
- Xian, Xun y Lee, Warren. 2017.** *ONTARIO'S LOCAL CALIBRATION OF THE*

*MEPDG DISTRESS AND PERFORMANCE MODELS FOR FLEXIBLE ROADS: A SUMMARY.* Pavement and Foundation Section, Ministry of Transportation of Ontario. Toronto-Canada : s.n., 2017.

**Yapuchura, Hugo. 2018.** *Comparativo técnico-económico entre metodologías ASSHTO93 e IA, para el diseño de pavimento flexible de la variante de la carretera PE-26B,2018.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018.

**ANEXO 1**

**Matriz Operacionalización de Variable**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
PAVIMENTO FLEXIBLE	El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes. (Edeficaciones, 2010)	La variable pavimento flexible se analizará en función a sus dimensiones Estructura de pavimentos, Presupuesto, Programación que así mismo trabajaran con sus indicadores	Estructura de Pavimento	Sub-rasante	Razón
				Base	
				Carpeta asfáltica	
			Presupuesto	costos	Razón
				metrado	
				P.U	
Programación	Tiempo de Ejecución	Razón			
METODOS ASHTOO 93  Y MECANISTI CO-EMPIRICO	Método AASHTO 93 este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento. Comunicaciones, 2013, p.152  Método Empírico Mecanistico el método utiliza los principios teóricos de la mecánica racional para predecir el comportamiento (esfuerzos y deformaciones) de los elementos de la estructura de pavimentos	La variable Método AASHTO 93 y Método Empírico Mecanistico se analizara en función de sus dimensiones suelo de fundación, tráfico vehicular, estudio climatológico que estas así mismo trabajaran con sus indicadores	Suelo de fundación	Capacidad portante	Razón
			Tráfico vehicular	Clasificación de vehículos	Razón
			Estudio Climatológico	Clima	Razón
				Precipitaciones	




## Matriz de consistencia



Estudio Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible empleando el Método Aashto 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos 2020							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Hipótesis Principal</b>	<b>Variable Independiente:</b> METODOS AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO	Suelo de fundación	Capacidad de portante	RNE. CE.010 .Pavimntos Urbanos Ensayo de CBR NTP 339.145	<b>Metodo :</b> Cientifico <b>Tipo:</b> Transversal <b>Nivel:</b> Correlacional Causal <b>Diseño:</b> No Experimental <b>Poblacion:</b> red vial Av. Cordillera Blanca <b>Muestra:</b> en total 3 muestras en 10800 m2 de la Av. Cordillera blanca. <b>Tecnica:</b> Analisis documental y analisis de contenido <b>Instrumento:</b> Formato de ensayos y calculos obtenidos
¿Cómo evaluar el estudio comparativo de diseño pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020?	Realizar el estudio comparativo de diseño pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020	El estudio comparativo empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico logra un diseño óptimo para el diseño de pavimento flexible Chorrillos-2020.		Tráfico vehicular	Clasificación de Vehiculos	Manual de Carreteras MTC 2013 (Formato de conteo vehicular)	
<b>Problema Especifica</b>	<b>Objetivo Especifica</b>	<b>Hipótesis Especifica</b>		Estudios climatológicos	Temperatura	Datos estadísticos de SENAMHI	
					Precipitaciones		
¿Cuál será la diferencia de los espesores de la estructura pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020?	Realizar la comparación de la estructura del pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020	La comparación de la estructura del pavimento ayudará a desarrollar el diseño de pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020	<b>Variable dependiente:</b> PAVIMENTO FLEXIBLE	Estructura del pavimento	Sub-rasante	Software AshtoWare (Excel)	
					Base		
					Carpeta Asfaltica		
¿Cuál será la diferencia entre los presupuestos del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020?	Realizar la diferencia de los presupuestos del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020	La comparación de los presupuestos ayudará a determinar el costo en el diseño del pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020		Presupuesto	costos	Herramienta Presupuesto (Excel)	
				metrado			
				P.U			
¿Cuál será la diferencia entre las programaciones del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020?	Realizar la diferencia de los cronogramas de ejecución del pavimento flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020	La comparación del cronograma ayudará a determinar el tiempo en el diseño del pavimento empleando el Método AASHTO 93 y Mecánístico-Empírico, Chorrillos-2020		Programación	Tiempo de ejecucion	Herramienta programacion ( Project)	

## ANEXO 2

Validación de instrumentos de recolección de datos por:





Ing. José Luis Benites Zúñiga.

REVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Recibidos x   

 **jesus suica** 27 jun. 2020 16:21 (hace 7 días) 

Buenas tardes Ing. Benites , le escribe el alumno Suica Macazana, Jesus Andres, estudiante del IX Ciclo de Proyecto de Investigación de la Universidad César Val

---

 **JOSE LUIS** 27 jun. 2020 21:21 (hace 7 días)   

para mí ▾

Estimado (a). Suica Macazana, Jesus Andres

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado "Estudio Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible empleando el Método AASHTO 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.



**Atte. Mg. Jose Luis Benites Zúñiga**  
**Ingeniero Civil**  
**CIP 126769**

...

—  
Atte.  
Ing. Jose Luis Benites Zúñiga

OK. GRACIAS. MUCHAS GRACIAS.

---

 Responder  Reenviar

# Instrumento de recolección de datos N°1

UCV		INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS					PI - 2020	
		PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO EMPLEANDO METODO AASHTO 93 Y MECANICSTICO EMPIRICO CHORRILLOS 2020				Revisión :	0
		FICHA TECNICA DE INVESTIGACIÓN					Fecha :	
		FORMATO:	PROTOCOLO DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Hoja :	1 de 1
UBICACIÓN						Fecha:		
Elemento:						Zona de trab.:		
Planos Ref.:								
Equipos:						Responsable:	SUICA MACAZANA, JESU ANDRES	
						Progresiva:		
						N° Laboratorio:		
I. Descripción del Trabajo (Ensayo Granulométrico por Tamizado):								
II. Control del Trabajo del Ensayo Granulométrico por Tamizado								
		Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	A Peso Retenido gr. REAL	B % Pasante	% Mas Grueso	% Mas Fino	PESO TOTAL DE LA MUESTRA (P.T.M.)
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4						[ ] gr.
		3						
		2 1/2						
		2						
	GRANVA	GRUESA	1 1/2					
			1					
			3/4					
		FINA	1/2					
			3/8					
			1/4					
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q P.T.M.	ARENA	GRUESA	Nº 8					
			Nº 10					
			Nº 16					
		MEDIA	Nº 20					
			Nº 30					
			Nº 40					
	FINA	Nº 50						
		Nº 60						
		Nº 80						
		Nº 100						
		Nº 200						
			P Nº 200					
	VÍA SECA		[ ]	VÍA HÚMEDA		[ ]	CARACTERÍSTICAS DE MUESTRA ENSAYADA	
	IV. Observaciones:							
V. Aprobación Final								
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DEL LABORATORIO			INGENIERO		
NOMBRE			NOMBRE			NOMBRE		
FECHA			FECHA			FECHA		



## Instrumento de recolección de datos N°2

UCV		INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				PI - 2020																																																																																																																																						
		PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO EMPLEANDO METODO AASHTO 93 Y MECANICSTICO EMPIRICO CHORRILLOS 2020			Revisión :	0																																																																																																																																					
		FICHA TECNICA DE INVESTIGACIÓN				Fecha :																																																																																																																																						
		FORMATO:	PROTOCOLO DE ENSAYO DEL PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS EN SUELOS			Hoja :	1 de 1																																																																																																																																					
UBICACIÓN					Fecha:																																																																																																																																							
Elemento:			Zona de trab.:																																																																																																																																									
Planos Ref.:																																																																																																																																												
Equipos:			Responsable:	SUICA MACAZANA, JESU ANDRES	Progresiva:																																																																																																																																							
				N° Laboratorio:																																																																																																																																								
<b>I. Descripción del Trabajo (Ensayo de Densidad Relativa):</b>																																																																																																																																												
<b>II. Control del Trabajo del Ensayo de Densidad Relativa:</b>																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">LIMITE LIQUIDO</th> <th colspan="2">LIMITE PLASTICO</th> <th colspan="3">LIMITE DE CONTRACCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° DE CAIDAS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>N° DE CAPSULA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° DE CAPSULA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>WTh , gr</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>WTh , gr</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>V1= V CAPSULA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>WTS , gr</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>W CAPSULA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>W CAPSULA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>W<math>\omega</math></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>W<math>\omega</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>W SECO , gr</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>W SECO , gr</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H prom cm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\omega</math> , (%)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Diametro cm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>V2= V SECO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>W<math>\omega</math></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>W SECO , gr</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>L.C. (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(P.R.A.)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">LL:</td> <td style="width: 25%;">LP:</td> <td style="width: 25%;">LC:</td> <td style="width: 25%;"> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td>IP:</td> <td>IC:</td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">TIPO DE SUELO:</p>							LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		LIMITE DE CONTRACCION			N° DE CAIDAS						N° DE CAPSULA			N° DE CAPSULA						WTh , gr			WTh , gr						V1= V CAPSULA			WTS , gr						W CAPSULA			W CAPSULA						W $\omega$			W $\omega$						W SECO , gr			W SECO , gr						H prom cm			$\omega$ , (%)						Diametro cm									V2= V SECO									W $\omega$									W SECO , gr									L.C. (%)									(P.R.A.)			LL:	LP:	LC:			IP:	IC:	
LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		LIMITE DE CONTRACCION																																																																																																																																						
N° DE CAIDAS						N° DE CAPSULA																																																																																																																																						
N° DE CAPSULA						WTh , gr																																																																																																																																						
WTh , gr						V1= V CAPSULA																																																																																																																																						
WTS , gr						W CAPSULA																																																																																																																																						
W CAPSULA						W $\omega$																																																																																																																																						
W $\omega$						W SECO , gr																																																																																																																																						
W SECO , gr						H prom cm																																																																																																																																						
$\omega$ , (%)						Diametro cm																																																																																																																																						
						V2= V SECO																																																																																																																																						
						W $\omega$																																																																																																																																						
						W SECO , gr																																																																																																																																						
						L.C. (%)																																																																																																																																						
						(P.R.A.)																																																																																																																																						
LL:	LP:	LC:																																																																																																																																										
	IP:	IC:																																																																																																																																										
<b>IV. Observaciones:</b>																																																																																																																																												
<b>V. Aprobación Final</b>																																																																																																																																												
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DEL LABORATORIO		INGENIERO																																																																																																																																								
NOMBRE		NOMBRE		NOMBRE																																																																																																																																								
FECHA		FECHA		FECHA																																																																																																																																								

# Instrumento de recolección de datos N°3

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	
UCV	LIMITES DE CONSISTENCIA ( ATTERBERG)
Proyecto	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO EMPLEANDO METODO AASHTO 93 Y MECANICSTICO EMPIRICO C
Responsable	SUICA MACAZANA JESUS ANDRES
Lugar	
Fecha	
Progresiva	
Numero de muestra	

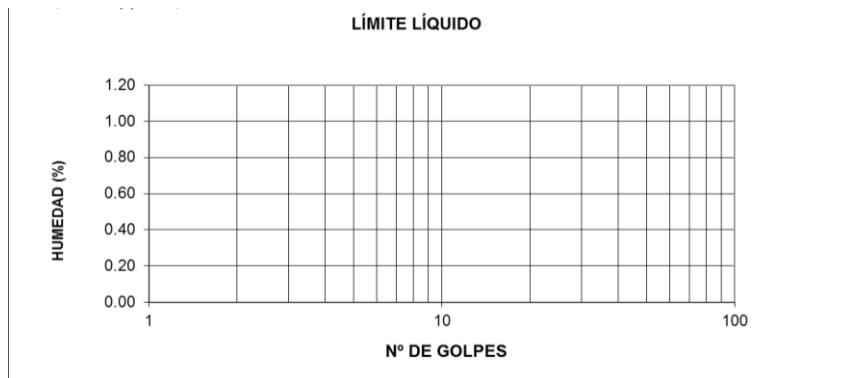
PASOS	LIMITE LIQUIDO			
	Numero de taras			
	1	2	3	4
Numero de Golpes				
Peso de Tara (gr)				
Peso tara + Suelo Humedo (gr)				
Peso tara + Suelo Seco (gr)				
Peso de agua (gr)				
Peso de Suelo Seco(gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Promedio de Contenido de Humedad				

PASOS	LIMITE PLASTICO			
	Numero de taras			
	1	2	3	4
Numero de Golpes				
Peso de Tara (gr)				
Peso tara + Suelo Humedo (gr)				
Peso tara + Suelo Seco (gr)				
Peso de agua (gr)				
Peso de Suelo Seco(gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Promedio de Contenido de Humedad				

PASOS	Contenido de Humedad (%)			
	Numero de taras			
	1	2	3	4
Numero de Golpes				
Peso de Tara (gr)				
Peso tara + Suelo Humedo (gr)				
Peso tara + Suelo Seco (gr)				
Peso de agua (gr)				
Peso de Suelo Seco(gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Promedio de Contenido de Humedad				

LL:	IP:	LP:	LC:
-----	-----	-----	-----

TIPO DE SUELO:



V. Aprobación Final		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE
FECHA	FECHA	FECHA

## Instrumento de recolección de datos N°4

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	
<b>UCV</b>	<b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)</b>
<b>Proyecto</b>	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO EMPLEANDO METODO AASHTO 93 Y MECANICSTICO EMPIRICO CHORRILLOS 2020
<b>Responsable</b>	SUICA MACAZANA JESUS ANDRES
<b>Lugar</b>	CHORRILLOS
<b>Fecha</b>	
<b>Progresiva</b>	
<b>Numero de muestra</b>	

COMPACTACION C B R						
MOLDE	1		2		3	
Altura Molde mm. N° Capas N°Golg x Capa						
<b>Cond. Muestra</b>	sin sumergir	DESPUES	sin sumergir	DESPUES	sin sumergir	DESPUES
P. Húm.+ Molde Peso Molde (gr) Peso Húmedo (gr) Vol. Molde (cc) Densidad H.(gr/cc)						
Número de Ensayo						
P.Húmedo + Tara Peso Seco + Tara Peso Agua (gr) Peso Tara (gr) P. Muestra Seca Cont. Humedad						
<b>Cont.Hum.Prom.</b>						
<b>DENSIDAD SECA</b>						

ENSAYO EXPANSION											
TIEMPO ACUMULADO			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
			LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
Fecha	Hora	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)

ENSAYO PENETRACION											
PENETRACION			MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
Tiempo	(mm)	(pulg)	Dial	LBS	Lb/pug2	Dial	LBS	Lb/pug2	Dial	LBS	Lb/pug2

V. Aprobación Final		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	DOCENTE
<b>NOMBRE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>NOMBRE</b>
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>

Formatos de Recolección de Datos Firmados por Ingeniero Luis Alberto León

UCV		INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS					N° 0000			
		PROYECTO	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 53 Y MECANÍSTICO EMPÍRICO, CHORRILLOS 2020			Nombre	9			
		FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN							Fecha	
		FORMATO	PROTÓCOLO DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TALENADO			Tip	1 de 1			
Aplicación								Fecha		
Elemento										
Proceso Ref										
Estado				Responsable	LUIS ALBERTO LEÓN ORTIZ		Programa			
							IN Laboratorios			
B Descripción del Trabajo (Ensayo Granulométrico por Talleado)										
C Control del Trabajo del Ensayo Granulométrico por Talleado										
LABORATORIO	MUESTRA	CANTIDAD	Tamaño	A	B	C	D	RESIDUO TOTAL DE LA MUESTRA		
				Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)			
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	SUELO	SUELO	0					<input type="text"/> %		
			1							
			2.50							
			5							
			10							
	SUELO	SUELO	15							
			20							
			25							
			30							
			35							
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	SUELO	SUELO	40							
			45							
			50							
			55							
			60							
	SUELO	SUELO	65							
			70							
			75							
			80							
			85							
EN SELLA		<input type="text"/>	EN HANCO		<input type="text"/>					
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO										
D Observaciones										
E Firmas del Ensayo										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DEL LABORATORIO			 Luis Alberto León Ortiz ING. CIVIL R. CIP. N° 1469790				
NOMBRE			NOMBRE			NOMBRE				
FECHA			FECHA			FECHA				

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

**UCV**

**LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)**

Proyecto	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO EMPIRICO CHORRILLOS 2020
Responsable	SILVA MALAZANA JESUS ANDRES
Lugar	
Fecha	
Progresos	
Numero de muestra	

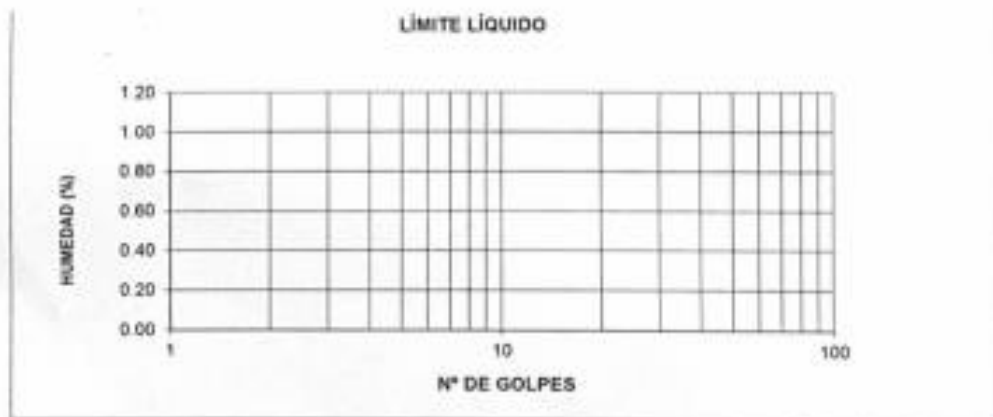
PASOS	LIMITE LIQUIDO			
	Numero de tomas			
	1	2	3	4
Numero de Golpes				
Peso de Tara (gr)				
Peso tara + Suelo Humedo (gr)				
Peso tara + Suelo Seco (gr)				
Peso de agua (gr)				
Peso de Suelo Seco (gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Promedio de Contenido de Humedad				

PASOS	LIMITE PLASTICO			
	Numero de tomas			
	1	2	3	4
Numero de Golpes				
Peso de Tara (gr)				
Peso tara + Suelo Humedo (gr)				
Peso tara + Suelo Seco (gr)				
Peso de agua (gr)				
Peso de Suelo Seco (gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Promedio de Contenido de Humedad				

PASOS	Contenido de Humedad (%)			
	Numero de tomas			
	1	2	3	4
Numero de Golpes				
Peso de Tara (gr)				
Peso tara + Suelo Humedo (gr)				
Peso tara + Suelo Seco (gr)				
Peso de agua (gr)				
Peso de Suelo Seco (gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Promedio de Contenido de Humedad				

LL	IP	LP	IC	LC
----	----	----	----	----

TIPO DE SUELO



<b>V. Aprobación Final</b>		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	INGENIERO Luis Alberto León Ortiz ING. CIVIL R. CIP. N° 169799
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE <i>Luis</i>
FECHA	FECHA	FECHA 25-11-20

## INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

<b>UCV</b>	<b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)</b>
<b>Proyecto</b>	ESTUDIO COMPARATIVO DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANICSTICO EMPIRICO CH
<b>Responsable</b>	SUICA MACAZANA JESUS ANDRES
<b>Lugar</b>	CHORRELOS
<b>Fecha</b>	
<b>Progresiva</b>	
<b>Numero de muestr</b>	

### COMPACTACION C B R

MOLDE	1		2		3	
Altura Molde mm						
N° Capas						
N°Golp x Capa						
<b>Cond. Muestra</b>	sin sumergir	DESPUES	sin sumergir	DESPUES	sin sumergir	DESPUES
P. Hum + Molde						
Peso Molde (gr)						
Peso Humedo (gr)						
Vol. Molde (cc)						
Densidad H (g/cc)						
Numero de Ensayo						
P. Humedo + Tara						
Peso Seco + Tara						
Peso Agua (gr)						
Peso Tara (gr)						
P. Muestra Seca						
Cont. Humedad						
Cont.Hum.Prom.						
<b>DENSIDAD SECA</b>						


### ENSAYO EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
			LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
Fecha	Hora	(Dias)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)

### ENSAYO PENETRACION

PENETRACION			MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
			Dial	LBS	Lb/pug2	Dial	LBS	Lb/pug2	Dial	LBS	Lb/pug2
Tiempo	(mm)	(pulg)									

### V. Aprobación Final

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DEL LABORATORIO</b>	 <b>INGENIERO</b> Luis Alberto León Ortiz ING. CIVIL R. CIP. N° 160730
<b>NOMBRE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>NOMBRE</b>
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>

## ANEXO 5

### Hoja de cálculo diseño de pavimento flexible Aashto 93

#### 1. EXPLORACIÓN DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE (CBR de diseño)

Tiene por objetivo la determinación del denominado California Bearing Ratio (CBR), llamado también relación de soporte de California o índice CBR, mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas en comparación con la resistencia que ofrecen un material de piedra triturada estandarizado.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo con su “grado de alteración”, con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR será diferente en cada caso, así se tiene:

- Determinación del CBR de suelos perturbados y pre moldeados.
- Determinación del CBR de suelos inalterados.
- Determinación del CBR in situ.

Para el presente proyecto se determinó el CBR de diseño, obteniéndose el siguiente resultado:

*Cuadro 1 CBR de diseño*

Nº	Calicata	Prof. (m)	CLASIFICACIÓN SUCS / AASHTO	CBR a 100% de MDS (2.5 mm)	CBR de diseño
1	C – 1 (M – 2)	1.50	SP / A – 3 (0)	10.8 %	<b>10.8 %</b>
2	C – 2 (M – 2)	1.50	SP / A – 3 (0)	12.3 %	
2	C – 3 (M – 2)	1.50	SP / A – 3 (0)	10.9 %	

De acuerdo a la auscultación de calicatas se determinó un CBR de diseño de 8.2%, por consiguiente, este valor induce por la importancia de la vía, que el terreno de fundación no requiere de un mejoramiento de suelos. Por lo que la subrasante tiene buenas propiedades de capacidad portante como se muestra en el cuadro 2.

*Cuadro 2 Categorías de Subrasante*

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

Según el cuadro 2 se considera como materiales aptos para las capas de la subrasante los suelos con un CBR igual o mayor al 6% - S<sub>2</sub>: Subrasante regular.

## ESTUDIO DE TRÁFICO

### METODOLOGÍA

Tiene por objetivo la determinación del denominado Número de Ejes Equivalentes (N), para ello se debe estudiar las condiciones del tráfico actual y proyectarlas durante la vida útil del proyecto. Las condiciones del tráfico actuales están definidas por su composición y cantidad de vehículos. Estas condiciones actuales de tráfico se proyectan para la vida útil del proyecto que en este caso se establece en 10 años.

La proyección se realiza mediante el empleo de Ejes Equivalentes, previo a ello se normaliza el efecto de los distintos tipos de vehículos a un efecto equivalente normativo de 18 000 libras.









Para la determinación de la cantidad de vehículos se necesita realizar el conteo de los mismos desde una estación de la vía, el conteo es realizado por especialistas y arroja un parámetro denominado IMD, para cada tipo de vehículo.

### NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

En primer lugar, se realiza el conteo de vehículos desde una estación estratégica, se obtiene en el cuadro 3, con los valores de IMD para cada tipo de vehículo observado:









*Cuadro 3 IMD para vehículos de estudio*



DIA	BICICLETA	MOTO CAR	AUTO	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
				PICKUP	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4
DIAGRA.										
20/07/20	10	2	49	23	18	0	0	0	0	0
21/07/20	15	1	53	26	20	0	0	0	0	0
22/07/20	8	0	42	25	26	0	0	0	0	0
23/07/20	9	0	50	31	30	0	0	0	0	0
24/07/20	7	1	44	32	19	0	0	0	0	0
25/07/20	8	2	57	29	25	0	0	0	0	0
26/07/20	9	3	62	27	22	0	0	0	0	0
TOTAL	66	9	357	193	160	0	0	0	0	0
IMD	9	1	51	28	23	0	0	0	0	0









Posterior se normaliza la incidencia destructiva de los vehículos, multiplicando el IMD por el factor de destrucción. A continuación, en el cuadro 4 se detalla los Ejes Equivalentes para cada tipo de vehículo.

*Cuadro 4 Ejes equivalentes de vehículos*

DETALLE	BICICLETA	MOTO CAR	AUTO	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
				PICKUP	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4
										
IMD	9.429	1.286	51.000	27.571	22.857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PESO (T)	0.015	0.250	3.000	5.000	4.000	18.000	23.000	18.000	25.000	30.000
PESO DE EJE ESTANDAR (T)	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200
FACTOR DESTRUCTIVO	0.002	0.030	0.366	0.610	0.488	2.195	2.805	2.195	3.049	3.659
TASA DE CRECIMIENTO (%)	2.700	2.700	2.700	1.800	1.800	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
EJES EQUIVALENTES	0.0172	0.0392	18.6585	16.8118	11.1498	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Finalmente se realiza la proyección para los años de servicio (10 años), para cada tipo de vehículo, y se obtiene la suma final de ejes equivalentes. A continuación, se detalla en el cuadro 5 el Número de Ejes Equivalentes resultante.

*Cuadro 5 Número de Ejes Equivalentes*

DETALLE	BICICLETA	MOTO CAR	CAMIONETAS			BUS		CAMION			TOTAL
			AUTO	PICKUP	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4	
											
AÑO DE SERVICIO	NUMERO DE EJES EQUIVALENTES (N)										
1	3.14764808	7.15374564	3405.18293	3068.16202	2034.84321	0	0	0	0	0	8518.48955
2	6.38028267	14.5006424	6902.30579	6191.55096	4106.31359	0	0	0	0	0	17221.0513
3	9.70019838	22.0459054	10493.851	9371.1609	6215.07044	0	0	0	0	0	26111.8284
4	13.1097518	29.7948905	14182.3679	12608.0038	8361.78491	0	0	0	0	0	35195.0612
5	16.6113632	37.7530982	17970.4747	15903.1099	10547.1402	0	0	0	0	0	44475.0893
6	20.2075181	45.9261775	21860.8605	19257.5279	12771.832	0	0	0	0	0	53956.3541
7	23.9007692	54.3199299	25856.2866	22672.3254	15036.5682	0	0	0	0	0	63643.4009
8	27.693738	62.9403137	29959.5893	26148.5893	17342.0696	0	0	0	0	0	73540.8823
9	31.589117	71.7934478	34173.6811	29687.4259	19689.07	0	0	0	0	0	83653.5597
10	35.5896713	80.8856165	38501.5535	33289.9616	22078.3165	0	0	0	0	0	93986.3069

El resultado obtenido del cuadro 5 de Ejes equivalente es:

$$EE = 93,986$$

*Cuadro 6 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t en el carril de Diseño*

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE	T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE	T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE	T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE	T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE	T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE	T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE	T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Según el cuadro 6, el tipo de tráfico pesado expresado en EE es un T<sub>P1</sub> (por defecto).

El CBR de diseño será efectivamente:

$$CBR_{\text{diseño}} = 10.8 \%$$

En base al valor de CBR se puede obtener el Módulo Resiliente (Mr). Existen diversas fórmulas propuestas, pero en este proyecto se emplea la correspondiente a la

Mechanistic – Empirical Design of New and Rehabilitates Pavement Structures, NCHRP Design Guide 200.

*Cuadro 7 Número de Resiliencia (Mr)*

1. Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 7,2%
$M_R = 1.500 * CBR$
2. Para materiales de sub-rasante con CBR mayo de 7,2% pero menor o igual a 20,0%
$M_R = 3.000 * (CBR)^{0.65}$
3. Para materiales de sub-rasante con valores de CBR mayores a 20,0%, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia Guía de Diseño AASHTO-93:
$M_R = 4.326 * \ln(CBR) + 241$

Según el cuadro 7, el Módulo de resiliencia se calcula a partir del CBR de diseño según el ítem 2, obteniendo:

$$M_r = 3000 \times CBR^{0.65}$$

$$M_r = 14,087.91 \text{ psi}$$

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros necesarios para emplear la metodología propuesta por el AASHTO 93, son los siguientes:

#### Nivel de confiabilidad (R):

El factor de confiabilidad (R), se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. El Cuadro 06, permite obtener los niveles adecuados de Confiabilidad (R) para diferentes tipos de vías, clasificadas por la AASHTO 93, según su grado de servicio.

*Cuadro 8 Niveles recomendados de Confiabilidad (R)*

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	URBANA	RURAL
Autopista	85-99.9	80-99.9
Troncales	80-99	75-95
Locales	80-95	75-95
Ramales	50-80	50-80

El proyecto es una vía local urbana, por lo tanto, el valor de R, de acuerdo al cuadro 08 está entre 80-95, conservadoramente se adopta un valor de R = 90 %

#### **Coficiente Estadístico de desviación estándar normal para el nivel de confiabilidad adoptado (Zr):**

En base al nivel de confiabilidad (R), se emplea el Cuadro 09 proporcionado por el AASHTO.

*Cuadro 9 Valores de Zr, para diversos grados de Confiabilidad*

CONFIABILIDAD (R)	VALOR 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

✚ Del cuadro 9, el valor para una Confiabilidad de 90 % es el siguiente:

$$Z_r = -1.282$$

**Desviación Estándar (So):**

El valor de la desviación estándar (So) que se seleccione debe, ser representativo de las condiciones locales. El cuadro 10, elaborado por el AASHTO, recomienda los siguientes valores para So.

*Cuadro 10 Valores recomendados de Desviación Estándar (So)*

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Sin error en la proyección de tráfico	0.25
Con error en la proyección de tráfico	0.35 - 0.50

La proyección del tráfico posee incertidumbre, de acuerdo al cuadro 10, el valor de So está entre 0.35 – 0.50, conservadoramente se adopta un valor de So = 0.45

**Serviciabilidad:**

La Serviabilidad de un pavimento se ha definido como su habilidad de servir al tipo de tráfico proyectado. El AASHTO conceptualiza esta definición y lo denomina como ΔPSI (Índice de Serviabilidad del Pavimento), su valor varía desde 0 hasta 5, siendo 0 el valor en condiciones pésimas del

pavimento, y 5 el valor en condiciones de perfecto estado; para calcular este valor de  $\Delta PSI$ , se expresa:

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

El índice de Serviciabilidad Inicial ( $PSI_{inicial}$ ), se toma como 4.2, de acuerdo a recomendación del AASHTO.

El índice de Serviciabilidad Final ( $PSI_{final}$ ), se toma del Cuadro 11:

*Cuadro 11 Índice de Serviciabilidad Final ( $PSI_{final}$ )*

TIPO DE VÍA	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Autopista Urbana y troncales de mucho tráfico	2.50 - 3.00
Autopistas urbanas y troncales de tráfico normal, autopistas interurbanas	2.00 - 2.50
Vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1.80 - 2.00

El proyecto es una vía troncal urbana de tráfico normal, por lo tanto, el valor de  $PSI_{final}$  de acuerdo al cuadro 11 está entre 2.00 – 2.50, conservadoramente se adopta un valor de  $PSI_{final} = 2.50$

### NÚMERO ESTRUCTURAL

#### MÉTODO ANALÍTICO DEL AASHTO 93

El AASHTO propone la siguiente fórmula para hallar el Número Estructural:

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

$$0.4 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

Con los parámetros obtenidos, y la fórmula anterior se elabora el Cuadro 12.

*Cuadro 12 Número Estructural Calculado*

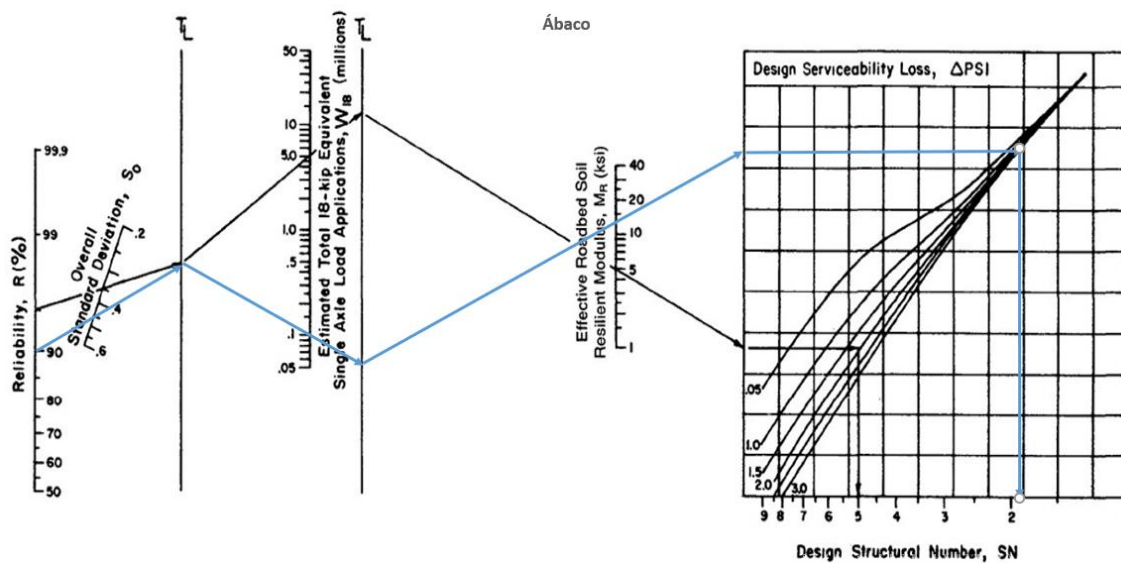
Detalle	Símbolo	Valor
Número de Ejes Equivalente	N	93,986
Capacidad de soporte de diseño	CBR	10.8
Módulo Resiliente	Mr	14,087.91
Nivel de Confiabilidad	R	0.90
Coficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal	Zr	-1.282

Desviación Estándar del Sistema	So	0.45
Índice de Serviciabilidad Inicial (IPSi)	Pi	4.2
Índice de Serviciabilidad Final (IPSi)	Pt	2.5
Índice de Serviciabilidad del Pavimento ( $\Delta$ PSI)	$\Delta$ PSI	1.7
<b>Número Estructural calculado</b>	<b>SN calculado</b>	<b>1.832</b>

### 1.1.1. MÉTODO DEL GRÁFICO AASHTO 93

AASHTO propone un nomograma para la obtención del Número Estructural, en dicho nomograma se traza las correspondientes líneas de diseño.

Ilustración 1 Número Estructural en nomograma según AASHTO 93



De acuerdo a la Ilustración 2, aproximadamente según ábaco el **SN = 1.850**  
 En resumen, se adopta el valor más conveniente, siendo este: **SN = 1.832**.

### ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Con el valor obtenido de Número Estructural (SN), se procede a definir los espesores de cada capa presente, en el proyecto se indica presencia de tres capas:

- Carpeta Asfáltica
- Base Granular (por calidad de materiales se exige CBR mayor a 80%)
- Sub base Granular (por calidad de materiales se exige CBR mayor a 40%)

### LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES

Están en base a las definiciones de cada capa, y de acuerdo al Cuadro 13, 14 Y 15, como se muestra:

Cuadro 13 Coeficientes Estructurales de las Capas del  
 pavimento  $a_i$  – Capa Superficial

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	$a_1$	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

*Cuadro 14 Coeficientes Estructurales de las Capas del pavimento  $a_i$  – Base*

<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

*Cuadro 15 Coeficientes Estructurales de las Capas del pavimento  $a_i$  – Subbase*

SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	as	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	as	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

## CALIDAD DE DRENAJE

En el procedimiento de diseño AASHTO se incluyen las tablas que relacionan la calidad de drenaje con el tiempo de remoción del agua y el tiempo de exposición a la saturación:

*Cuadro 16 Calidad de Drenaje*

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

**Fuente especificada no válida.**

## COEFICIENTE DE DRENAJE

El tiempo de remoción del agua ( $t_{50}$ ) es el periodo que requiere una determinada estructura en drenar el 50% del agua libre a partir de un estado saturado.

*Cuadro 17 Coeficiente de Drenaje  $m_i$*

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MEJOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAJOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

**Fuente especificada no válida.**

El tiempo de saturación es el porcentaje de tiempo de la vida útil durante el cual se prevé que la estructura se encontrará con niveles cercanos a la saturación



(humedad igual o mayor al 50% del agua libre de saturación).

**Para el diseño se ha adoptado un valor de 1.00 correspondiente a un drenaje bueno y que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próxima a la saturación, entre 5% y 25%.**

En el siguiente cuadro se resumen los coeficientes adoptados de acuerdo a cada capa del pavimento y los espesores mínimos normativos.

*Cuadro 18 Coeficientes adoptados para el diseño de las capas del pavimento*

<b>Coeficiente</b>	<b>ai/ (cm)</b>
a1 = Coeficiente estructural de Carpeta Asfáltica	0.170
a2 = Coeficiente estructural de B.G.	0.052
a3 = Coeficiente estructural de S.B.G	0.047
m2= Coeficiente Drenaje Base Granular	1.0000
m3= Coeficiente Drenaje Sub-Base Granular	1.0000

*Cuadro 19 Espesores mínimos de Capa Superficial y Base Granular*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	TP4	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	TP6	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP7	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP8	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	TP9	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	TP10	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	TP11	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	TP12	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	TP13	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	TP14	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras MTC - Suelos Geología, 2013)

**Fuente especificada no válida.**

Finalmente se propone una estructura de pavimento, cuidando que los espesores sean superiores al mínimo (Cuadro 19) y el SN real sea superior al SN calculado.

*Cuadro 20 Diseño de capas del pavimento*

CAPA	Espesor (cm)	ai/ (cm)
Carpeta Asfáltica	5	0.170
Base Granular	20	0.052
Sub base Granular	20	0.047
Número Estructural Real		2.012

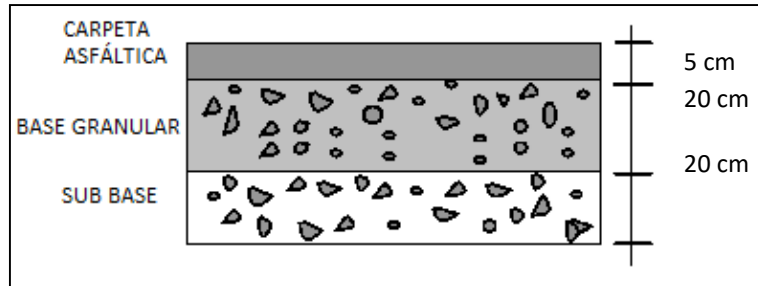
Verificación:

$$SN_{real} > SN_{calculado}$$

$$2.012 > 1.932$$

Por lo que se obtiene, una ilustración de las capas del pavimento y sus espesores.

*Ilustración 2 Diseño de capas del Pavimento*



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio es para el proyecto:

Usando el método de AASHTO (Design Pavement for Determination of Design Subgrade in Support of the 1993 AASHTO guide for the design of pavements structures) la presión de soporte del suelo para el diseño de la plataforma en la zona del proyecto resulta de la siguiente manera:

### NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

DETALLE	BICICLETA	MOTO CAR	AUTO	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
			PICKUP	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4	
IMD	9.429	1.286	51.000	27.571	22.857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PESO (T)	0.015	0.250	3.000	5.000	4.000	18.000	23.000	18.000	25.000	30.000
PESO DE EJE ESTANDAR (T)	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200
FACTOR DESTRUCTIVO	0.002	0.030	0.366	0.610	0.488	2.195	2.805	2.195	3.049	3.659
TASA DE CRECIMIENTO (%)	2.700	2.700	2.700	1.800	1.800	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
EJES EQUIVALENTES	0.0172	0.0392	18.6585	16.8118	11.1498	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

### NÚMERO ESTRUCTURAL CALCULADO

Detalle	Símbolo	Valor
Número de Ejes Equivalente	N	93,986
Capacidad de soporte de diseño	CBR	10.8
Módulo Resiliente	Mr	14,087.91
Nivel de Confiabilidad	R	0.90
Coficiente Estadístico De Desviación	Zr	-1.282

Estándar Normal		
Desviación Estándar del Sistema	So	0.45
Índice de Serviciabilidad Inicial (IPSi)	Pi	4.2
Índice de Serviciabilidad Final (IPSt)	Pt	2.5
Índice de Serviciabilidad del Pavimento ( $\Delta$ PSI)	$\Delta$ PSI	1.7
<b>Número Estructural calculado</b>	<b>SN calculado</b>	<b>1.832p</b>

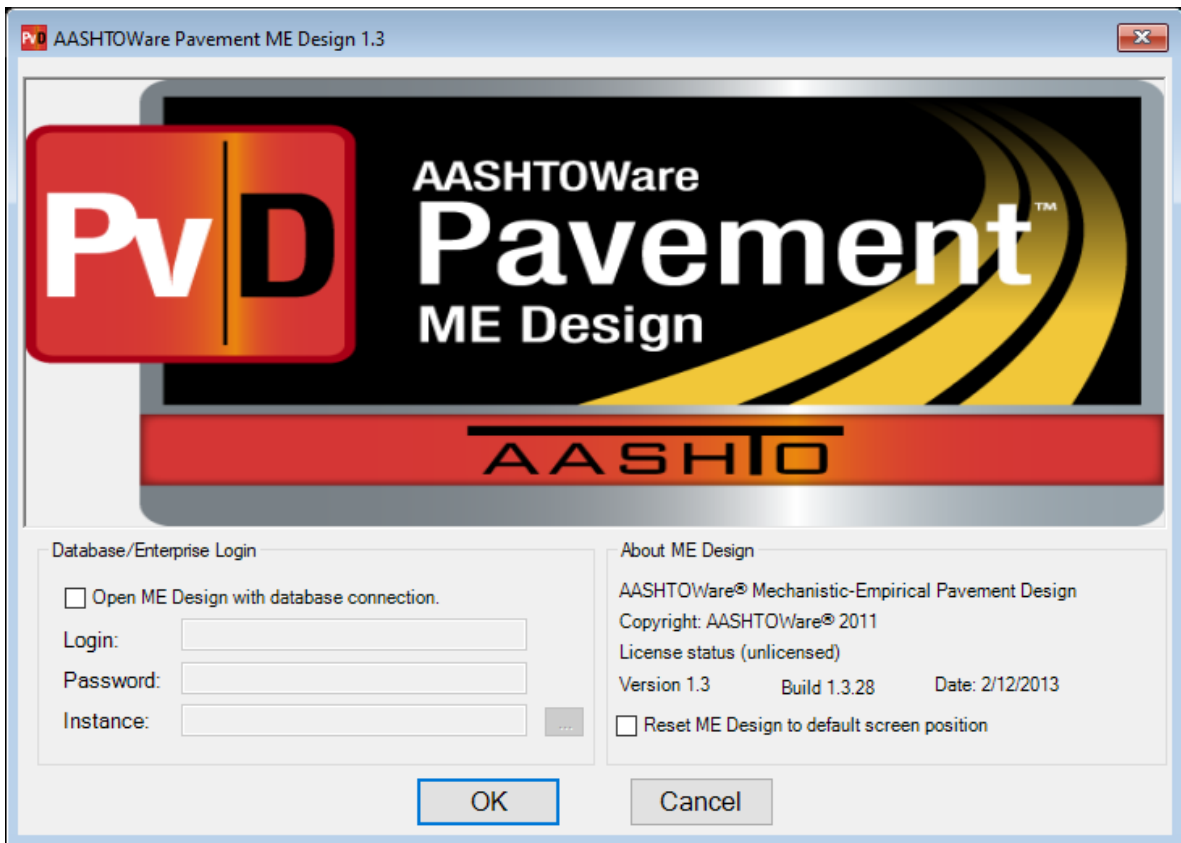
**COEFICIENTES ADOPTADOS PARA EL DISEÑO DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO**

Coeficiente	ai/ (cm)
a1 = Coeficiente estructural de Carpeta Asfáltica	0.170
a2 = Coeficiente estructural de B.G.	0.052
a3 = Coeficiente estructural de S.B.G	0.047
m2= Coeficiente Drenaje Base Granular	1.0000
m3= Coeficiente Drenaje Sub-Base Granular	1.0000

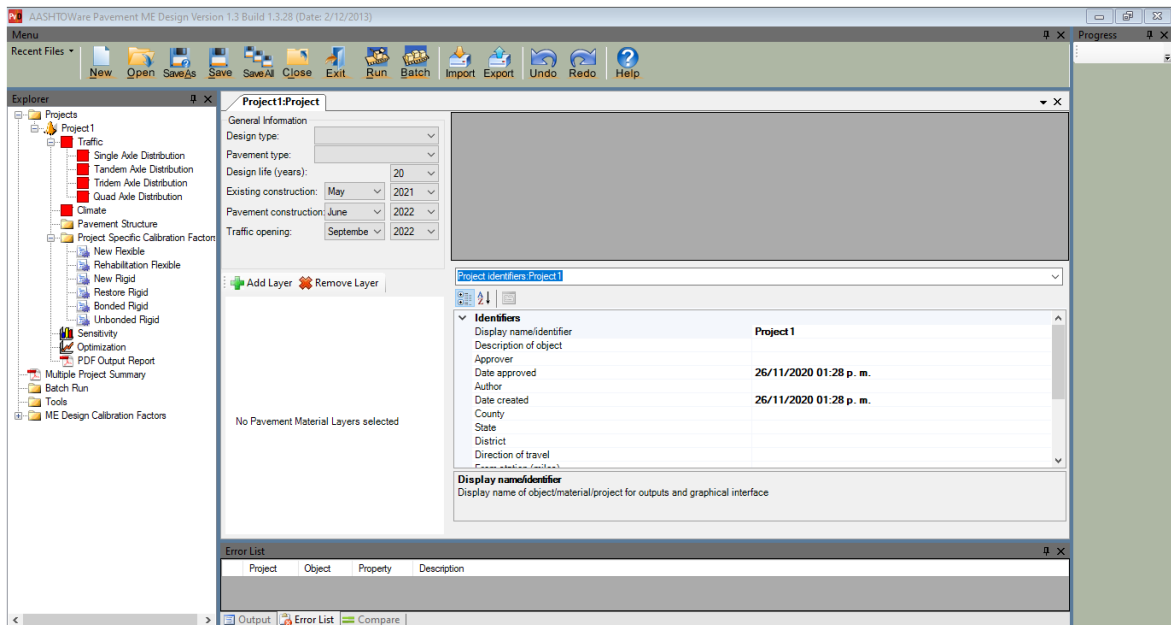
**DISEÑO DE CAPAS DEL PAVIMENTO**

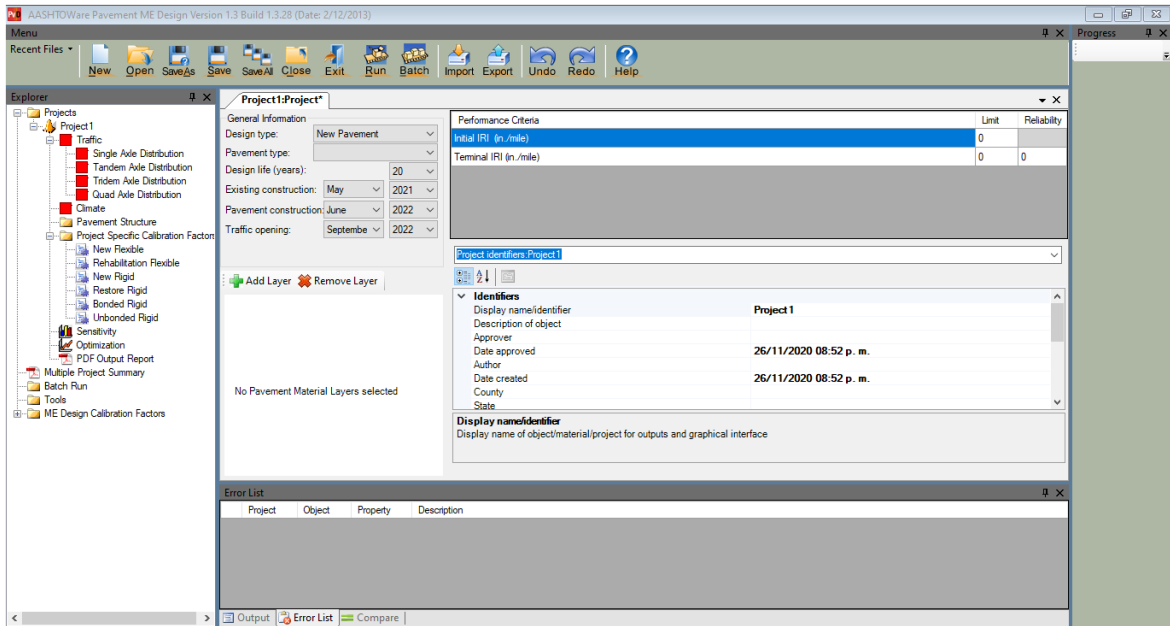
CAPA	Espesor (cm)	ai/ (cm)
Carpeta Asfáltica	5	0.170
Base Granular	20	0.052
Sub base Granular	20	0.047
Número Estructural Real		2.012

Metodo Mecanistico Empirico con software  
Abrimos el software dando ok

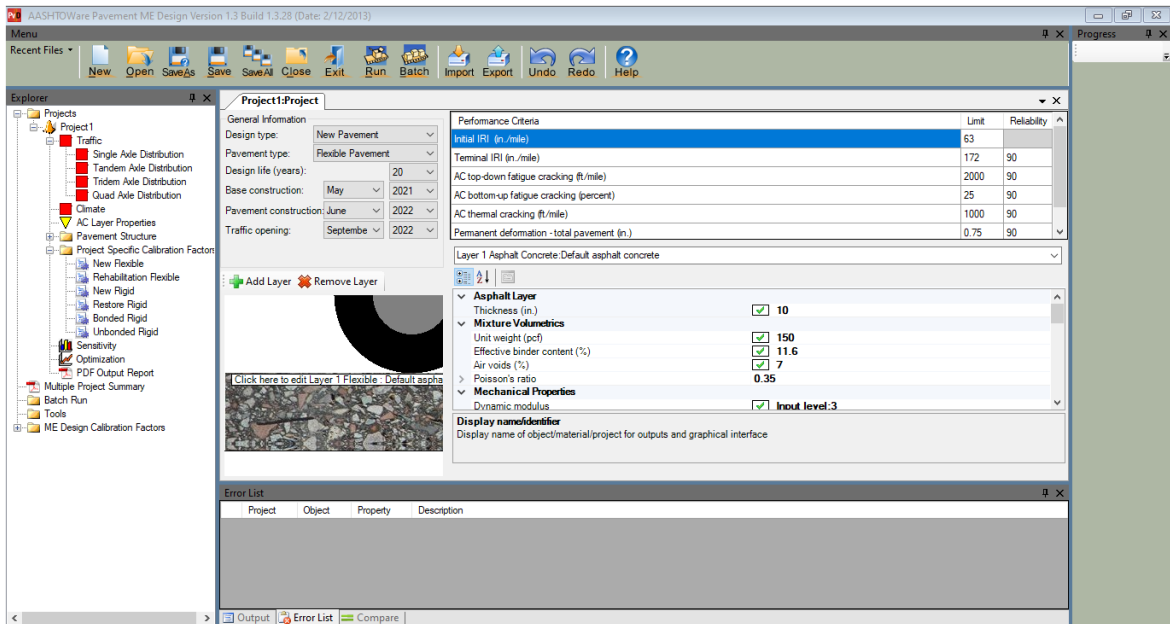


Hacemos Click en la Herramienta de New





## Datos de Entrada



General Information

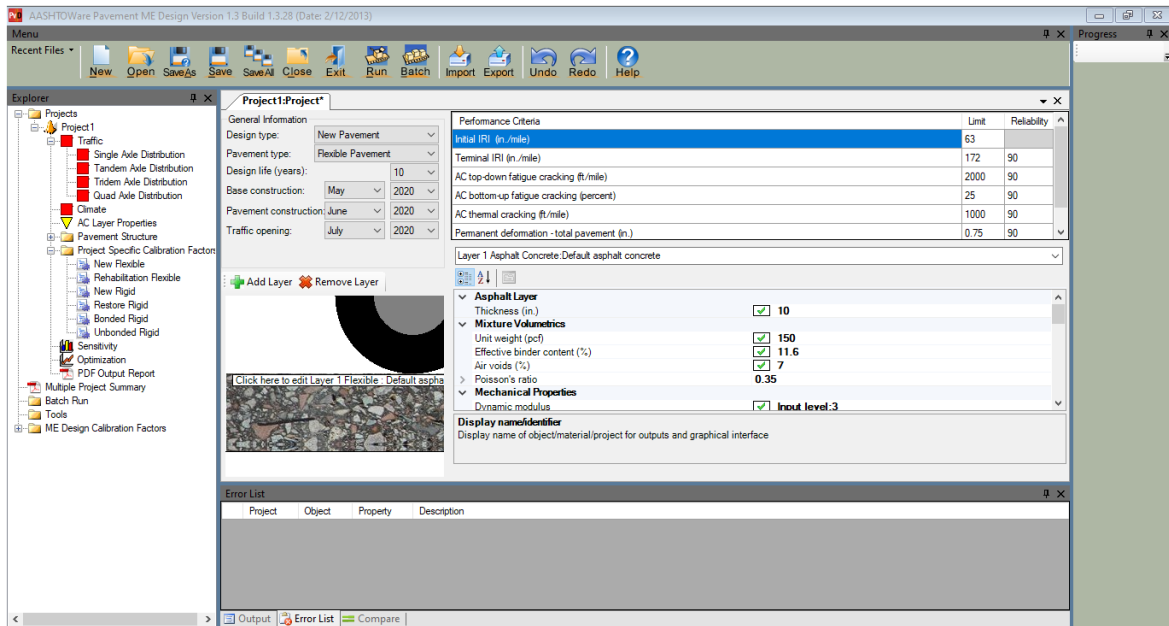
Design type: **User Input Guide: Section 3.4.1 (pg. 15)**

**Table 3.1—Construction and Traffic Opening Dates**

Design	Pavement Type	Base Construction Month	Pavement Construction Month	Traffic Opening Month
New Construction	Flexible	May	June	July
	Rigid	NA	June	August
Rehabilitation	HMA Overlay	NA	June	June
	PCC Overlay	NA	June	August

NA – Not applicable.

En la guía de usuario de colocacion sugiere fechas de entradas basadas en su diseño nuestro pavimento en el cuadro tenemos que optar por de New Construccion = Fexible seria May-June-July



Performance Criterio de desempeño la primera entrada a determinar es el IRI inicial

User Input Guide: Section 4.1 (pg. 17)

**Table 4.1—Initial IRI Values**

Type of Pavement	Type of Wearing Surface	GDOT HRI Rating, mm/km	Initial IRI Rating, in./mi.
Flexible & HMA Overlays	Open-Graded Friction Course/PEM	750	53
	SMA and SR Mixtures	825	59
	Dense-Graded HMA – State Routes	900	64
	Dense-Graded HMA – Urban Routes	1175	84
Rigid	JPCP	900	64
	CRCP	700	50

NOTE: GDOT HRI Rating is based on an analysis of the longitudinal profile data using a half car simulation, while the IRI Rating above is based on an analysis of the longitudinal profile data using a quarter car simulation.

El IRI se refiere al índice internacional de rugosidad y puede determinar a partir e la tabla 4.1 de la guía de entrada de usuario, la entrada IRI del terminal

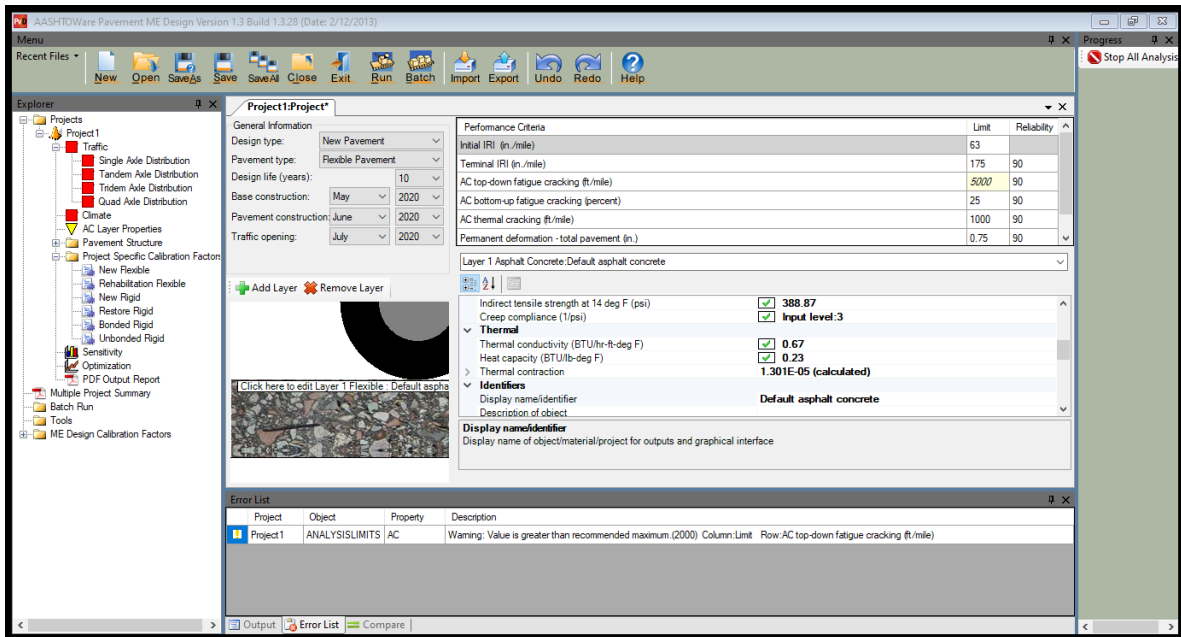
Se encuentra en la tabla 4.6 de la guía de entrada del usuario y se basa en el pavimento tipo de ruta y número de carriles

User Input Guide: Section 4.2.3 (pg. 20)

**Table 4.6—Terminal IRI and Corresponding GDOT HRI Ratings or Values**

Roadway Type (number of lanes are in both directions)		Pavement Type							
		Flexible Pavements & HMA Overlays		Semi-Rigid		JPCP		CRCP	
		GDOT HRI Rating; mm/km	IRI Rating; in/mi	GDOT HRI Rating; mm/km	IRI Rating; in/mi	GDOT HRI Rating; mm/km	IRI Rating; in/mi	GDOT HRI Rating; mm/km	IRI Rating; in/mi
Non-Interstate Route	2-Lane, State	3090	220	3230	230	3090	220	2460	175
	4-Lane Roadway	2460	175	2460	175	2460	175	2460	175
Interstate Route	Rural & Urban	2460	175	2460	175	2460	175	2460	175

En el cuadro un IRI de 175 Se opta por no romper no se considera como una entrada de en el diseño versión actual del pavimento en mi caso por lo tanto ingresaremos un valor arriba por fatiga de agrietamiento AC con un valor de 5000 para ser mas conservado



La deformación permanente del pavimento total son todas entradas que se encuentran en las tablas 4.2 a 4.5 del tipo de entrada del usuario en los casos

**User Input Guide: Section 4.2 (pg. 18-19)**

**Table 4.2— Flexible Pavement and HMA Overlay Design Criteria or Threshold Values**

Roadway Type (number of lanes are in both directions)	Permanent Deformation (Rut Depth) <sup>A</sup> , in.	Thermal Cracking, ft./mi.	Fatigue (Load) Cracking	
			Bottom-Up Fatigue Cracking <sup>B</sup> , %	AC Total Cracking (Bottom-Up & Reflective), %
Non-Interstate 2-Lane State Route	0.40	1,500	25	25
4-Lane Roadway	0.40	1,500	15	15
Interstate Rural and Urban	0.35	1,000	10	10

Note A: Two permanent deformation values need to be entered; see section 4.2.1.  
 Note B: Two fatigue cracking values need to be entered; see section 4.2.2.

**Table 4.3— Jointed Plain Concrete Pavement Design Criteria or Threshold Values**

Roadway Type (number of lanes are in both directions)	Performance Indicator
Non-Interstate 2-Lane, State Route	0.20, 10.0
4-Lane Roadway	0.20, 10.0
Interstate Rural and Urban	0.125, 10.0

**Table 4.4— Continuously Reinforced Concrete Pavement Design Criteria or Threshold Values**

Roadway Type (number of lanes are in both directions)	Performance Indicator
Non-Interstate 2-Lane, State Route	10
4-Lane Roadway	10
Interstate Rural and Urban	5

**Table 4.5— Composite and/or Semi-Rigid Pavement Design Criteria or Threshold Values**

Roadway Type (number of lanes are in both directions)	Permanent Deformation (Rut Depth) <sup>A</sup> , in.	Thermal Cracking, ft./mi.	Fatigue (Load) Cracking	
			Bottom-Up Fatigue Cracks, %	AC Total Cracking (Bottom-Up & Reflective), %
Non-Interstate 2-Lane, State Route	0.40	1,500	25	25
4-Lane Roadway	0.40	1,500	15	15
Interstate Rural and Urban	0.40	1,000	10	10

Note A: Two permanent deformation values need to be entered; see section 4.2.1.

Se selecciona el diseño de pavimento en las entradas para JPCP agrietamiento transversal y junta fallas y salidas crpd tambien se encuentran dentro de estas tablas  
 En el cuadro 4.5 se opta mediante según nuestro tipo de via Rural and Urban 0.40 thermal



## Cracking 1000 rotura a la fatiga 10

The screenshot shows the AASHTOware Pavement ME Design software interface. The 'Performance Criteria' table is as follows:

Performance Criteria	Limit	Reliability
AC top-down fatigue cracking (ft/mile)	5000	90
AC bottom-up fatigue cracking (percent)	10	90
AC thermal cracking (ft/mile)	1000	90
Permanent deformation - total pavement (in.)	40	90
Permanent deformation - AC only (in.)	0.25	90

The 'Error List' shows a warning: "Warning: Value is greater than recommended maximum (2000) Column:Limit Row:AC top-down fatigue cracking (ft/mile)".

La deformación permanente solo para CA es otra entrada no utiliza y puede desarse sin alterar Finalmente, se debe determinar la confiabilidad adecuada, Los niveles de confiabilidad son seleccionados según el tipo de carretera y se uede encontrar en la Tabla 4.7 de la guía de usuario

User Input Guide: Section 4.3 (pg. 21)

**Table 4.7—Reliability Level Recommended for Use with Pavement ME Design**

Type of Roadway	Recommended Reliability Level, %	
	All Performance Indicators, except for AC Total Cracking & Thermal Cracking	AC Total Cracking & Thermal Cracking
Interstate & Primary Arterials	95	50
Minor Arterials & Major Collectors	90	50
Low Volume (less than 500 trucks per day in both directions) & Local Roadways	75	50

Según el tipo de suelos se elige el nivel de confiabilidad de 75

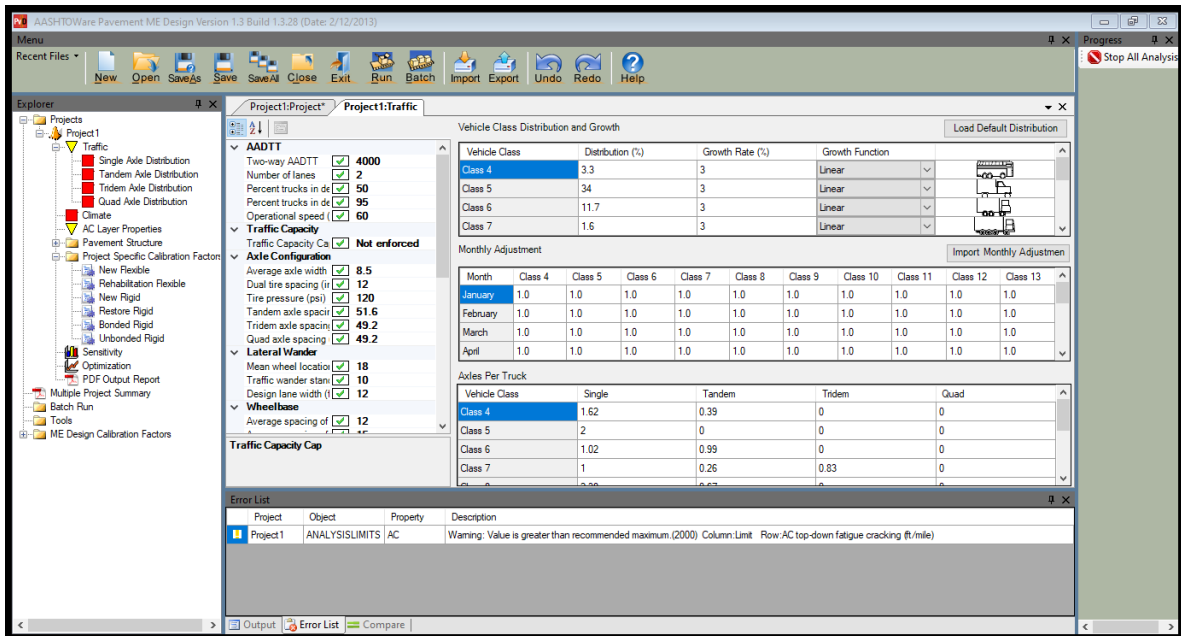
The screenshot shows the AASHTOware Pavement ME Design software interface. The 'Performance Criteria' table is as follows:

Performance Criteria	Limit	Reliability
AC top-down fatigue cracking (ft/mile)	5000	75
AC bottom-up fatigue cracking (percent)	10	75
AC thermal cracking (ft/mile)	1000	75
Permanent deformation - total pavement (in.)	40	75
Permanent deformation - AC only (in.)	0.25	75

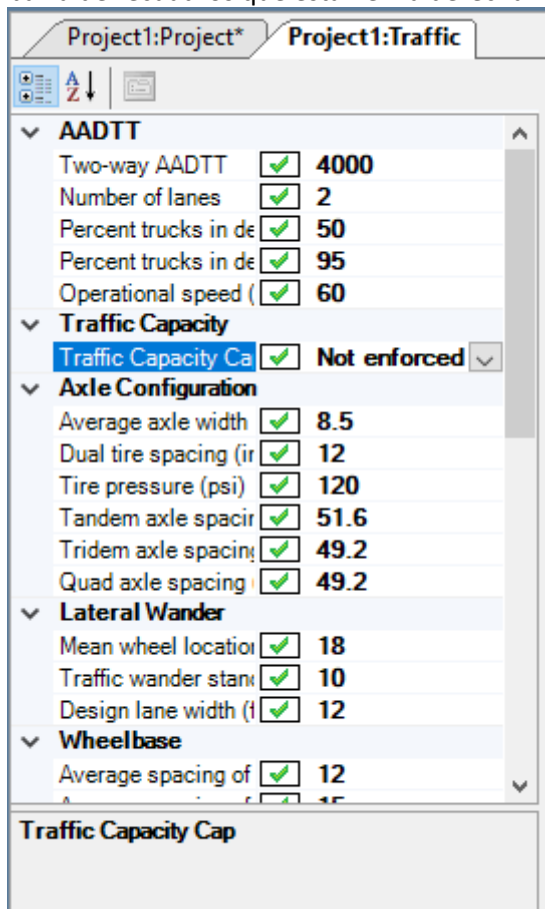
The 'Error List' shows a warning: "Warning: Value is greater than recommended maximum (2000) Column:Limit Row:AC top-down fatigue cracking (ft/mile)".

## Parámetros de Tráfico

Siguiendo conjunto de entradas discutidas en este módulo son las entradas de tráfico para acceder como podemos observar tiene los espectros de carga ya determinados



Comenzando con las entradas de tráfico de camiones diarios promedio anuales resaltadas en la barra de recuadros que están en la derecha



## Se obtiene un diseño de Pavimento flexible



## Calculo de Presupuesto

Presupuesto					
Presupuesto	1	Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020			
Subpresupuesto	001	Pavimentos Flexible Metodo Aashto 93			
Cliente	Jesus Andres Suica Macazana				
Lugar	Av. Cordillera Blanca-Las Delicias de Villa Chorrillos				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>140,707.51</b>
01.01	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				<b>15,929.23</b>
01.01.01	OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANÍA, COMEDOR Y VESTUARIO	m2	50.00	82.89	4,144.50
01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS	mes	6.00	1,440.00	8,640.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	1.00	3,144.73	3,144.73
01.02	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				<b>5,243.28</b>
01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	6.00	573.88	3,443.28
01.02.02	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	mes	3.00	600.00	1,800.00
01.03	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>12,730.00</b>
01.03.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	16,750.00	0.76	12,730.00
01.04	<b>MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				<b>41,480.00</b>
01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	30,000.00	30,000.00
01.04.02	CERRAMIENTOS TEMPORALES Y DESVIOS	glb	1.00	11,480.00	11,480.00
01.05	<b>TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO</b>				<b>18,425.00</b>
01.05.01	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/EQUIPO	m2	16,750.00	1.10	18,425.00
01.06	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>38,350.00</b>
01.06.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	glb	1.00	11,300.00	11,300.00
01.06.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA (EPC)	glb	1.00	6,900.00	6,900.00
01.06.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	15,150.00	15,150.00
01.06.04	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.07					<b>8,550.00</b>

<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO</b>					
01.07.01	RECURSOS P/RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	8,550.00	8,550.00
02	<b>PISTAS</b>				<b>1,671,578.55</b>
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,082,617.41</b>
02.01.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE P/CALZADA (C/EQUIPO)	m3	10,175.63	8.43	85,780.52
02.01.02	COMPACTACION Y NIVELACION DE SUBRASANTE P/CALZADAS Y BERMAS	m2	16,750.00	2.91	48,742.50
02.01.03	SUB-BASE GRANULAR E=0.20m EN CALZADA Y BERMAS	m2	16,750.00	18.38	307,865.00
02.01.04	BASE GRANULAR E=0.20m EN CALZADA Y BERMA	m2	16,750.00	20.35	340,862.50
02.01.15	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE - C/EQUIPO	m3	10,175.63	29.42	299,366.89
2.02	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>546,060.05</b>
02.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA (DOSIF. 0.40GL/M2-TANQUE 1800GL)	m2	16,750.00	3.55	59,462.50
02.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" C/EQUIPO MEZCLA ADQ.	m2	16,750.00	29.04	486,420.00
02.02.03	GIBAS DE ASFALTO	m2	5.00	35.51	177.55
2.03	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>42,901.09</b>
02.03.01	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO BLANCA (LINEAS CONTINUAS, DISCONTINUAS Y DE RETENCION) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m	8,000.00	3.28	26,240.00
02.03.02	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO BLANCA (SIMBOLOS Y LETRAS) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m2	547.13	16.28	8,907.28
02.03.03	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO AMARILLA (LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m	2,000.00	3.28	6,560.00
02.03.04	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO AMARILLA (ISLAS Y GIBAS) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m2	73.33	16.28	1,193.81
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,812,286.06</b>
	<b>GASTOS GENERALES (9.2%)</b>		9.20%		<b>166,730.32</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>		10%		<b>181,228.61</b>

<b>SUB TOTAL</b>		<b>2,160,244.99</b>
I.G.V. (18%)	18%	388,844.10
<b>TOTAL_PRESUPUESTO</b>		<b>2,549,089.09</b>

SON : 2 MILLONES QUINIENTOS CUARENTA NUEVE MIL OCHENTA Y NUEVE CON 9/100 NUEVOS SOLES

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	1	<b>Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos 2020</b>			
Subpresupuesto	2	<b>Pavimentos Flexible Metodo Mecanistico Empirico</b>			
Ciente	<b>Jesus Andres Suica Macazana</b>				
Lugar	<b>Av. Cordillera Blanca-Las Delicias de Villa Chorrillos</b>				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>140,707.51</b>
01.01	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				<b>15,929.23</b>
01.01.01	OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANÍA, COMEDOR Y VESTUARIO	m2	50.00	82.89	4,144.50
01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS	mes	6.00	1,440.00	8,640.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	1.00	3,144.73	3,144.73
01.02	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				<b>5,243.28</b>
01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	6.00	573.88	3,443.28
01.02.02	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	mes	3.00	600.00	1,800.00
01.03	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>12,730.00</b>
01.03.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	16,750.00	0.76	12,730.00
01.04	<b>MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				<b>41,480.00</b>
01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	30,000.00	30,000.00
01.04.02	CERRAMIENTOS TEMPORALES Y DESVIOS	glb	1.00	11,480.00	11,480.00
01.05	<b>TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO</b>				<b>18,425.00</b>
01.05.01	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/EQUIPO	m2	16,750.00	1.10	18,425.00

01.06	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>					<b>38,350.00</b>
01.06.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	glb	1.00	11,300.00		11,300.00
01.06.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA (EPC)	glb	1.00	6,900.00		6,900.00
01.06.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	15,150.00		15,150.00
01.06.04	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	5,000.00		5,000.00
01.07	<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO</b>					<b>8,550.00</b>
01.07.01	RECURSOS P/RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	8,550.00		8,550.00
02	<b>PISTAS</b>					<b>1,849,939.45</b>
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>1,016,260.82</b>
02.01.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE P/CALZADA (C/EQUIPO)	m3	6,218.44	8.43		52,421.43
02.01.02	COMPACTACION Y NIVELACION DE SUBRASANTE P/CALZADAS Y BERMAS	m2	16,750.00	2.91		48,742.50
02.01.03	SUB-BASE GRANULAR E=0.10m EN CALZADA Y BERMAS	m2	16,750.00	18.38		307,865.00
02.01.04	BASE GRANULAR E=0.10m EN CALZADA Y BERMA	m2	16,750.00	18.38		307,865.00
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE - C/EQUIPO	m3	10,175.63	29.42		299,366.89
02.02	<b>PAVIMENTACION</b>					<b>790,777.55</b>
02.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA (DOSIF. 0.40GL/M2-TANQUE 1800GL)	m2	16,750.00	3.55		59,462.50
02.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3" C/EQUIPO MEZCLA ADQ.	m2	16,750.00	43.65		731,137.50
02.02.03	GIBAS DE ASFALTO	m2	5.00	35.51		177.55
02.03	<b>SEÑALIZACION</b>					<b>42,901.09</b>
02.03.01	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO BLANCA (LINEAS CONTINUAS, DISCONTINUAS Y DE RETENCION) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m	8,000.00	3.28		26,240.00
02.03.02	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO BLANCA (SIMBOLOS Y LETRAS) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m2	547.13	16.28		8,907.28

02.03.03	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO AMARILLA (LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m	2,000.00	3.28	6,560.00
02.03.04	PINTADO DE PAVIMENTOS. PINTURA DE TRAFICO AMARILLA (ISLAS Y GIBAS) C/MAQUINA PINTARRAYAS.	m2	73.33	16.28	1,193.81
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,990,646.96</b>
<b>GASTOS GENERALES (9.2%)</b>			9.20%		<b>183,139.52</b>
<b>UTILIDAD (10%)</b>			10%		<b>199,064.70</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>2,372,851.18</b>
<b>I.G.V. (18%)</b>			18%		<b>427,113.21</b>
<b>TOTAL_PRESUPUESTO</b>					<b>2,799,964.39</b>

SON : 2 MILLONES SIETE CIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL NUEVECIENTOS SESENTA Y CUATRO CON 39/100 NUEVOS SOLES

## Análisis de Precios Unitarios

Análisis de precios unitarios								
Partida	OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANÍA, COMEDOR Y VESTUARIO							
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2		82.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	24.08	1.93		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.07	16.06		
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	14.81	23.70		
						<b>41.69</b>		
	Materiales							
0204120004	CLAVOS C/CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.0100	3.48	0.03		
0204180018	PLANCHA FIBROCEMENTO CANALON 6.5mmx0.96x6	pza		0.0170	153.50	2.61		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		1.1050	5.46	6.03		
02310500010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 6 mm	pln		0.3650	33.00	12.05		
02370600010006	BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 3 1/2"x3 1/2"	pza		0.2000	6.36	1.27		
02901000020021	PERFIL 4 DE 2.44x1.10m	pza		0.4500	38.06	17.13		
						<b>39.12</b>		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	41.69	2.08		
						<b>2.08</b>		









Partida	02.01.02	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE P/CALZADA (C/EQUIPO)						
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m3	8.43		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.3000	0.0120	24.08	0.29	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.1200	14.81	1.78	
							2.07	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	2.07	0.10	
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125HP 2.5 yd3		hm	1.0000	0.0400	156.43	6.26	
							6.36	
							5.02	
Partida	02.01.06	COMPACTACION Y NIVELACION DE SUBRASANTE P/CALZADAS Y BERMAS						
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ.	1,500.0000	Costo unitario directo por : m2	2.91		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0053	24.08	0.13	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0053	16.47	0.09	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0213	14.81	0.32	
							0.54	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.54	0.02	
03011000060005	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO, 101-		hm	1.0000	0.0053	154.50	0.82	
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0053	165.73	0.88	
0301220010	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 1500gl		hm	1.0000	0.0053	122.29	0.65	
							2.37	
Partida	02.01.08	BASE GRANULAR E=0.15m EN CALZADA Y BERMAS						
Rendimiento	m2/DIA	900.0000	EQ.	900.0000	Costo unitario directo por : m2	18.38		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0089	24.08	0.21	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0089	16.47	0.15	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0356	14.81	0.53	
							0.89	
	Materiales							
0207040007	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE		m3		0.2600	48.67	12.65	
0290130022	AGUA		m3		0.1200	5.68	0.68	
							13.33	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.89	0.03	
03011000060005	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO, 101-		hm	1.0000	0.0089	154.50	1.38	
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0089	165.73	1.47	
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122HP 2000gl		hm	1.0000	0.0089	143.47	1.28	
							4.16	
Partida	02.01.09	BASE GRANULAR E=0.20m EN CALZADA Y BERMA						
Rendimiento	m2/DIA	140.0000	EQ.	140.0000	Costo unitario directo por : m2	20.35		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0057	24.08	0.14	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0571	16.47	0.94	
0101010005	PEON		hh	5.0000	0.2857	14.81	4.23	
							5.31	
	Materiales							
0207040007	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE		m3		0.2600	48.67	12.65	
0290130022	AGUA		m3		0.0400	5.68	0.23	
							12.88	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.31	0.16	
0301100009	RODILLO LISO VIBRA MANUAL 10.8 HP 0.8 - 1.1 TN		hm	1.0000	0.0571	35.10	2.00	
							2.16	
Partida	02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE - C/EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	480.0000	EQ.	480.0000	Costo unitario directo por : m3	29.42		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0167	16.47	0.28	
							0.28	
	Materiales							
0271050161	EXTENDIDO DE MATERIAL EN BOTADERO C/TRACTO		m3		1.0000	4.10	4.10	
							4.10	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.28	0.01	
03011600010006	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125HP 2.5 yd3		hm	1.0020	0.0167	156.43	2.61	
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	6.0000	0.1000	224.17	22.42	
							25.04	

Partida	02.04.06	IMPRIMACION ASFALTICA (DOSIF. 0.40GL/M2-TANQUE 1800GL)							
Rendimiento	m2/DIA	4,000.0000	EQ.	4,000.0000		Costo unitario directo por : m2	3.55		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0020	24.08	0.05			
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0040	16.47	0.07			
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0040	14.81	0.06			
						0.18			
	Materiales								
0201040002	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0800	9.80	0.78			
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		0.3200	6.44	2.06			
0203020007	FLETE TERRESTRE DE ASFALTO RC-250	gal		0.3200	0.09	0.03			
						2.87			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.18	0.01			
0301180005	TRACTOR DE TIRO MF 265 63HP	hm	1.0000	0.0020	74.16	0.15			
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR GX2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0020	121.72	0.24			
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	1.0000	0.0020	48.85	0.10			
						0.50			
Partida	02.04.07	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" C/EQUIPO MEZCLA ADQ.							
Rendimiento	m2/DIA	1,250.0000	EQ.	1,250.0000		Costo unitario directo por : m2	29.04		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0064	24.08	0.15			
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0128	16.47	0.21			
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0512	14.81	0.76			
						1.12			
	Materiales								
0201050007	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		0.0650	351.00	22.82			
0203030003	TRANSPORTE DE MEZCLA C/VOLQUETE 10M3 D=30	m3		0.0650	45.16	2.94			
						25.76			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.12	0.03			
03011000040002	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 81-100HP	hm	1.0000	0.0064	132.23	0.85			
03011000050002	RODILLO TANDEM ESTATICO A 58-70HP, 8-10 ton	hm	1.0000	0.0064	63.80	0.41			
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0064	135.45	0.87			
						2.16			
Partida	02.04.09	GIBAS DE ASFALTO							
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ.	250.0000		Costo unitario directo por : m2	35.51		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.08	0.08			
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0640	20.07	1.28			
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.47	0.53			
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1280	14.81	1.90			
						3.79			
	Materiales								
0201050007	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		0.0650	351.00	22.82			
0203030003	TRANSPORTE DE MEZCLA C/VOLQUETE 10M3 D=30	m3		0.0650	45.16	2.94			
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0020	38.05	0.08			
						25.84			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.79	0.19			
03011000040002	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 81-100HP	hm	0.3063	0.0098	132.23	1.30			
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9	hm	1.0000	0.0320	95.67	3.06			
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	0.3063	0.0098	135.45	1.33			
						5.88			

# CRONOGRAMAS REALIZADOS EN PROJEC 2016

## Cronograma con Metodo Aashto 93

Pavimento Flexible metodo Aashto93 - Project Professional

Información

Pavimento Flexible metodo Aashto93  
Escritorio

Administración de cuentas: No está conectado a Project Web App

Organizador: Organizar plantilla global. Mueva vistas, informes y otros elementos del proyecto entre archivos del proyecto y la plantilla global.

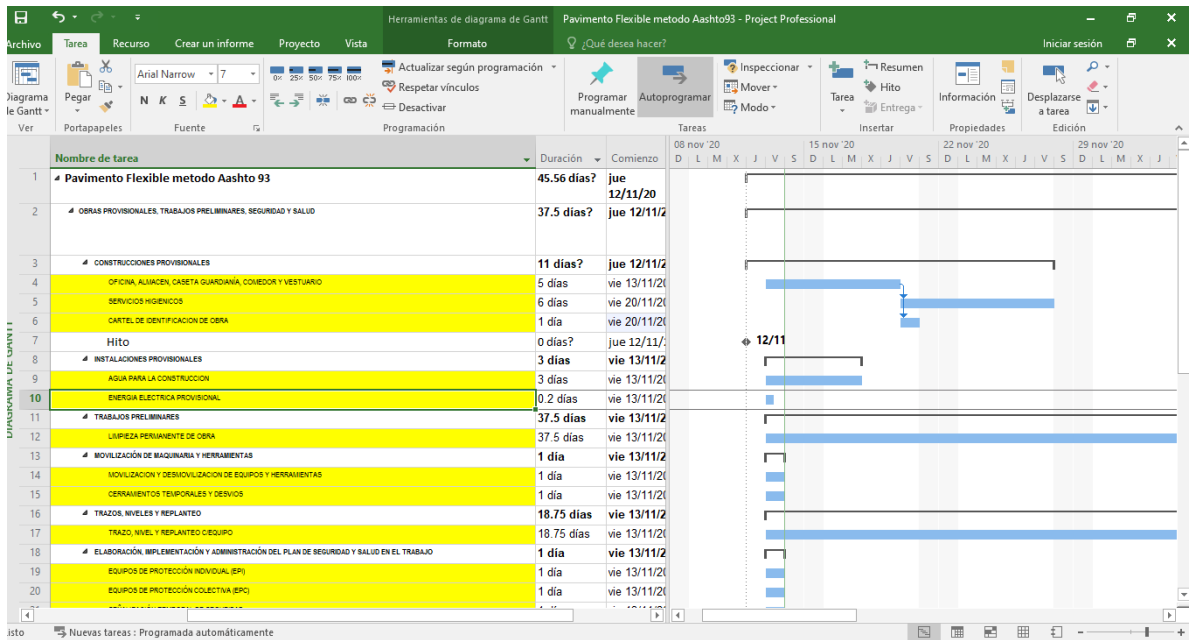
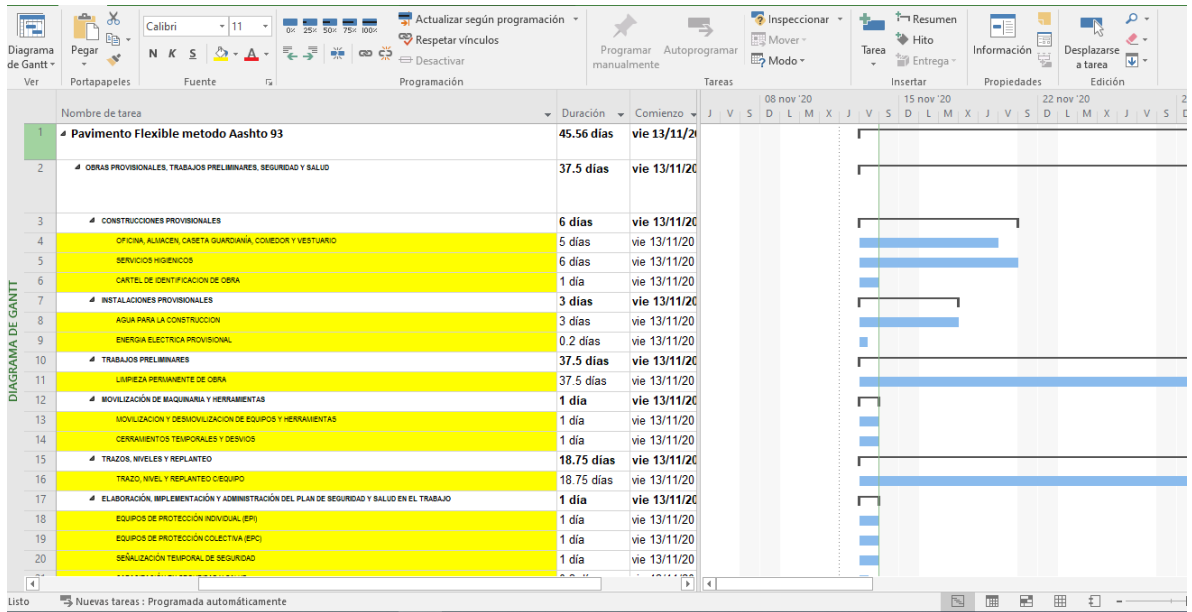
Información del proyecto:

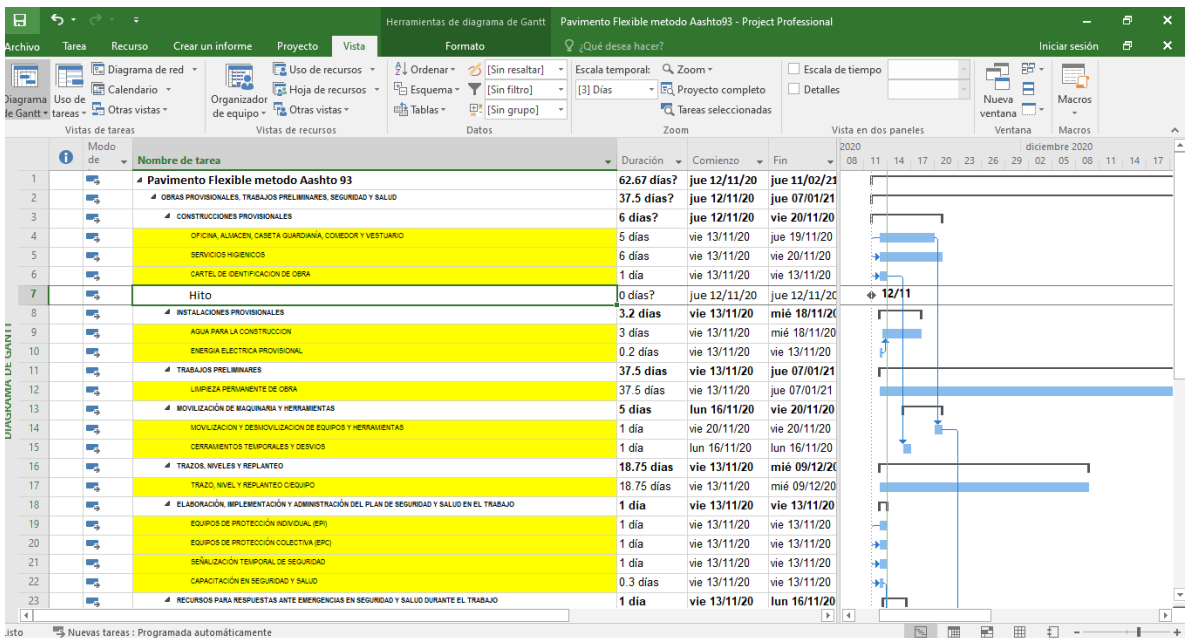
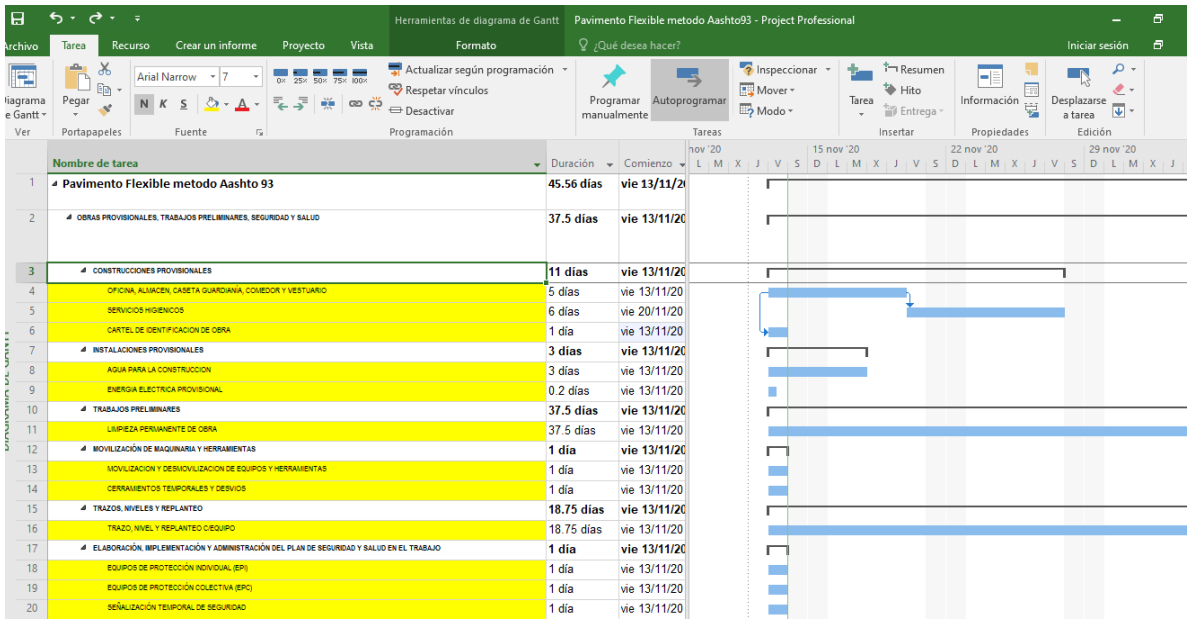
Fecha de comienzo	12/11/2020
Fecha de finalización	11/02/2021
Programar a partir de	Comienzo
Fecha actual	Hoy
Fecha de estado	Hoy
Última modificación	Hoy
Calendario del proyecto	Pavimento flexibl...
Prioridad	500

## Cargando las partidas de cada actividad

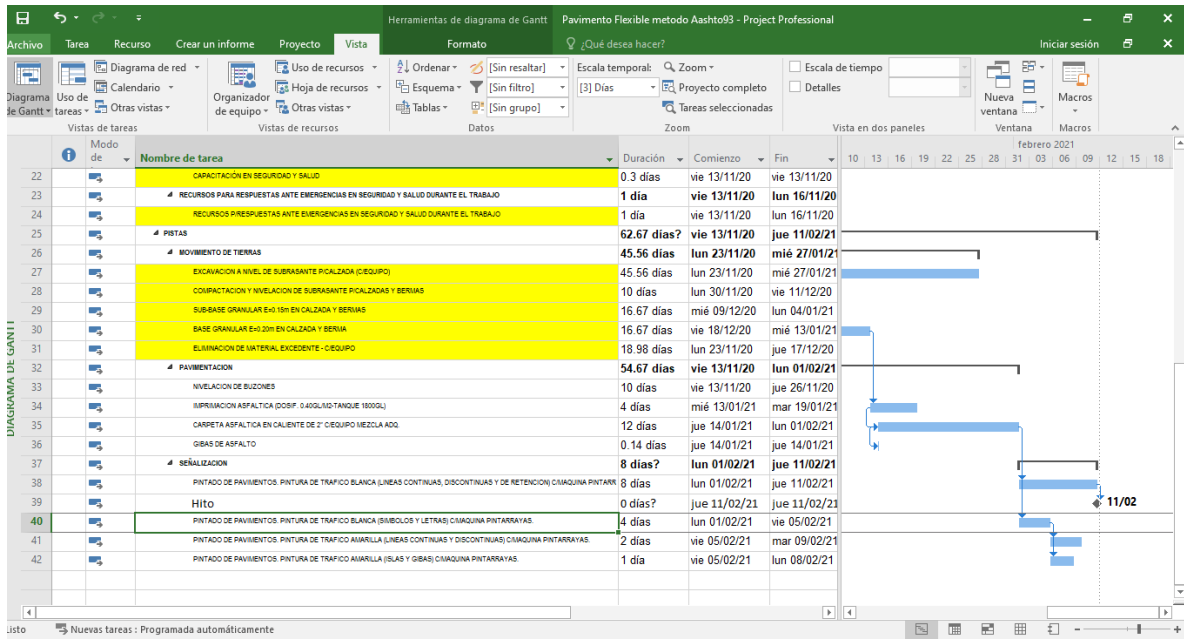
Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Rendimiento	Días
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				77.58
01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				12.00
01.01.01	OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANÍA, COMEDOR Y VESTUARIO	m2	50.00	10.00	5.00
01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS	mes	6.00	1.00	6.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	1.00	1.00	1.00
01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				3.20
01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	6.00	2.00	3.00
01.02.02	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	mes	3.00	15.00	0.20
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				37.50
01.03.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	15,000.00	400.00	37.50
01.04	MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				2.00



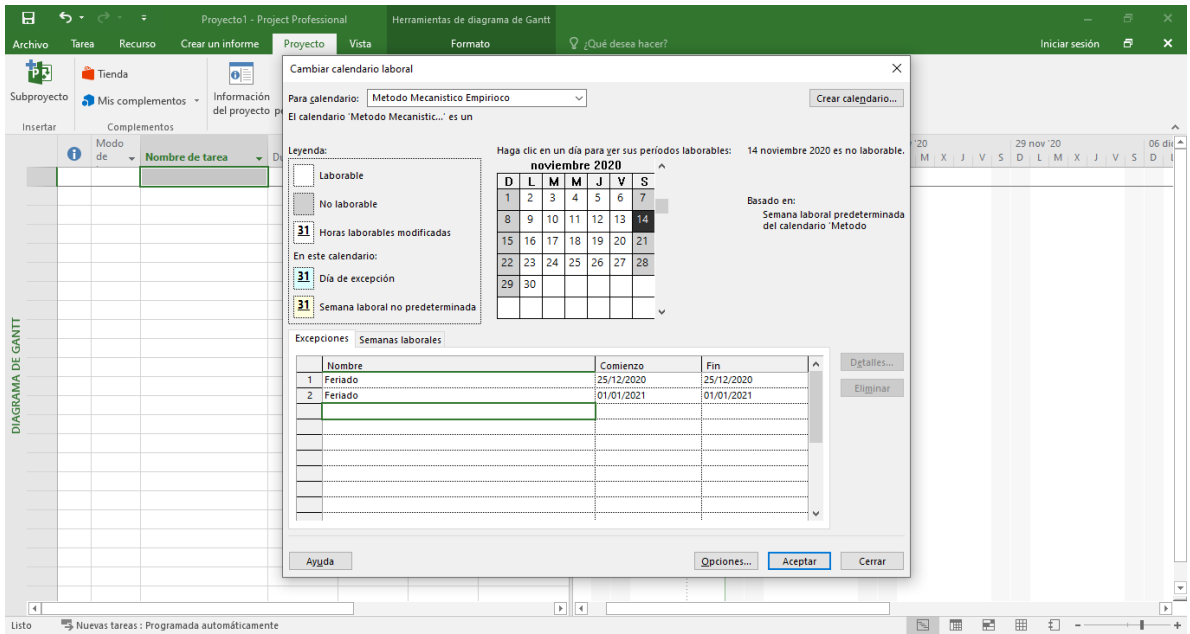
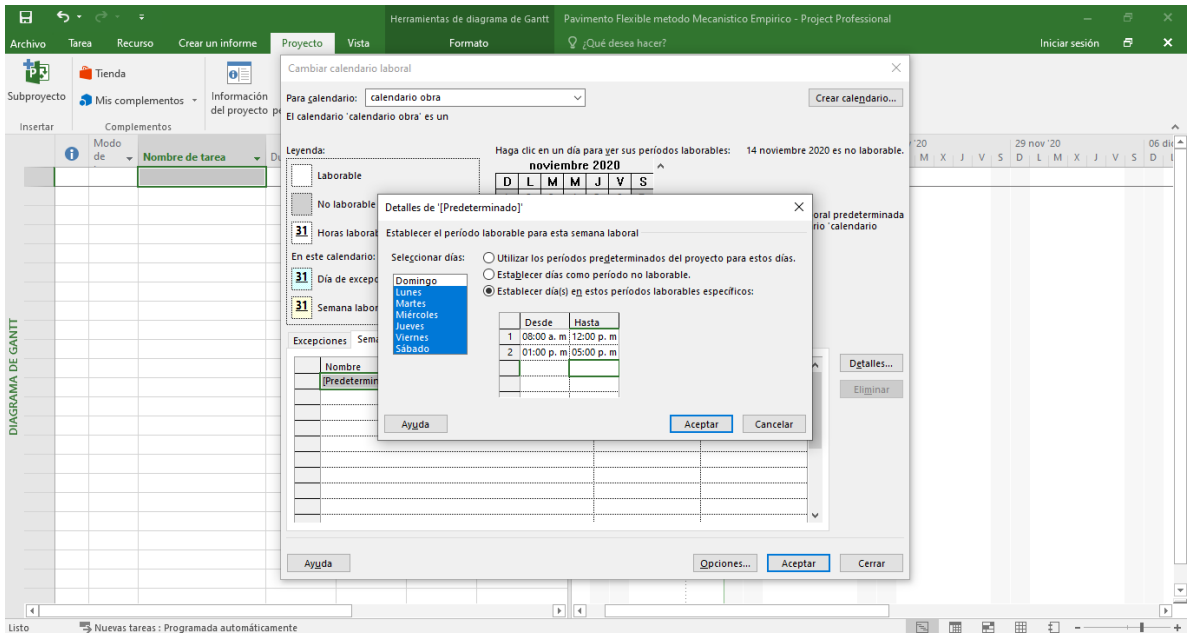






Fin de obra 11/02/2021





presupuesto PAVIMENTO M-E [Modo de compatibilidad] - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Iniciar sesión Compartir

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

K104 1000

7 0166001 Estudio comparativo del diseño de pavimento flexible empleando el método Aashto 93 y Mecánico-Empírico, Chorrillos

8 2020

10 001 Pavimentos Flexible Metodo Mecanistico Empirico

11

13 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHORRILLOS 12/11/2020

14

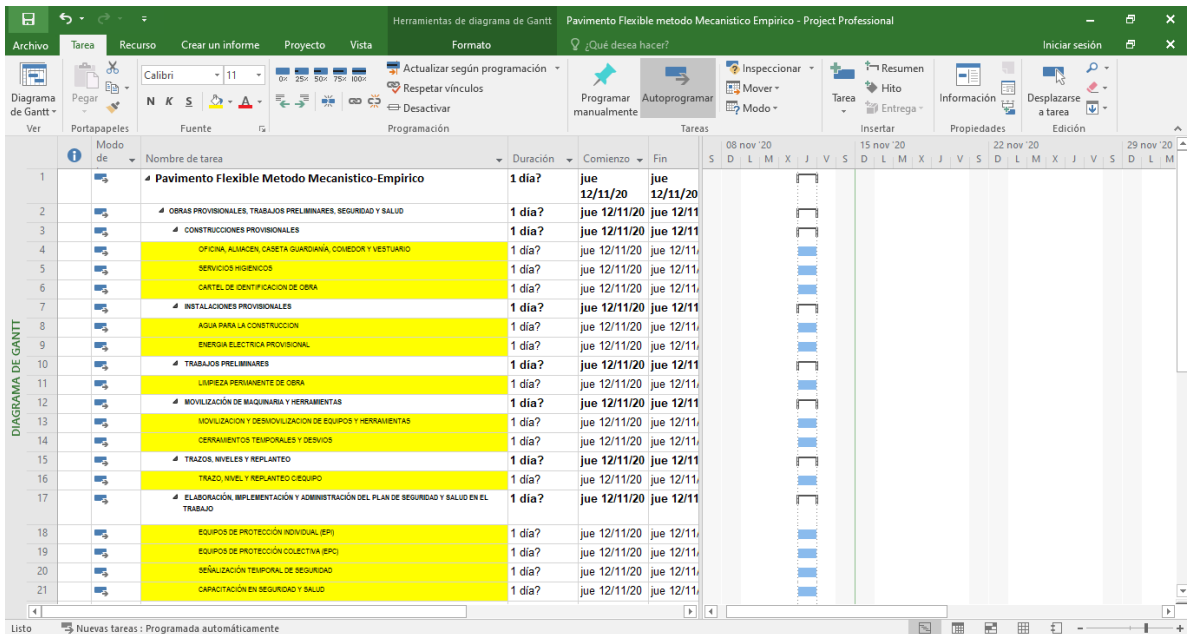
15 Av. Cordillera Blanca-Las Delicias de Villa Chorrillos

16

Descripción	Und.	Metrado	Rendimiento	Dias
19 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				77.58
21 CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				12.00
23 OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANA, COMEDOR Y VESTUARIO	m2	50.00	10.00	5.00
25 SERVICIOS HIGIENICOS	mes	6.00	1.00	6.00
27 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	1.00	1.00	1.00
29 INSTALACIONES PROVISIONALES				3.20
31 AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	6.00	2.00	3.00
33 ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	mes	3.00	15.00	0.20
35 TRABAJOS PRELIMINARES				37.50
37 LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	15,000.00	400.00	37.50
39 MOVILIZACION DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				2.00
41 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gb	1.00	1.00	1.00
43 CERRAMIENTOS TEMPORALES Y DESVIDIOS	nb	1.00	1.00	1.00

Sheet1 tiempo

Promedio: 575.00 Recuento: 4 Suma: 2,300.00 130%



presupuesto PAVIMENTO M-E [Modo de compatibil...

Pavimento Flexible meto...

Modo de	Nombre de tarea	Duración
22	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	1 día
23	RECURSOS PRESUPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	1 día
24	PISTAS	27 días?
25	MOVIMIENTO DE TIERRAS	27 días
26	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE PICALZADA (C/EQUIPO)	27 días
27	COMPACTACION Y NIVELACION DE SUBRASANTE PICALZADAS Y BERMAS	10 días
28	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON CAL PARA CALZADAS	10 días
29	SUB-BASE GRANULAR E=0.10m EN CALZADA Y BERMA	17 días
30	BASE GRANULAR E=0.10m EN CALZADA Y BERMA	17 días
31	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE - C/EQUIPO	19 días
32	PAVIMENTACION	1 día?
33	NIVELACION DE BUZONES	1 día?
34	IMPRIMACION ASFALTICA (DOSIF. 0.40GL/M2-TANQUE 1800GL)	1 día?
35	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3" C/EQUIPO MEZCLA ADO.	1 día?
36	GRABAS DE ASFALTO	1 día?
37	SEÑALIZACION	1 día?
38	PINTADO DE PAVIMENTOS PINTURA DE TRAFICO BLANCO (LINEAS CONTINUAS, DISCONTINUAS Y DE RETENCION) (MAQUINA PINTARRAYAS)	1 día?
39	PINTADO DE PAVIMENTOS PINTURA DE TRAFICO BLANCA (SIMBOLOS Y LETRAS) (MAQUINA PINTARRAYAS)	1 día?
40	PINTADO DE PAVIMENTOS PINTURA DE TRAFICO AMARILLO (LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS) (MAQUINA PINTARRAYAS)	1 día?
41	PINTADO DE PAVIMENTOS PINTURA DE TRAFICO AMARILLO (GRABAS Y LINEAS) (MAQUINA PINTARRAYAS)	1 día?

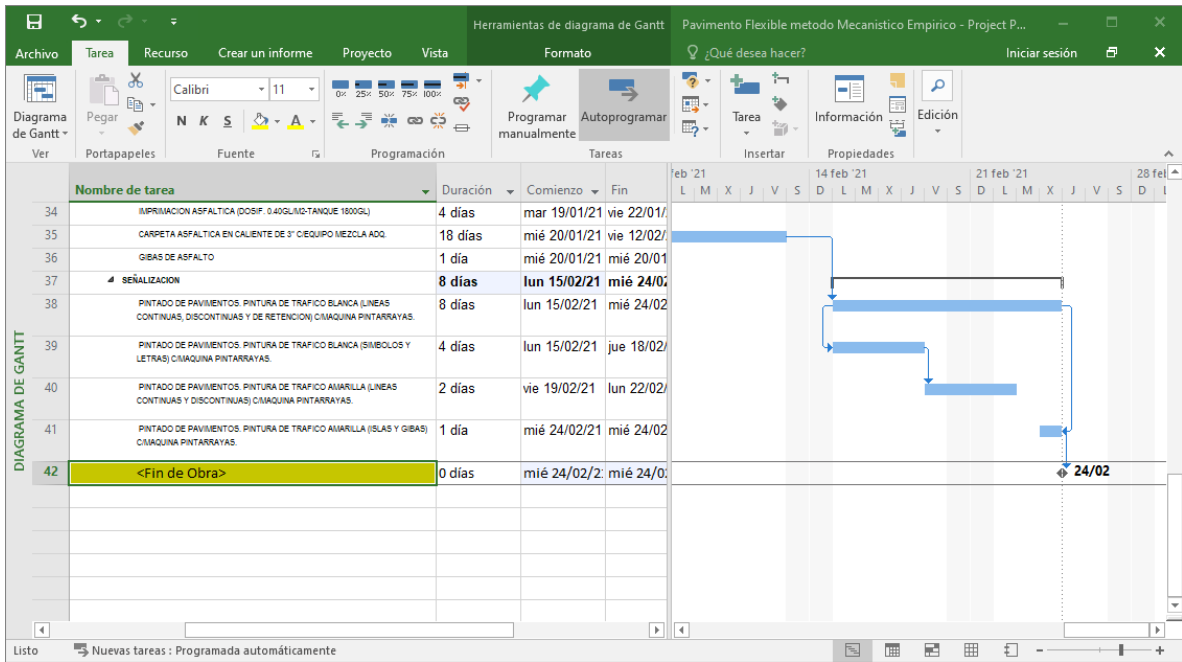
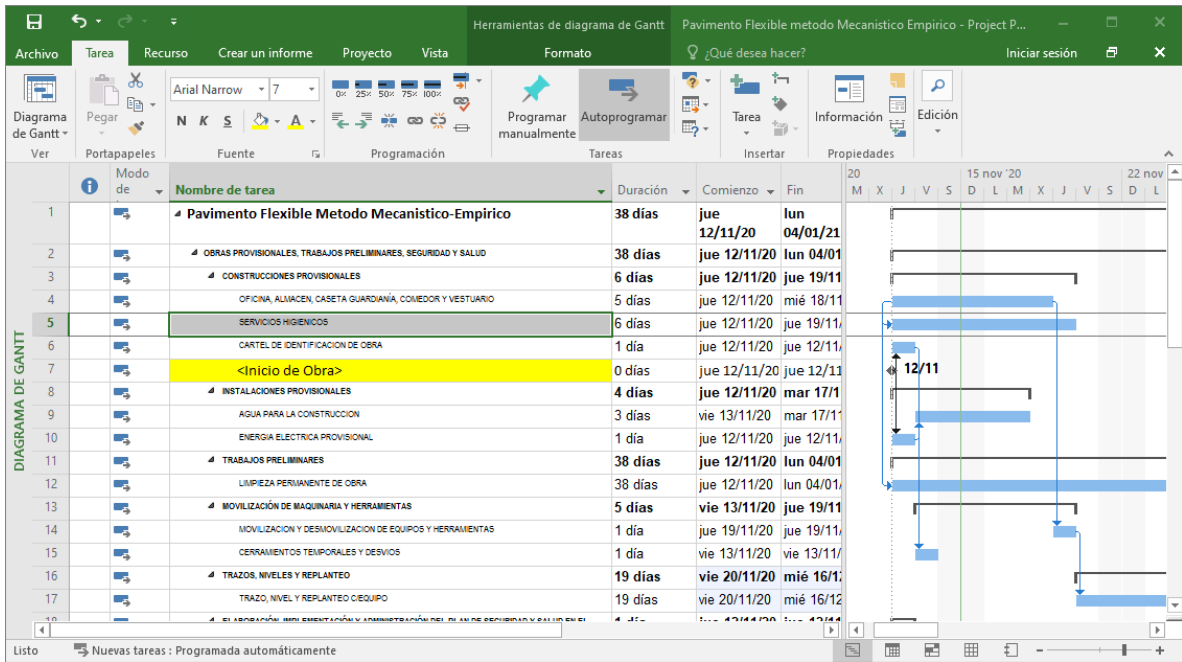
Sheet1 tiempo

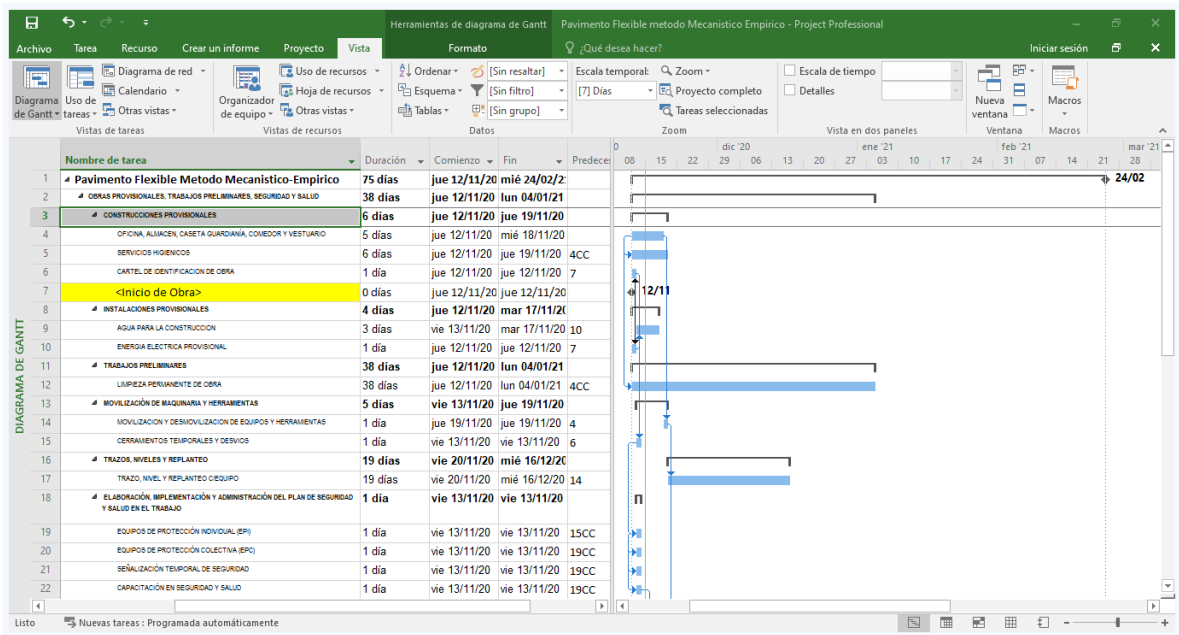
Herramientas de diagrama de Gantt Pavimento Flexible metodo Mecanistico Empirico - Project Professional

¿Qué desea hacer?

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1 Pavimento Flexible Metodo Mecanistico-Empirico	38 días	jue 12/11/20	lun 04/01/21
2 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD	38 días	jue 12/11/20	lun 04/01/21
3 CONSTRUCCIONES PROVISIONALES	6 días	jue 12/11/20	jue 19/11
4 OFICINA, ALMACEN, CASETA GUARDIANIA, COMEDOR Y VESTUARIO	5 días	jue 12/11/20	mié 18/11
5 SERVICIOS HIGIENICOS	6 días	jue 12/11/20	jue 19/11
6 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
7 <Inicio de Obra>	0 días	jue 12/11/20	jue 12/11
8 INSTALACIONES PROVISIONALES	3 días	jue 12/11/20	lun 16/11
9 AGUA PARA LA CONSTRUCCION	3 días	jue 12/11/20	lun 16/11
10 ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
11 TRABAJOS PRELIMINARES	38 días	jue 12/11/20	lun 04/01/21
12 LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	38 días	jue 12/11/20	lun 04/01/21
13 MOVILIZACION DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
14 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
15 CERRAMIENTOS TEMPORALES Y DESVIOS	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
16 TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	19 días	jue 12/11/20	mar 08/12
17 TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/EQUIPO	19 días	jue 12/11/20	mar 08/12
18 ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
19 EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
20 EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA (EPC)	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11
21 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	1 día	jue 12/11/20	jue 12/11

Nuevas tareas : Programada automáticamente





Fin de Obra 24/02/2021



**ANEXO 6**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**CALICATAS: En la Av. Cordillera Blanca**

**CALICATA N°1**







**Altura de Calicata 1.50 m**





**DESCRIPCION DE CALICATA N° 1**





**CALICATA N°2**











**CALICATA N° 3**















## Laboratorio Mecánica de Suelos



## Clasificación de Suelos



## Ensayo de Proctor modificado



## Ensayo de CBR







## PANEL FOTOGRAFICO

**CONTEO VEHICULAR DE 24 HORAS:** En la Av. Cordillera Blanca













FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: PROG. 0+000 A LA PROG. 2+000  
 SENTIDO: N ← S →  
 UBICACIÓN: AV. CORDILLERA BLANCA - ASOCIACIÓN LAS DELICIAS DE VILLA - CHORRILLOS

ESTACION: \_\_\_\_\_  
 CODIGO DE LA ESTACION: \_\_\_\_\_  
 DIA Y FECHA: 29 09 2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL	RURAL Corchis	JEEP		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	= 353	2T2	2T3	3T2
8:30	N	111111																		
	A	1																		
9:30	S	111111	1	1																
	A	111																		
10:30	N	1111																		
	A	1111																		
11:30	N	11111	1																	
	A	1111111	1																	

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ ING RESPONS: \_\_\_\_\_ SUPERV MTC: \_\_\_\_\_

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: PROG. 0+000 A LA PROG. 2+000  
 SENTIDO: N ← S →  
 UBICACIÓN: AV. CORDILLERA BLANCA - ASOCIACIÓN LAS DELICIAS DE VILLA - CHORRILLOS

ESTACION: \_\_\_\_\_  
 CODIGO DE LA ESTACION: \_\_\_\_\_  
 DIA Y FECHA: 29 09 2020

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL	RURAL Corchis	JEEP		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	= 353	2T2	2T3	3T2
12:30	N	11111	11	1																
	A	1111																		
1:30	S	111111	1																	
	A	111																		
2:30	N	1111																		
	A	1111																		
2:30	N	1		11	1	11														
	A	1111																		
3:30	N	11111	111	1																
	A	11111	111																	

ENCUESTADOR: 430 22224 \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ ING RESPONS: \_\_\_\_\_ SUPERV MTC: \_\_\_\_\_

**Panel Foto Grafico de Levantamiento de Av. Cordillera Blanca**









# Anexo 7 Certificados de Laboratorio



EXPEDIENTE N°48-2020-CEISAC

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA  
 DIRECCIÓN: Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos  
 REFERENCIA: EXPEDIENTE N°48-2020-CEISAC  
 PROYECTO: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
 UBICACIÓN: Chorrillos, Lima, Lima

### MÉTODO DE ENSAYO PARA ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422-63

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

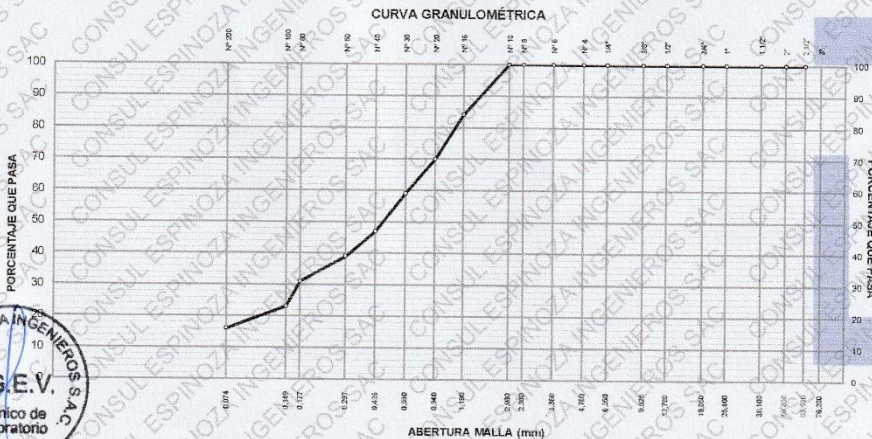
IDENTIFICACIÓN: Calicata 2, Muestra 2  
 PROFUNDIDAD: 0.30 - 1.50 m  
 PRESENTACIÓN: 01 Bolsa de polietileno  
 CANTIDAD: 30 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS				
SERIE AMERICANA	MALLAS	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
	ABERTURA (mm)			
3"	75.000			100
2 1/2"	62.500			100
2"	50.000			100
1 1/2"	37.500			100
1"	25.000			100
3/4"	19.000			100
1/2"	12.500			100
3/8"	9.500			100
1/4"	6.250			100
N° 4	4.750			100
N° 6	3.350			100
N° 8	2.360			100
N° 10	2.000			100
N° 16	1.180	16	16	84
N° 20	0.850	14	30	70
N° 30	0.600	11	41	59
N° 40	0.425	12	53	47
N° 60	0.300	8	61	39
N° 80	0.177	8	69	31
N° 100	0.150	8	77	23
N° 200	0.075	7	84	16
-200	ASTM C 117-04	16	100	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO			
Limite líquido (%)	(ASTM D 4318-05)		NP
Limite plástico (%)	(ASTM D 4318-05)		NP
Índice plástico (%)	(ASTM D 4318-05)		NP
Clasificación SUICS	(ASTM D2487-05)		SP
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-04e1)		A - 3(0)

Descripción de la muestra: Arena mal graduada

**OBSERVACIONES:**  
 El material fue muestreado por el personal técnico de la empresa Consul Espinoza Ingenieros S.A.C.



- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction Purposes
- ASTM D 2419-02 Standard test methods for sand equivalent value of soils and fine aggregate
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer 75 µm (N° 200) sieve in mineral aggregates by washing

Fecha de emisión: 2 de octubre de 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**CONSUL ESPINOZA INGENIEROS SAC**

CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA  
 CALLE ERATO N° 148, URB. OLIMPO - SALAMANDA - ATE, LIMA - PERU  
 CONSULESPINOZA@GMAIL.COM, CONSULESPINOZA@HOTMAIL.COM, TELEF: 991615464

*Jerry Bryan Espinoza Ventura*

**JERRY BRYAN  
 ESPINOZA VENTURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 191122**



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA  
DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos  
REFERENCIA : EXPEDIENTE N°48-2020-CEISAC  
PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANÍSTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
UBICACIÓN : Chorrillos, Lima, Lima.

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### ASTM D 2216

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata 3, Muestra 2  
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 metros  
PRESENTACIÓN : 01 bolsa de polipropileno  
CANTIDAD : 30 kg. Aprox

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Calicata 3, Muestra 2	1.3

#### OBSERVACIONES :

Muestra tomada por personal técnico de la empresa Consul Espinoza Ingenieros sac

#### Referencia:

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass

Fecha de emisión: 2 de octubre de 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



  
JERRY BRYAN  
ESPINOZA VENTURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 191122

**CONSUL ESPINOZA INGENIEROS SAC**  
"CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA"

DALLE ERATO N° 14B, URB. OLIMPO, SALAMANCA - ATE, LIMA - PERÚ  
CONSULESPINOZA@GMAIL.COM, CONSULESPINOZA@HOTMAIL.COM, TELEF: 991615484



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA      PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020

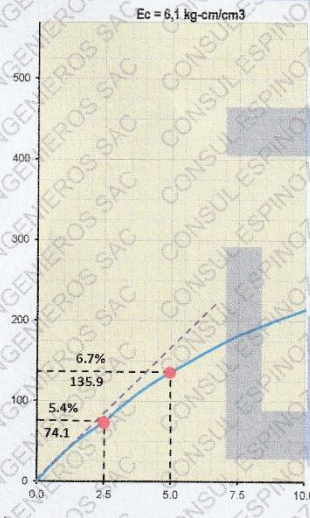
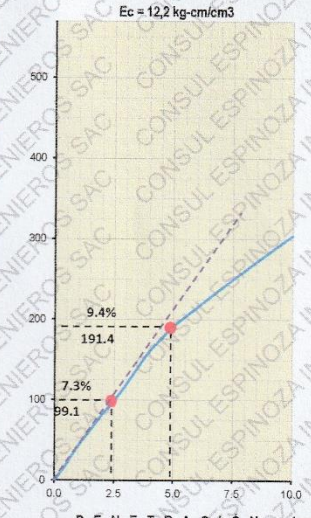
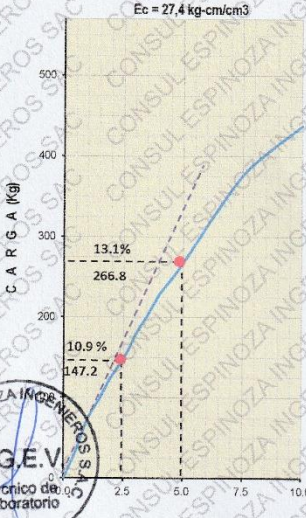
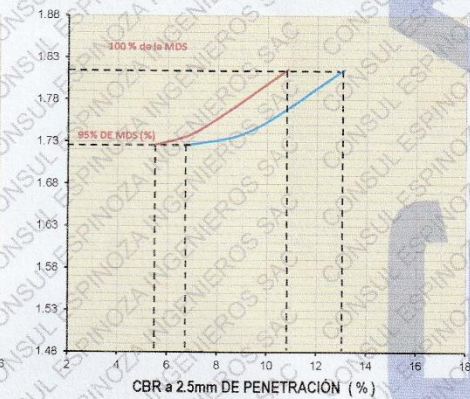
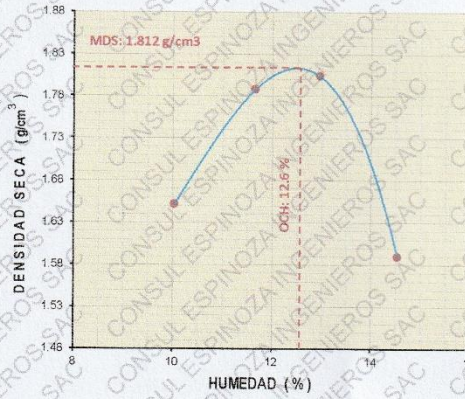
DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos

REFERENCIA : EXPEDIENTE N°048-2020-CEISAC      LUGAR: Chorrillos, Lima, Lima.

### CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3      PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

PROFUNDIDAD : 1.50 metros      CANTIDAD : 30 Kg c/u aprox



OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por personal técnico de la empresa solicitante.

Referencia: ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils.  
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³)

Fecha de Muestreo: Lima, 2 de octubre de 2020.

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Jerry Bryan Espinoza Ventura*  
**JERRY BRYAN ESPINOZA VENTURA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 191122







## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA PROYECTO : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020"

DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos UBICACIÓN : Chorrillos, Lima, Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 48-2020-CEISAC

### MÉTODO DE ENSAYO PARA ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422-63

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata 3, Muestra 2 PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno

PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 m CANTIDAD : 30 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS				
MALLAS	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	75.000			100
2 1/2"	62.500			100
2"	50.000			100
1 1/2"	37.500			100
1"	25.000			100
3/4"	19.000			100
1/2"	12.500			100
3/8"	9.500			100
1/4"	6.250			100
N° 4	4.750			100
N° 6	3.350			100
N° 8	2.360			100
N° 10	2.000			100
N° 16	1.180	17	17	83
N° 20	0.850	15	32	68
N° 30	0.600	15	47	53
N° 40	0.425	11	58	42
N° 50	0.300	8	66	34
N° 60	0.250	7	73	27
N° 100	0.150	5	78	22
N° 200	0.075	6	84	16
-200	ASTM C 117-04	18	100	

#### CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

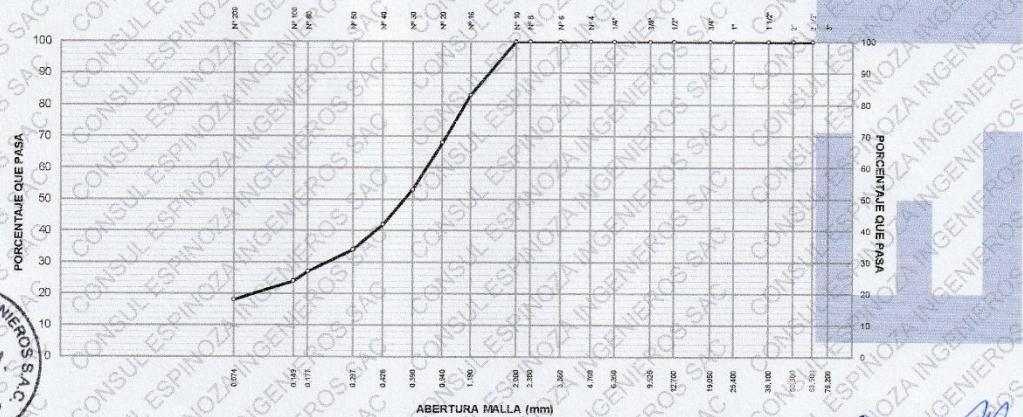
Limite líquido (%) (ASTM D 4318-05)	NP
Limite plástico (%) (ASTM D 4318-05)	NP
Índice plástico (%) (ASTM D 4318-05)	NP
Clasificación SILCS (ASTM D2487-05)	SP
Clasif. para el uso en vías transporte (ASTM D 3282-04e1)	A - 3(0)

Descripción de la muestra : Arena mal graduada

#### OBSERVACIONES:

El material fue muestreado por el personal técnico de la empresa Consul Espinoza Ingenieros S.A.C.

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



- Referencia:
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction Purposes
  - ASTM D 2419-02 Standard test methods for sand equivalent value of soils and fine aggregate
  - ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer 75 µm (N° 200) sieve in mineral aggregates by washing

Fecha de emisión : 2 de octubre de 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

*Jerry Bryan Espinoza Ventura*

**JERRY BRYAN ESPINOZA VENTURA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 191122

#### CONSUL ESPINOZA INGENIEROS SAC

"CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA"  
DALLE ERATO N° 14B, URB. OLIMPO - SALAMANCA - ATE, LIMA - PERÚ  
CONSULESPINOZA@GMAIL.COM, CONSULESPINOZA@HOTMAIL.COM, TEL: 991 615484



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA  
 DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos  
 PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
 REFERENCIA : EXPEDIENTE N°048-2020-CEISAC  
 LUGAR : Chorrillos, Lima, Lima

### CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 2  
 DESCRIPCIÓN : 1.50 metros  
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsas de polietileno  
 CANTIDAD : 30 Kg o/u aprox

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

##### Granulometría de la Muestra (ASTM D-422/ASTM D-1140)

Serie Americana	Ret. Parcial (%)	Pasa (%)
2"	--	100.0
3/4"	--	100.0
3/8"	--	100.0
N°4	12.0	88.0
N°200	7.0	93.0
< N°200	16	

##### Límites de Atterberg (ASTM D-4318)

Límite Líquido :  
 Índice Plástico :

##### Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D-2487) : SP  
 Vías Transporte (ASTM D-3282) : A - 3 (0)

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

Descripción	Especimen N° 1	Especimen N° 2	Especimen N° 3
Energía de Compactación (kg-cm/cm <sup>2</sup> )	27.4	12.2	6.1
Densidad Seca Antes del Remojo (g/cm <sup>3</sup> )	1.995	1.919	1.887
Humedad de Compactación (%)	9.8	9.7	9.7
Humedad de Penetración (%)	12.1	11.8	12.1
Absorción (%)	2.3	2.1	2.4
Expansión (%)	1.25	1.91	2.46
Tiempo de Embebido (días)	4	4	4
Sobrecarga (kg)	4.5	4.5	4.5

#### RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

##### Proctor Modificado (ASTM D 1557-02) (\*)

Método de Compactación : "A"  
 Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.989  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.7

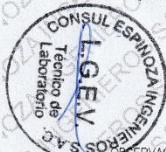
##### C.B.R. a 2.5 mm de Penetración (ASTM D 1883-05)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S. : 12.3 %  
 C.B.R. al 95 % de la M.D.S. : 6.6 %

##### C.B.R. a 5.0 mm de Penetración (ASTM D 1883-05)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S. : 14.1 %  
 C.B.R. al 95 % de la M.D.S. : 7.6 %

Condiciones del Ensayo : Embebido



#### RESERVACIONES:

Muestra tomada e identificada por personal técnico de la empresa solicitante.

#### REFERENCIA:

ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 50000 ft-lbf/m<sup>3</sup> (2700 kJ/m<sup>3</sup>)

Fecha de Emisión : Lima, 2 de octubre de 2020.

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**CONSUL ESPINOZA INGENIEROS S.A.C.**  
 CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA  
 CALLE ERATO N° 148. Urb. OLIMPO - SALAMANCA - ATE, LIMA - PERÚ  
 CONSULESPINOZA@GMAIL.COM, CONSULESPINOZA@HOTMAIL.COM, TEL: 991615484

JERRY BRYAN  
 ESPINOZA VENTURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 191122



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MEGANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020

DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos

REFERENCIA : EXPEDIENTE N°048-2020-CEISAC LUGAR : Chorrillos, Lima, Lima.

### CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)

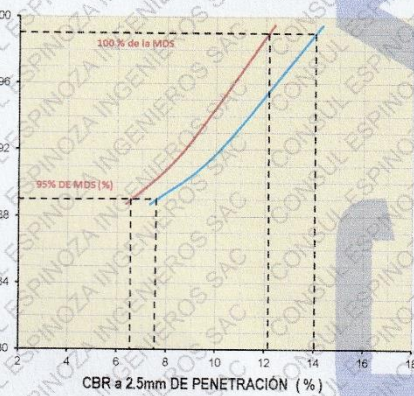
#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 2

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

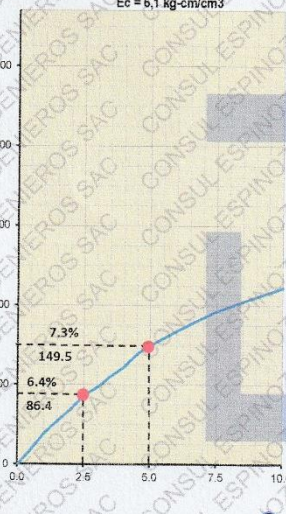
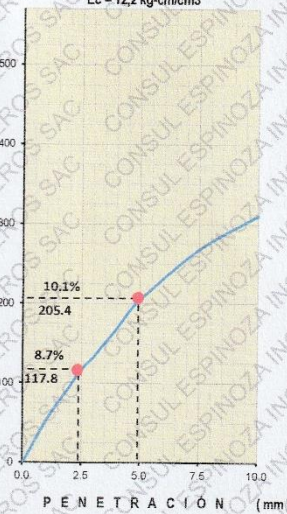
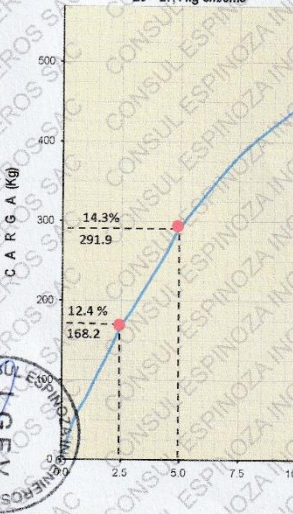
CANTIDAD : 30 Kg c/u aprox



Ec = 27.4 kg-cm/cm³

Ec = 12.2 kg-cm/cm³

Ec = 6.1 kg-cm/cm³



#### OBSERVACIONES:

Muestra tomada e identificada por personal técnico de la empresa solicitante.

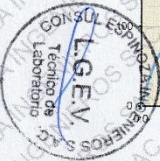
#### Referencia:

ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils.

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft³ (2700 kN-m/m³)

Fecha de Muestreo: Lima, 2 de octubre de 2020.

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Jerry Bryan Espinoza Ventura*

JERRY BRYAN  
ESPINOZA VENTURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 191122



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA  
DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos  
PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANÍSTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
REFERENCIA : EXPEDIENTE N°48-2020-CEISAC  
UBICACIÓN : Chorrillos, Lima, Lima.

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### ASTM D 2216

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata 2, Muestra 2  
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 metros  
PRESENTACIÓN : 01 bolsa de polipropileno  
CANTIDAD : 30 kg. Aprox.

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Calicata 2, Muestra 2	1.3

#### OBSERVACIONES :

Muestra tomada por personal técnico de la empresa Consul Espinoza Ingenieros sac

#### Referencia

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass

Fecha de emisión: 2 de octubre de 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



JERRY BRYAN  
ESPINOZA VENTURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 191122

### CONSUL ESPINOZA INGENIEROS SAC

#### "CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA"

CALLE ERATO N° 148, URB. OLIMPO - SALAMANCA - ATE, LIMA - PERÚ  
CONSULESPINOZA@GMAIL.COM, CONSULESPINOZA@HOTMAIL.COM, TELEF: 991615484



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA  
 DIRECCIÓN : Av. Cordillera Blanca, Las Delicias de Villa Chorrillos  
 REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 48-2020-CEISAC  
 PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
 UBICACIÓN : Chorrillos, Lima, Lima

### MÉTODO DE ENSAYO PARA ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422-63

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata 1, Muestra 2  
 PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.60 m

PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
 CANTIDAD : 30 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS				
MALLAS	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	75.000			100
2 1/2"	62.500			100
2"	50.000			100
1 1/2"	37.500			100
1"	25.000			100
3/4"	19.000			100
1/2"	12.500			100
3/8"	9.500			100
1/4"	6.250			100
N° 4	4.750			100
N° 6	3.350			100
N° 8	2.380			100
N° 10	2.000			100
N° 16	1.180	19	19	81
N° 20	0.850	14	33	67
N° 30	0.600	15	48	52
N° 40	0.425	10	58	42
N° 50	0.300	8	66	34
N° 80	0.177	6	72	28
N° 100	0.150	4	76	24
N° 200	0.075	6	82	18
-200	ASTM C 117-04	18	100	-

#### CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

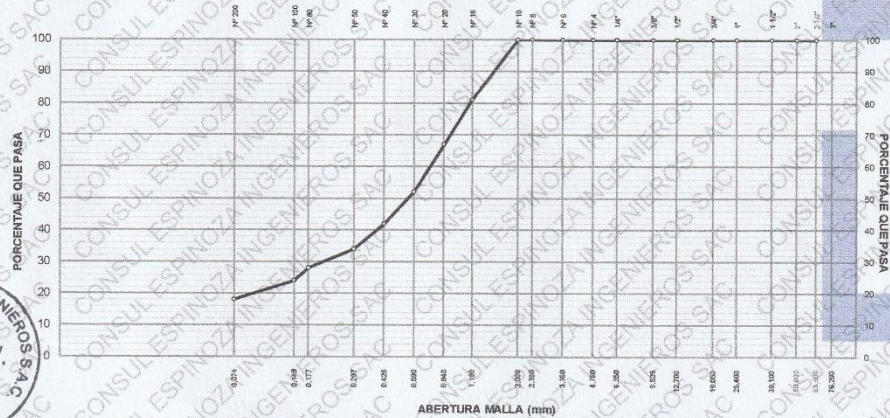
Límite líquido (%) (ASTM D 4318-05) : NP  
 Límite plástico (%) (ASTM D 4318-05) : NP  
 Índice plástico (%) (ASTM D 4318-05) : NP  
 Clasificación SUCS (ASTM D 2487-05) : SP  
 Clasif. para el uso en vías transporte (ASTM D 3282-04e1) : A-3(0)

Descripción de la muestra : Arena mal graduada

#### OBSERVACIONES:

El material fue muestreado por el personal técnico de la empresa Consul Espinoza Ingenieros S.A.C.

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



- Referencia:
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 2419-02 Standard test methods for sand equivalent value of soils and fine aggregate
  - ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer 75 µm (N° 200) sieve in mineral aggregates by washing

Fecha de emisión : 2 de octubre de 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**CONSUL ESPINOZA INGENIEROS SAC**

"CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA"  
 CALLE ERATO N° 14B, URB. DUMPO - SALAMANDA - ATE, LIMA - PERÚ  
 CONSULESPINOZA@GMAIL.COM, CONSULESPINOZA@HOTMAIL.COM, TELEF: 991 613 484

*Jerry Bryan Espinoza Ventura*

**JERRY BRYAN ESPINOZA VENTURA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 191122



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SURCA MACAZANA      PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO  
 DIRECCIÓN : Av. Costanera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos      : FLEMBLE EMPLEANDO EL METODO ASHTO 93 Y  
 MECANISTICO-EMPRICO, CHORRILLOS 2020  
 REFERENCIA : EXPEDIENTE N°048-2020-CEISAC      LUGAR : Chorrillos, Lima, Lima

### CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 3      PRESENTACIÓN : 01 Bolsas de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : 1.50 metros      CANTIDAD : 30 Kg o/u aprox

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

##### Granulometría de la Muestra (ASTM D-422/ASTM D-1140)

Serie Americana	Ret. Pcial (%)	Pasa (%)
2"	--	100.0
3/4"	--	100.0
3/8"	--	100.0
N°4	9.0	91.0
N°200	7.0	
< N°200	19	

##### Límites de Atterberg (ASTM D-4318)

Límite Líquido : -  
 Índice Plástico : -

##### Clasificación de Suelos

SÚCS (ASTM D-2487) : SP  
 Vías Transporte (ASTM D-3282) : A-3(0)

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

Descripción		Especimen N° 1	Especimen N° 2	Especimen N° 3
Energía de Compactación	(kg-cm/cm <sup>3</sup> )	27.4	12.2	6.1
Densidad Seca Antes del Remojo	(g/cm <sup>3</sup> )	1.816	1.744	1.726
Humedad de Compactación	(%)	13.4	12.6	11.9
Humedad de Penetración	(%)	20.0	21.5	20.4
Absorción	(%)	6.6	8.7	8.5
Expansión	(%)	1.22	1.71	2.35
Tiempo de Embebido	(días)	4	4	4
Sobrecarga	(kg)	4.5	4.5	4.5

#### RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

##### Proctor Modificado (ASTM D 1557-02) (\*)

Método de Compactación : "A"  
 Máxima Densidad Seca : 1.812 (g/cm<sup>3</sup>)  
 Óptimo Contenido de Humedad : 12.8 (%)

##### C.B.R. a 2,5 mm de Penetración (ASTM D 1883-05)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S. : 10.9 %  
 C.B.R. al 95 % de la M.D.S. : 5.6 %

##### C.B.R. a 5,0 mm de Penetración (ASTM D 1883-05)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S. : 12.8 %  
 C.B.R. al 95 % de la M.D.S. : 6.8 %

Condiciones del Ensayo : Embebido



OBSERVACIONES

Muestra tomada e identificada por personal técnico de la empresa solicitante.

REFERENCIA

ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory compacted soils.  
 ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 9900 ft-lb (12700 kN-m/m<sup>2</sup>)  
 Fecha de Emisión : Lima, 2 de octubre de 2020  
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Jerry Bryan Espinoza Ventura*  
**JERRY BRYAN  
 ESPINOZA VENTURA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 191122



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA-MACAZAÑA  
DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos  
REFERENCIA : EXPEDIENTE N°48-2020-CEISAC

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANÍSTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
UBICACIÓN : Chorrillos, Lima, Lima.

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO ASTM D 2216

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata 1, Muestra 2  
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 metros

PRESENTACIÓN : 01 bolsa de polipropileno  
CANTIDAD : 30 kg. Aprox.

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Calicata 1, Muestra 2	1.3

#### OBSERVACIONES :

Muestra tomada por personal técnico de la empresa Consul Espinoza Ingenieros sac

#### Referencia

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass

Fecha de emisión: 2 de octubre de 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



JERRY BRYAN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 191122



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESÚS ANDRÉS SUICA MACAZANA  
 DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorillos  
 PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020  
 REFERENCIA : EXPEDIENTE N°048-2020-CEISAC  
 LUGAR : Chorillos, Lima, Lima

### CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 1  
 DESCRIPCIÓN : 1.50 metros  
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsas de polietileno  
 CANTIDAD : 30 Kg c/u aprox

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

##### Granulometría de la Muestra (ASTM D-422/ASTM D-1140)

Serie Americana	Ret. Parcial (%)	Pasa (%)
2"	--	100.0
3/4"	--	100.0
3/8"	--	100.0
N°4	10.0	90.0
N°200	6.0	
< N°200	16	

##### Límites de Atterberg (ASTM D-4318)

Límite Líquido : -  
 Índice Plástico : -

##### Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D-2487) : SP  
 Vías Transporte (ASTM D-3282) : A-3(0)

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO

Descripción		Especimen N° 1	Especimen N° 2	Especimen N° 3
Energía de Compactación	(kg-cm/cm <sup>2</sup> )	27.4	12.2	6.1
Densidad Seca Antes del Remojo	(g/cm <sup>3</sup> )	1.829	1.749	1.716
Humedad de Compactación	(%)	12.6	12.6	12.6
Humedad de Penetración	(%)	19.9	21.1	21.0
Absorción	(%)	7.3	8.5	8.4
Expansión	(%)	1.18	1.69	2.33
Tiempo de Embebido	(días)	4	4	4
Sobrecarga	(kg)	4.5	4.5	4.5

#### RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

##### Proctor Modificado (ASTM D 1557-02) (%)

Método de Compactación : "A"  
 Máxima Densidad Seca : 1.816 (g/cm<sup>3</sup>)  
 Contenido de Humedad : 12.6

##### C.B.R. a 2,5 mm de Penetración (ASTM D 1883-05)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S. : 10.8 %  
 C.B.R. al 95 % de la M.D.S. : 5.9 %

##### C.B.R. a 5,0 mm de Penetración (ASTM D 1883-05)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S. : 12.9 %  
 C.B.R. al 95 % de la M.D.S. : 7.2 %

Condiciones del Ensayo : Embebido



OBSERVACIONES

Muestra tomada e identificada por personal técnico de la empresa solicitante.

REFERENCIA

ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf (7700 kN-mm)  
 Fecha de Emisión : Lima, 2 de octubre de 2020.

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

*Jerry Bryan Espinoza Ventura*

JERRY BRYAN  
 ESPINOZA VENTURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 191122









## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JESUS ANDRES SUCA MACAZANA      PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO B3 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020

DIRECCIÓN : Av. Cordillera blanca, Las Delicias de Villa - Chorrillos

REFERENCIA : EXPEDIENTE N°048-2020-CEISAC      LUGAR : Chorrillos, Lima, Lima

### CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1883-05)

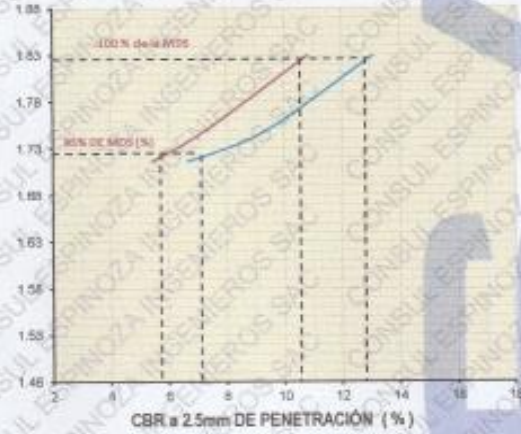
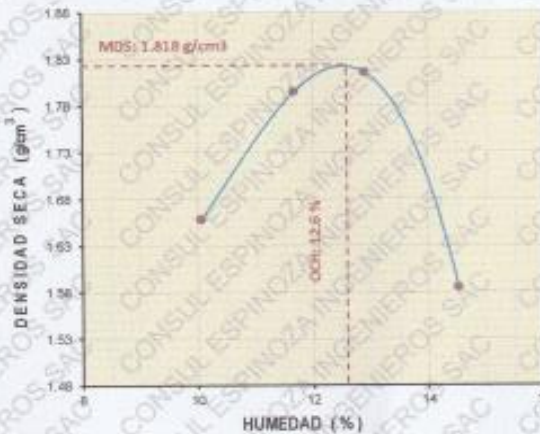
#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Calicata C - 1

PRESENTACION : 01 Saca de polipropileno

PROFUNDIDAD : 1.50 metros

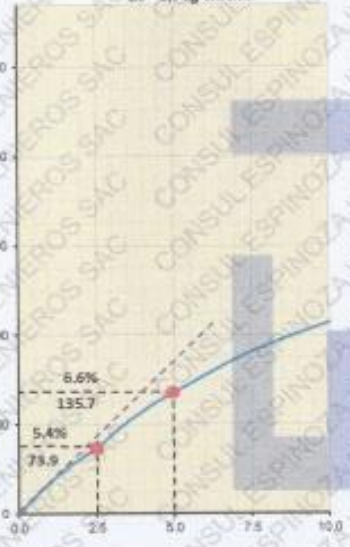
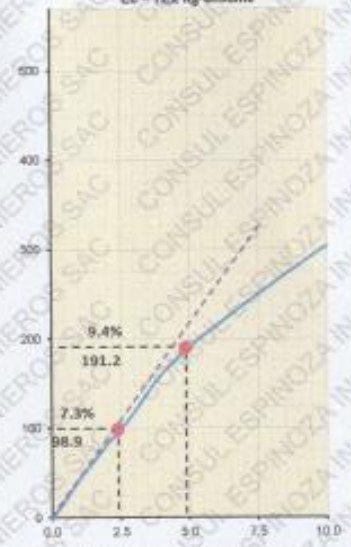
CANTIDAD : 30 Kg c/u aprox



E<sub>c</sub> = 27,4 kg-cm/cm<sup>3</sup>

E<sub>c</sub> = 122 kg-cm/cm<sup>3</sup>

E<sub>c</sub> = 6,1 kg-cm/cm<sup>3</sup>



#### OBSERVACIONES :

Muestra tomada e identificada por personal técnico de la empresa solicitante.

#### Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils.
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Fecha de Muestreo : Lima, 2 de octubre de 2020.

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



JERRY BRYAN  
ESPINOZA VENTURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 191122



## Anexo 8 Certificado de Calibración de Equipos



Punto de Precisión S.A.C.

### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 211 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : T 072 - 2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-22  
**1. Solicitante** : CONSUL ESPINOZA INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Calle Erato N° 148, Urb. Olimpo - ATE

**2. Instrumento de Medición** : PRENSA DE CBR

Marca : SOILTEST EVANSTON

Número de Serie : SN 410

Alcance de Indicación : 5 Tn

Indicador : Weighing Indicator, modelo X3A, Resolución 1 Kg.

Celda : Mavin, modelo NS4-5T, serie E2900271, capacidad 5 Tn, modelo NS4-5T

Procedencia : AMERICA

Identificación : CEISAC-005-CBR-01

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-28

**3. Método de Calibración**

La verificación se realizó según el Método C de la norma ASTM E4-10.

El procedimiento consistió en la aplicación de tres series de cargas referenciales. En cada serie, para los diferentes valores leídos, se registraron las lecturas del patrón utilizado para la verificación.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
AV. Los Ángeles 653 - Lima 42.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 211 - 2020

Página: 2 de 3

### 5. Patrones de Referencia

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	SERIE	CERTIFICADO
Barómetro	Trazable	4247	122058580	LFP - 284 - 2017
Termohigrómetro				
Celda de Carga	Oap	No Indica	55P4336	INF-LE-190-14B
Indicador Digital	MCC	Safir	SCMF-100Tn-001-12	

### 6. Resultados

La calibración está referida a las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura	Humedad	Presión
18.4°C	88.5 %	987.5 mbar

### PRENSA DE CBR

### RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Lectura de Máquina (kg)	Lectura del Patrón Kg			Fuerza Patrón PROMEDIO (Kg)	Fuerza Curva de Ajustes (Kg)	Errores			U (kg)
	Serie 1	Serie 2	Serie 3			Ea (%)	b' (%)	b (%)	
0	0	0	0	0	3	-	-	-	-
500	497	498	496	497	502	0.6	0.4	1.4	13.2
1000	1001	1002	998	1000	1001	0.0	0.4	29.6	13.2
1500	1492	1493	1489	1491	1500	0.6	0.3	42.6	13.2
2000	1993	1991	1993	1992	1999	0.4	0.1	30.1	13.2
2500	2483	2484	2487	2485	2498	0.6	0.2	23.0	13.2
3000	2993	2992	2991	2992	2997	0.3	0.1	19.4	13.2
3500	3483	3485	3483	3484	3496	0.5	0.1	48.4	13.2
4000	3959	3467	3965	3797	3995	5.3	13.1	13.2	13.2
4500	4461	4460	4462	4461	4494	0.9	0.0	11.8	13.2
5000	4950	4948	4949	4949	4993	1.0	0.0	300.0	13.3

Donde:

Valor promedio: promedio de las lecturas del patrón en cada valor de verificación.

Ea: error absoluto de acuerdo a la norma ASTM E4-10

b': error de repetibilidad de acuerdo a la norma ASTM E4-10

b'': error de reproducibilidad de acuerdo a la norma ASTM E4-10

U: incertidumbre con un factor de cobertura de k=2



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



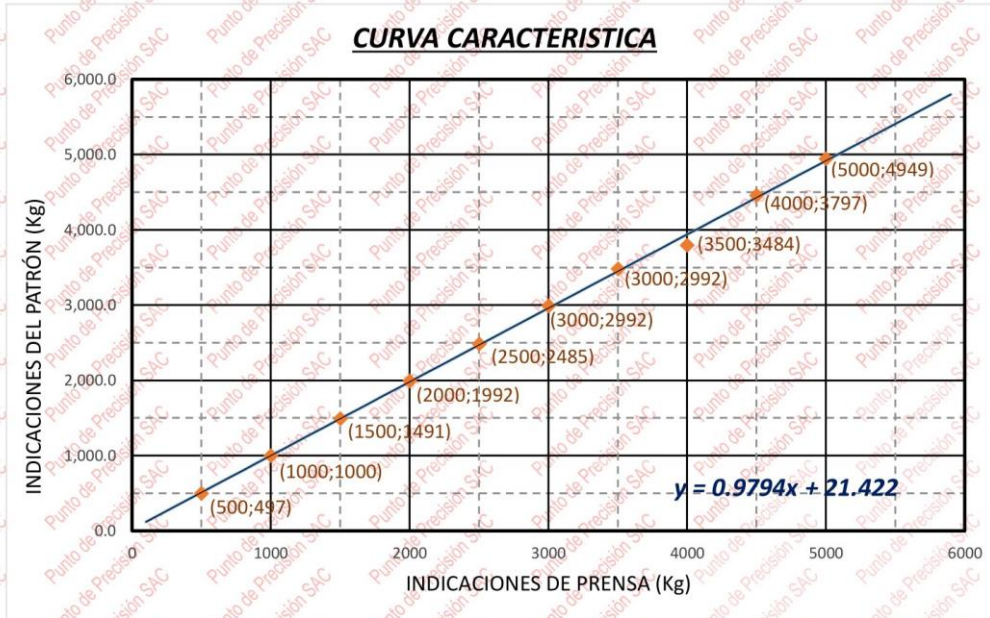
Punto de Precisión S.A.C.

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 211 - 2020

Página: 3 de 3



Ea: error absoluto

b: error de repetibilidad

b: error de reproducibilidad

U: incertidumbre

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión S.A.C.

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 206 - 2020

Página: 1 de 5

Expediente : T 067 - 2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-16

**1. Solicitante** : CONSUL ESPINOZA INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Calle Erato N° 148, Urb. Olimpo - ATE

**2. Instrumento de Medición** : HORNO ELÉCTRICO

Marca : DIGISYSTEM LABORATORY INSTRUMENTS

Modelo : D50-500D

Número de Serie : 13050171

Rango de Trabajo : 50 - 200°C

Procedencia : PERÚ

Identificación : CEISAC-022-HOR-02

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-14

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de INDECOPI – SNM PC – 018 (2ª Edición junio 2009).

Determinación de la temperatura en distintos puntos del interior del medio isoterma con un termómetro calibrado contra las indicaciones del instrumento de medición del medio isoterma.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN SAC  
Av. Los Ángeles 653 – Lima 42.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 206 - 2020  
Página: 2 de 5

### 5. Patrón de Referencia

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	SERIE	CERTIFICADO
Termohidrómetro	TRACEABLE	4247	122058580	LFP-284-2017
Sensores Tipo T	DELTA OHM	HD-32.8	12013628	LT-775-2015
Datalogger Termopar				LT-775-2015
Regla Métrica	Mitutoyo	182-309	No Índica	LLA-142-2015

### 6. Resultados de Medición

PUNTO DE CALIBRACIÓN : 145°C ± 5°C

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre expandida
Máxima Temperatura Medida	149.0	0.2
Mínima Temperatura Medida	98.6	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	48.3	0.5
Estabilidad Medida (±)	2.3	0.0
Uniformidad Medida	8.6	0.1

### 7. Condiciones Ambientales

	Máxima	Mínima
Máxima Temperatura Medida	18.1°C	18.2°C
Mínima Temperatura Medida	78%	79%
Desviación de Temperatura en el Tiempo	980.5	980.6

### 8. Observaciones

- El instrumento de medición y el selector son accesorios del medio isotérmico
- Accesorios del Medio Isotermo:

Marca	Modelo	Alcance de indicación	Div. De Esc.	Serie
AUTONICS	TZ45T	No indica	0.1	No indica

- Se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación del número de certificado y la fecha de calibración. Se adjunta copia del certificado de calibración del patrón utilizado.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento, pre enfriamiento, estabilización de 2 horas y se tomaron cada 2 minutos por 60 minutos.
- Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus equipos a intervalos apropiados. Este documento documenta la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados consignados en este documento se refieren únicamente al equipo sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. SCM Servicio de Calidad en Magnitud S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del equipo calibrado o de este documento.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión S.A.C.

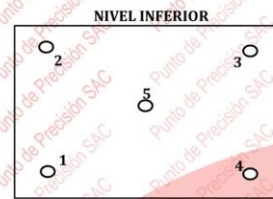
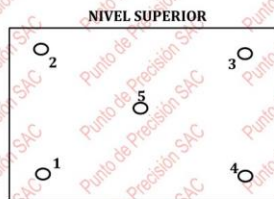
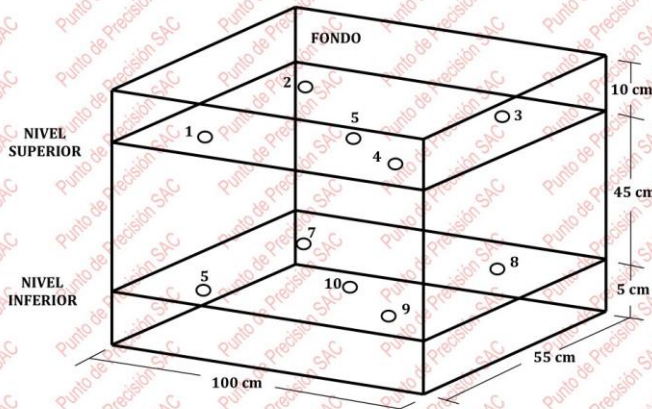
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 206 - 2020

Página: 3 de 5

## DISTRIBUCIÓN DE LOS TEMPORALES

El esquema de distribución de los temporales en el volumen interno y en los planos se muestra en los siguientes gráficos:



Los termopares ubicados en los niveles superior e inferior se colocaron a 15 cm de las paredes laterales y 10 cm del fondo y frente del medio isoterma. Los termopares ubicados en el centro se encuentran ubicados a 50 cm de las paredes laterales y a 22.5 cm del fondo y frente del medio isoterma. Los termopares 5 y 10 están ubicados en la parte central de sus respectivos planos.

### POSICIÓN DE LOS PLANOS

NIVEL SUPERIOR : 1  
NIVEL INFERIOR : 8

### POSICIÓN DE LOS PARRILLAS

PARRILLA SUPERIOR : 2  
PARRILLA INFERIOR : 7

### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN EN EL MEDIO ISOTERMO

TEMPERATURA	POSICIÓN DEL SELECTOR	POSICIÓN DE VENTILACIÓN	% CARGA	DESCRIPCIÓN DE LA CARGA
145°C	110	Encendido	100 %	10 tarros aluminio con muestra

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 206 - 2020

Página: 4 de 5

### MEDIO ISOTERMO: HORNO PUNTO DE CALIBRACIÓN: 145°C ± 5°C

Tiempo (min)	T ind. (°C) (TERMÓMETRO HORNO)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom (°C)	Tmáx - Tmín (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
0	109	145.4	142.1	145.3	141.2	145.2	144.0	141.4	143.1	141.7	145.3	143.5	4.2
2	109	145.5	142.3	145.4	141.7	145.4	144.1	141.4	143.2	141.7	145.6	143.6	1.4
4	108	145.6	142.5	145.5	141.7	145.6	144.2	141.3	143.3	141.5	145.9	143.7	1.4
6	109	145.4	142.5	145.3	141.3	145.2	144.0	141.4	143.1	141.5	145.3	143.5	4.1
8	110	145.5	142.6	145.4	141.1	145.4	144.1	141.5	143.2	141.6	145.6	143.6	4.5
10	110	145.6	142.6	145.5	141.1	145.6	144.2	141.4	143.3	141.6	145.9	143.7	4.8
12	111	145.6	142.2	145.5	141.2	145.4	144.2	141.2	143.3	141.4	145.5	143.6	4.4
14	111	145.7	142.3	145.6	141.3	145.6	144.3	141.4	143.4	141.4	145.8	143.7	4.5
16	112	145.8	142.3	145.7	141.5	145.8	144.4	141.4	143.5	141.4	146.1	143.8	4.7
18	112	145.9	142.4	145.8	141.5	145.7	144.5	141.5	143.6	141.5	145.8	143.8	4.4
20	112	146.1	142.6	146.0	141.4	146.0	144.7	141.3	143.8	141.6	146.2	144.0	4.9
22	114	146.2	142.5	146.1	141.3	146.2	144.8	141.2	143.9	141.5	146.5	144.0	5.3
24	113	146.4	142.3	146.3	141.3	146.2	145.0	141.4	144.1	141.4	146.3	144.1	5.1
26	113	146.6	142.3	146.5	141.4	146.5	145.2	141.5	144.3	141.5	146.7	144.3	5.3
28	112	146.8	142.4	146.7	141.5	146.8	145.4	141.3	144.5	141.4	147.1	144.4	5.8
30	111	147.1	142.5	147.0	141.4	146.9	145.7	141.5	144.8	141.6	147.0	144.6	5.7
32	111	147.2	142.7	147.1	141.6	147.1	145.8	141.4	144.9	141.4	147.3	144.7	5.9
34	147	147.4	142.7	147.3	141.4	147.4	146.0	141.2	145.1	141.4	147.7	144.8	6.5
36	147	147.5	142.6	147.4	141.4	147.3	146.1	141.2	145.2	141.5	147.4	144.8	6.3
38	109	147.9	142.5	147.8	141.5	147.8	146.5	141.3	145.6	141.6	148.0	145.1	6.7
40	109	148.2	142.6	148.1	141.6	148.2	146.8	141.4	145.9	141.4	148.5	145.3	7.1
42	108	148.4	142.2	148.3	141.4	148.2	147.0	141.3	146.1	141.5	148.3	145.3	7.1
44	109	148.7	142.5	148.6	141.5	148.6	147.3	141.4	146.4	141.4	148.3	145.5	7.3
46	109	148.8	142.3	148.7	141.4	148.8	147.4	141.4	146.5	141.3	148.4	145.5	7.5
48	110	148.9	142.3	148.8	141.3	148.7	147.5	141.3	146.6	141.5	148.4	145.5	7.6
50	149	148.9	142.4	149.1	141.5	148.7	147.8	141.4	146.9	141.4	148.4	145.7	7.7
52	111	148.9	142.5	149.3	141.4	148.8	148.0	141.3	147.1	141.5	148.5	145.7	8.0
54	111	149.0	142.7	149.4	141.5	148.9	148.1	141.3	147.2	141.6	148.5	145.8	8.1
56	112	149.0	142.7	149.6	141.5	149.0	148.3	141.5	147.4	141.4	148.5	145.9	8.2
58	112	149.0	142.6	149.7	141.5	149.0	148.4	141.4	147.5	141.5	148.6	145.9	8.3
60	112	149.0	142.7	149.8	141.4	149.0	148.5	141.2	147.6	141.4	148.6	145.9	8.6
PROM	114	147.2	142.5	147.2	98.9	147.1	145.9	100.0	145.0	141.5	147.1	99.6	
T.MAX	149	100.0	100.0	100.0	141.7	149.0	100.0	100.0	147.6	100.0	100.0		
T.MIN	108	145.4	142.1	145.3	98.6	145.2	144.0	141.2	143.1	141.3	145.3		
DTT	41	3.6	0.6	4.5	0.6	3.8	4.5	0.3	4.5	0.4	3.3		

Temperatura ambiental promedio : 21.3°C      Tiempo de calibración del equipo : 60 min

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.082
Desviación de Temperatura en el Espacio	48.3	0.537
Estabilidad Medida (±)	2.25	0.041
Uniformidad Media	8.6	0.082



- PUNTO DE T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX : Temperatura máxima.
- T. MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





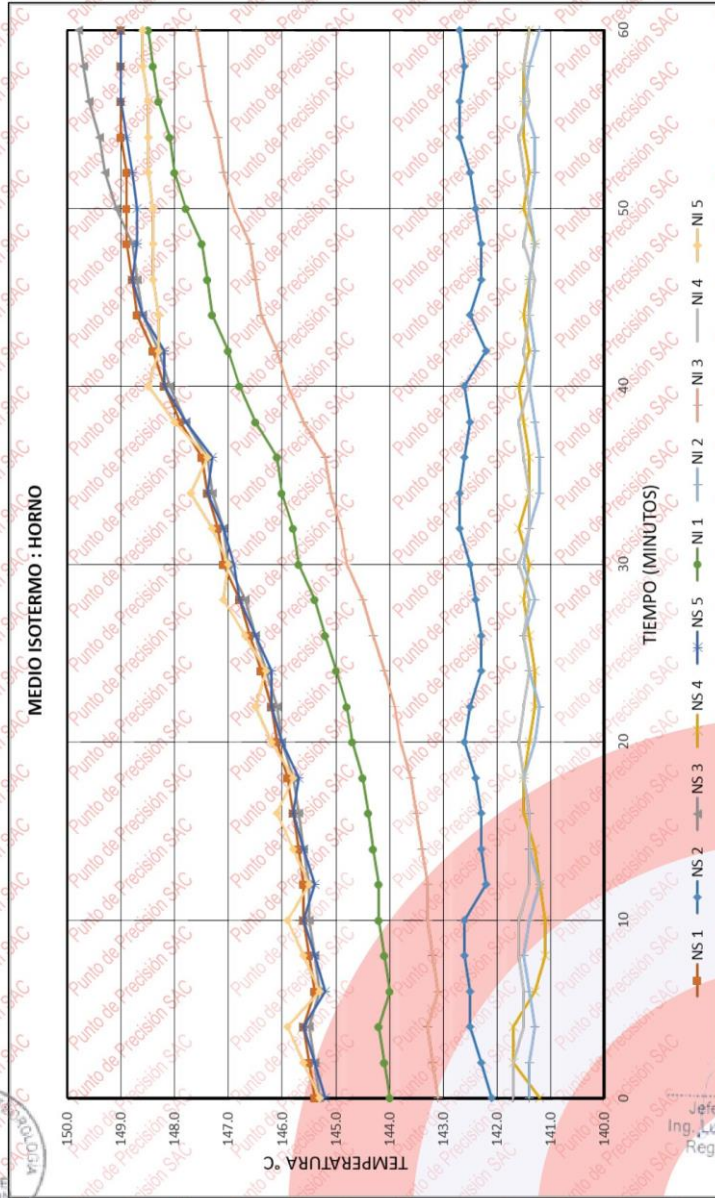
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 206 - 2020

Página: 5 de 5



PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 197 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : T 067 - 2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-16

**1. Solicitante** : CONSUL ESPINOZA INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Calle Erato N° 148, Urb. Olimpo - ATE

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : VALTOX

Número de Serie : 1411212190

Alcance de Indicación : 30 kg

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : ALEMANIA

Identificación : CEISAC-015-BAL-03

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-14

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN SAC  
Av. Los Ángeles 653 - Lima 42.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB -179 - 2019

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,5°C	25,6°C
Humedad Relativa	59 %	58%

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	LM-C-140-2017 / LM-102-2017 LM-093-2018 / LM-094-2018 LM-095-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 – 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no deben ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = l (kg)	Temp. (°C)		Carga L2 = l (kg)	Temp. (°C)	
		Inicial	Final		Inicial	Final
		15,000 kg		30,000 kg		
		$\Delta L$ (g)	E (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	
1	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,8	-0,3
2	15,000	0,6	-0,1	30,001	0,5	1,0
3	15,001	0,4	1,1	30,000	0,9	-0,4
4	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,6	-0,1
5	15,001	0,3	1,2	30,001	0,4	1,1
6	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,8	-0,3
7	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,7	-0,2
8	15,001	0,5	1,0	30,001	0,5	1,0
9	15,001	0,4	1,1	30,000	0,6	-0,1
10	15,000	0,7	-0,2	30,001	0,4	1,1
Diferencia Máxima			1,6			1,5
Error Máximo Permitido $\pm$			20 g		$\pm$	30 g



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB -179 - 2019  
Página: 3 de 3



Vista Frontal

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido					
	Carga Mínima (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	0,010	0,010	0,7	-0,2	10,000	10,000	0,7	-0,2	0,0	
2		0,010	0,5	0,0		10,001	0,3	1,2	1,2	
3		0,010	0,6	-0,1		10,001	0,5	1,0	1,1	
4		0,010	0,8	-0,3		10,000	0,6	-0,1	0,2	
5		0,010	0,6	-0,1		10,000	0,9	-0,4	-0,3	
(*) valor entre 0 y 10 e								Error máximo permitido:	±	20g

### ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,010	0,010	0,8	-0,6						10
0,020	0,020	0,9	-0,4	-0,1	0,020	0,7	-0,2	0,1	10
0,500	0,500	0,6	-0,1	0,2	0,500	0,6	-0,1	0,2	10
1,000	1,000	0,5	0,0	0,3	1,000	0,5	0,0	0,3	10
2,500	2,500	0,6	-0,1	0,2	2,500	0,7	-0,2	0,1	10
5,000	5,000	0,7	-0,2	0,1	5,000	0,8	-0,3	0,0	10
10,000	10,001	0,4	1,1	1,4	10,000	0,6	-0,1	0,2	20
15,000	15,000	0,8	-0,3	0,0	15,001	0,5	1,0	1,3	20
20,000	20,000	0,6	-0,1	0,2	20,001	0,4	1,1	1,4	20
25,000	25,001	0,3	1,2	1,5	25,001	0,3	1,2	1,5	30
30,000	30,000	0,9	-0,4	-0,1	30,000	0,9	-0,4	-0,1	30

(\*\*) error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000291 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,000000802 \text{ kg}^2 + 0,00000000394 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido    R: en Kg  
FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Setiembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 – LIMA 42 Telef 292-5106 292-2095

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## Anexo 9

### Carta de Laboratorio donde se Realizaron los Ensayos

**CEISAC**  
INGENIEROS

**CARTA N°191-2020-CEISAC**

Lima, 17 de noviembre 2020

Señor:

**JESUS ANDRES SUICA MACAZANA**

Atención:

**ESTUDIO DE INGENIERIA PARA TESIS**

Asunto : **"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL METODO AASHTO 93 Y MECANISTICO-EMPIRICO, CHORRILLOS 2020 "**

Universidad : *Universidad Cesar Vallejo*

De nuestra consideración:

Se presenta el expediente en físico:

1. Memoria de cálculo del diseño de pavimentos método AASHTO 93.
2. Ensayos de laboratorio (límites de consistencia, granulometría, clasificación, humedad, proctor modificado, CBR).

Sin otro particular quedo de Ud.

Atentamente,

**CEISAC**

CONSUL ESPINOZA INGENIEROS S A C  
*Judith Oscanda Surichaqui*  
GERENTE DE ADMINISTRACION  
Y FINANZAS

---

**CONSUL ESPINOZA INGENIEROS SAC**  
"CONSULTORIA INTEGRAL DE INGENIERIA"  
CALLE ERATO 14B, URB. OLIMPO, ATE, LIMA - PERÚ  
[consulespinoza@gmail.com](mailto:consulespinoza@gmail.com) - [j.oscanao.ceisac@gmail.com](mailto:j.oscanao.ceisac@gmail.com)  
Teléfono: 991615484 - 934995819

## Anexo 11 Plano de Ubicación de la Zona de Estudio

