

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL  
ANILLO VIAL OVALO LARCO, TRUJILLO - 2018**

**TESIS:**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

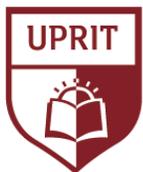
**Bach. MARCO ANTONIO RODRIGUEZ FERNANDEZ**

**ASESOR:**

**ING. JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2019**



## Aprobación de la Tesis

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Marco Antonio Rodríguez Fernández**, denominada:

**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL  
ANILLO VIAL OVALO LARCO, TRUJILLO - 2018**

---

Ing. Enrique Manuel Durand Bazán

**Jurado Presidente**

---

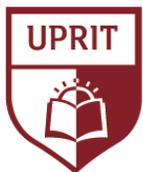
Ing. Guido Robert Marín Cubas

**Secretario**

---

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

**Vocal**



## Dedicatoria

“A Dios porque es él quien ilumina mi camino”

A mí querida esposa e hijos; quienes son el motor de mi vida, por su permanente apoyo para el logro de nuestras metas y objetivos.

A mis estimados profesores, que fueron mi ejemplo y estímulo para lograr mis expectativas profesionales.



## Agradecimiento

**A:**

**DIOS:**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

**MADRE:**

Por su confianza en mí, consejos, apoyo moral, espiritual y económico, que me permitieron alcanzar esta meta.



## Índice de Contenidos

CARATULA .....	i
HOJA DE FIRMAS.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de Contenidos .....	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Ilustraciones .....	ix
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
I. Introducción .....	1
1.1. Realidad problemática. ....	1
1.2. Formulación del problema. ....	4
1.3. Justificación a la investigación .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	5
1.5. Antecedentes.....	7
1.6. Bases Teóricas .....	8
1.6.1. Pavimentos .....	8
1.6.2. Estudio de tráfico.....	11
1.6.3 Metodología del trabajo .....	14
1.7. Definición de términos básicos.....	38
1.8. Formulación de la hipótesis .....	40



II.	Material y Métodos.....	41
2.1.	Material.....	41
2.2.	Material de estudio.....	41
2.2.1.	Población.....	41
2.2.2.	Muestra.....	41
2.3.	Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	42
2.3.1.	Para recolectar datos.....	42
2.3.2.	Para procesar datos.....	42
2.4.	Operacionalización de variables.....	43
III.-	Resultados.....	44
1.1.-	Del estudio de suelos:.....	44
1.2.-	Del estudio de tráfico:.....	44
1.3.-	Del diseño de la estructura del pavimento:.....	45
1.4.-	Del estudio de costo.....	46
IV.-	Discusión.....	66
V.-	Conclusiones.....	67
VII.-	Referencias Bibliográficas.....	69
ANEXOS	.....	71
Anexo 1	Contenido natural de humedad – Calicata 01.....	72
Anexo 2	Contenido natural de humedad – Calicata 02.....	73
Anexo 3	Contenido natural de humedad – Calicata 03.....	74
Anexo 4	Contenido natural de humedad – Calicata 04.....	75
Anexo 5	Gravedad específica de sólidos – Calicata 01.....	76



Anexo 6 Gravedad especifica de solidos – Calicata 02 .....	77
Anexo 7 Gravedad especifica de solidos – Calicata 03 .....	78
Anexo 8 Gravedad especifica de solidos – Calicata 04 .....	79
Anexo 9 Determinacion del limite plastico e indice de plasticidad del suelo – Calicata 01.....	80
Anexo 10 Determinacion del limite plastico e indice de plasticidad del suelo – Calicata 02...	81
Anexo 11 Determinacion del limite plastico e indice de plasticidad del suelo – Calicata 03...	82
Anexo 12 Determinacion del limite plastico e indice de plasticidad del suelo – Calicata 04...	83
Anexo 13 Razon soporte de california (C.B.R) – Calicata 01.....	84
Anexo 14 Razon soporte de california (C.B.R) – Calicata 02.....	85
Anexo 15 Razon soporte de california (C.B.R) – Calicata 03.....	86
Anexo 16 Razon soporte de california (C.B.R) – Calicata 04.....	87
Anexo 17 Analisis granulometrico por tamizado – Calicata 01 .....	88
Anexo 18 Analisis granulometrico por tamizado – Calicata 02 .....	89
Anexo 19 Analisis granulometrico por tamizado – Calicata 03 .....	90
Anexo 20 Analisis granulometrico por tamizado – Calicata 04 .....	91
Anexo 21 Fotos en laboratorio de mecanica de suelos .....	92
Anexo 22 Fotos colocacion de puntos geodésicos .....	93



## Índice de Tablas

TABLA N° 1. Calculo del IMDA Av. Larco (cuadra 10) .....	47
TABLA N° 2. Calculo del IMDA Av. América Sur (cuadra 40) .....	47
TABLA N° 3. Calculo del IMDA Av. Larco (cuadra 11) .....	48
TABLA N° 4. Calculo del IMDA Av. América (cuadra 39).....	48
TABLA N° 5. Proyección del tráfico normal Av. Larco (cuadra 10).....	49
TABLA N° 6. Proyección del tráfico normal Av. América Sur (cuadra 40).....	50
TABLA N° 7. Proyección del tráfico normal Av. Larco (cuadra 11).....	51
TABLA N° 8. Proyección del tráfico normal Av. América Sur (cuadra 39).....	52
TABLA N° 9. Proyección del tráfico generado Av. Larco (cuadra 10) .....	53
TABLA N° 10. Proyección del tráfico generado Av. América Sur (cuadra 40) .....	54
TABLA N° 11. Proyección del tráfico generado Av. Larco (cuadra 11) .....	55
TABLA N° 12. Proyección del tráfico generado Av. América Sur (cuadra 39) .....	56
TABLA N° 13. Proyección del tráfico normal + generado Av. Larco (cuadra 10).....	57
TABLA N° 14. Proyección del tráfico normal + generado Av. América Sur(cuadra40).....	58
TABLA N° 15. Proyección del tráfico normal + generado Av. Larco (cuadra 11).....	59
TABLA N° 16. Proyección del tráfico normal + generado Av. América Sur (cuadra39).....	60
TABLA N° 17. Número de repeticiones de EE 8.2t Av. Larco (cuadra 10) .....	61
TABLA N° 18. Número de repeticiones de EE 8.2t Av América Sur (cuadra 40) .....	62
TABLA N° 19. Número de repeticiones de EE 8.2t Av Larco (cuadra 11) .....	63
TABLA N° 20. Número de repeticiones de EE 8.2t Av América Sur (cuadra 39) .....	64
TABLA N° 21. Resumen de la caracterización del suelo.....	65



## Índice de Ilustraciones

Figura N° 1. Localización del Proyecto .....	11
Figura N° 2. Área de influencia del Proyecto .....	14
Figura N° 3. Ubicación de puntos de conteo vehicular .....	16
Figura N° 4. Periodos de diseño recomendados por la AASHTO en función del tipo de Carretera .....	17
Figura N° 5. Tasas promedio de crecimiento anual del tráfico .....	18
Figura N° 6. Factor de distribución carril .....	19
Figura N° 7. Configuración de ejes .....	21
Figura N° 8. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles .....	22
Figura N° 9. Factores de Ejes Equivalentes.....	23
Figura N° 10. Valores del nivel de confianza “R” de acuerdo al tipo de camino.....	29
Figura N° 11. Desviación estándar normal de acuerdo al tipo de camino.....	31
Figura N° 12. Clasificación de Índice de serviciabilidad .....	32
Figura N° 13. Clasificación de Índice de serviciabilidad inicial .....	33
Figura N° 14. Clasificación de Índice de serviciabilidad final .....	34
Figura N° 15. Clasificación del drenaje.....	36
Figura N° 16. Valores para modificar los Coeficientes Estructurales .....	36
Figura N° 17. Espesores mínimos en función de los Ejes Equivalentes.....	38



## Resumen

Actualmente, en nuestra ciudad se ha originado el incremento del parque automotor, y por ende La Municipalidad de Trujillo viene haciendo estudios en puntos nostálgicos de embotellamientos vehiculares, y tienen pensado un proyecto:

“Creación del intercambio vial del Óvalo Larco”. Este posible proyecto vial urbano, consiste en un paso a desnivel de 200 metros de largo por dos rampas y un total de 700 metros de longitud que sigue la trayectoria de la Avenida Larco.

El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito. La metodología permitió establecer los métodos y técnicas que van relacionados con la durabilidad que está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desea dar al anillo vial, depende de la importancia de este. Para la concepción del proyecto vial, se ha tomado en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y el aspecto estético del proyecto integral, de modo que se pueda solucionar así los movimientos vehiculares en todos los sentidos. Las avenidas involucradas en el estudio por la importancia que han adquirido, merecen un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito.

La presente tesis después de evaluar minuciosamente las vías que se interceptan en el anillo vial de Larco, en las que evidencian deterioros en la superficie de rodadura de nivel severidad baja, media y alta en algunos casos.

Pretende determinar los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.



## Abstract

Currently, in our city has originated the increase of the automotive park, and therefore The Municipality of Trujillo has been doing studies in nostalgic points of vehicular traffic jams, and have thought of a project:

"Creation of the Oval Larco road exchange". This possible urban road project consists of an overpass of 200 meters long by two ramps and a total of 700 meters long that follows the trajectory of Larco Avenue.

The flexible pavement must provide a uniform bearing surface, resistant to the action of traffic, weathering and other damaging agents, as well as transmit to the dirt roads the efforts for the loads of the transit. The methodology allowed to establish the methods and techniques that they are related to the durability that is linked to economic and social factors. The durability that you want to give the ring road, depends on the importance of this. For the conception of the road project, it has taken into account the existing traffic volumes, the projections of the same and the aesthetic aspect of the integral project, so that the vehicular movements can be solved in all the senses. The avenues involved in the study because of the importance they have acquired deserve special treatment since they channel a large part of the traffic.

The present thesis after carefully evaluating the roads that are intercepted in the Larco road ring, in which evidence of deterioration in the surface of rolling of low, medium and high severity in some cases.

It aims to determine the structural criteria according to standards and methodologies to design the structure of a flexible pavement and thus achieve an efficient level of passableness improving the living conditions of the population throughout the area of influence.



## I. Introducción

El desarrollo de los países, se basa primordialmente en sus vías de comunicación, a través de ellos se lleva a cabo las interrelaciones económicas, sociales, culturales, etc. entre los pueblos.

Por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. En tal sentido, es de gran importancia para la ciudad, que se cuente con una vía eficiente, que permita la comunicación entre sus diferentes núcleos urbanos y rurales.

El presente proyecto tiene como finalidad, rediseñar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Larco, ya que este, actualmente se encuentra con fatiga de no darle su mantenimiento adecuado desde la subrasante. Dado que el sector de estudio tiene la necesidad de conectarse con las demás poblaciones, se realizó un estudio general para conocer cuáles eran las necesidades a priorizar; según el resultado del diagnóstico efectuado en el lugar, se tomó como prioridad en proyectos de infraestructura, la pavimentación del anillo vial, determinando que es necesario realizar el diseño de esta arteria de comunicación vial, en materia de infraestructura como es a través del pavimento flexible, ya que esto va a permitir de mejor manera el tránsito y su conexión entre las poblaciones de esta ciudad.

Por ello la tesis que se presenta, desarrolló el tema, el cual se refiere a la construcción de una carpeta a base de un pavimento flexible en caliente, este describirá todas aquellas definiciones necesarias para su comprensión, sus características y método de construcción, así como todas aquellas especificaciones necesarias para poder cumplir con las expectativas.

### 1.1. Realidad problemática.

La investigación a estudiar se encuentra ubicada en la geografía en región costa, en la unión de los distritos de Trujillo y Víctor Larco, en el departamento de La Libertad, teniendo como altitud unos 33 m.s.n.m., presentado relieve plano con elevaciones entre 0.8 y 1.2%. Trujillo cuenta con una población estimada en unos 919 899 hab, con



superficie territorial 1769 km<sup>2</sup> considerándose la tercera área en la metrópolis con mayor población en el país.

En la actualidad la gerencia de la Municipalidad de Trujillo con participación con la Municipalidad de Víctor Larco, se ha planificado la creación de una obra infraestructural vial que consiste en un puente elevado de 65 metros de longitud por medio de una inclinación con la totalidad de unos 500 metros de longitud siguiendo la proyección de la Avenida América Sur.

A lo largo de la historia de la estructura del pavimento, la estructura de capas paralelas ha dominado el diseño estructural de los pavimentos. En otras palabras, todo el pavimento de la carretera comparte un diseño de espesor uniforme, independientemente de cuántos carriles haya. Sin embargo, debido a las normas de tránsito y los hábitos de conducción, es probable que el flujo de tráfico no se distribuya uniformemente en una vía de varios carriles. Los métodos modernos de diseño de pavimentos generalmente eligen el carril que soporta la mayor carga de tráfico como el carril de diseño para determinar el diseño del espesor del pavimento completo. Por lo tanto, podría haber un cierto exceso de diseño en los carriles con menos tráfico. El objetivo de este estudio es proponer y evaluar un nuevo diseño estructural para pavimentos flexibles mediante la reducción del grosor de las capas de asfalto de los carriles de poco tráfico.

Desde el comienzo del desarrollo del pavimento, las estructuras de capas paralelas han sido tradicionalmente la primera, si no la única, elección de construcciones viales. Ya sea un pavimento flexible, rígido o compuesto, todos ellos comparten una estructura similar, que contiene una capa superior, base o sub base y subrasante. Desde esta perspectiva, el diseño estructural de una carretera es relativamente simple e implica menos riesgo para la seguridad pública que el diseño de un edificio. El grosor de cada capa es, por lo tanto, uno de los elementos más significativos del diseño estructural de un pavimento. Sin embargo, el término "conservador" en el contexto del diseño de pavimentos generalmente se refiere a los riesgos económicos de invertir demasiado o



muy poco, especialmente en materiales, que se transfieren al espesor y la selección de materiales de cada capa. En las últimas décadas, se han desarrollado varios métodos para determinar el espesor de un pavimento.

Todos confían más o menos en algunas funciones empíricas que tienden a conducir a un sobre diseño. Incluso cuando un método de diseño no está inicialmente en el lado seguro, se puede calibrar en el campo debido a otras fallas inesperadas por seguridad adicional o, en este caso, por el diseño del espesor. Además, una estructura de capa paralela requiere que toda la sección transversal de la carretera comparta un grosor uniforme. No importa cuántos carriles haya, el que tiene la mayor carga de tráfico siempre domina el diseño del espesor.

De toda la estructura. Dado que las normas de tráfico modernas son muy estrictas con respecto al uso de cada carril, especialmente para autopistas o autopistas, en teoría podría haber un gran desperdicio de material en esos carriles con menos tráfico. Esto nos brinda la oportunidad de repensar el diseño estructural de la estructura del pavimento. Al reducir el espesor de la parte menos transitada, la capa de asfalto específicamente, aunque solo sea por milímetros, aún se puede ahorrar una gran cantidad de material considerando la gran escala de una carretera en la dirección longitudinal. La empresa de construcción puede ahorrar mucho en el costo del material, ya que las capas de asfalto generalmente contienen el material más caro. Además, la reducción del espesor de la capa de asfalto también es ecológica porque, en primer lugar, el betún es un recurso no renovable; En segundo lugar, la producción de aglutinante de asfalto consume una gran cantidad de energía; y en tercer lugar, ciertos países, como los Países Bajos, también carecen de agregados. El nuevo diseño estructural será beneficioso en las perspectivas económica, ambiental y social.

La infraestructura vial incide mucho en la economía de los países por el gran valor que tiene en esta, pues al alto costo de construcción, mantenimiento o rehabilitación hay que adicionarles también los costos que se derivan por el mal estado de las vías, por eso los nuevos ingenieros que se dediquen a esta rama de la profesión se enfrentará a un reto



muy importante que es el de proporcionar estructuras de pavimentos eficaces con presupuestos cada vez más restringidos.

Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras permite que se establezca las características de los materiales de las distintas capas del pavimento y los espesores, de tal forma que el pavimento mantenga un índice de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada.

Los métodos que se describe en diversos documentos está encaminado a dar una aproximación de las correlaciones empíricas logradas hasta la primera mitad del siglo XX en el diseño estructural de pavimentos; se ha llegado a este estado del arte aplicando metodologías usadas en otras áreas de la ingeniería que tienen en cuenta las propiedades de los materiales que constituyen el pavimento; el procedimiento puede tener el grado de sofisticación que el ingeniero desee con este procedimiento se puede obtener los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidos por cargas a las que está sometida la estructura.

## **1.2. Formulación del problema.**

Determinar el espesor del pavimento flexible utilizando Normas Técnicas y Metodologías de diseño.

## **1.3. Justificación a la investigación**

La investigación se justifica en lo académico porque podremos adaptar metodologías y técnicas para la realización del diseño de estructura de la pavimentación del anillo del Óvalo Larco, con la finalidad de realizar estudios de pavimentación de suelo y estudios de tráfico que beneficiaría a más de 919, 899 habitantes de las localidades pertenecientes a la zona de influencia por donde se ejecutará el proyecto que comprende las localidades de Víctor Larco y Trujillo, a su vez estas localidades obtendrían una oportunidad de poder así mejorar su actividades comerciales la cual es la principal fuente



de ingresos en ambos distritos así como también la mejora del inadecuado servicio de transitabilidad y el mal estado de la extensión de rodadura, favoreciendo a los habitantes de la ciudad de Trujillo.

La investigación de nuestro proyecto cuenta con un valor teórico referencial a estudios de suelos que se ha realizado y que comprende con un tramo de 500 metros de vía, además cuenta con la determinación de los estudios hidrológicos, del impacto ambiental. La investigación se encuentra canalizada con la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible y las semejanzas de la normatividad de suelos y pavimento para la ejecución de la investigación de suelos y tráfico.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo General.

Establecer la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Larco – Trujillo – La Libertad

### 1.4.2. Objetivos Específicos.

- Ejecutar las **investigaciones topográficas** del sector óvalo Larco en Trujillo. La Topografía e investigaciones realizadas se encuentran orientados a plasmar y además de multiplicar la geometría tanto en planta como en el perfil longitudinal del camino Carrozable con la que cuenta la zona, así también mostrar las respectivas secciones transversales, en relación a las progresivas y a los puntos que se colocaron en el eje. Se concluye el trabajo de alzamiento de topografía de la superficie de rodadura obteniendo datos importantes como la inclinación, cortes y alturas de relleno, etc.
- Elaborar las **investigaciones de Mecánica de Suelos** con fines de diseño de pavimentos en el sector óvalo Larco en Trujillo.

La investigación de Mecánica de suelos, nos muestra condiciones en las que se encuentra el terreno, y con ello poder determinar las particularidades físicas y mecánicas en las que se encuentran.



- Elaborar las **investigaciones de Estudio de Tráfico**. –La pesquisa en manejo de circulación permite la cuantificación, etiquetar y enterarse el compendio en transportes movilizadas por la ruta actualmente, peritando la estirpe, dato en estimaciones económicas en la vía y para Especificación de las fincas de croquis geométricas y firmes de la carrera. El manejo es definido tal lo es éxodo en efectos cualesquiera de vehículos; entretanto la circulación es la corriente de transportes que circulan por la carretera, sin embargo, ocasionalmente es denominado manejo circulativo. Realizando la Especificación del Índice Medio Diario (Imd), definiendo en semilla al conteo en transportes que normalmente recorren dirección y en ejecución de cuestionario. Se Ejecutará el esbozo de la dirección y delimitar su geometría, conforme a la subsiguiente subordinación: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

- Superior (IMD > 4000veh/día)
- Clase Primera (4000veh/día > IMD > 2001veh/día)
- Clase Segunda (2000veh/día > IMD > 400veh/día)
- Clase Tercera (IMD < 400 eh/día)

Proyectar la configuración del pavimento flexible por medio de la **metodología AASHTO 93**.

Según AASHTO (1993). Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores.

Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.



- Elaborar el **diseño de la estructura**, con las normas y parámetros indicados.
- Estimar el **costo de la solución a la propuesta de investigación**. Dado a la reestructuración del pavimento, ver su costo de ejecución y mas tener en cuenta su mantenimiento periódico, llegar a un costo que se pueda compensar con el diseño.

## 1.5. Antecedentes.

**1.5.1.-Ministerio de Transportes y Comunicaciones** (2013). En su investigación titulada: “Manual de carreteras, suelo, geología.”, el manual aborda los temas de suelos y pavimentos en aplicación como: carreteras del SINAC, jerarquizándose en las tres redes viales; Red vial vecinal, Departamental o regional y Nacional; así como también hace mención de diseños actuales carreteras y mejoras en las investigaciones de construcción de carreteras.

**1.5.2.-Instituto de la Construcción y Gerencia.** (2006). En su investigación: “Manual técnica de edificación E.050 suelos y cimentaciones”. El manual explica el ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional. Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas. La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de ori-gen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

**1.5.3.-Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** (2010). Norma Técnica C.E. 010 Pavimentos Urbanos. MÉTODO DE DISEÑO. Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías AASHTO-93 y PCA, comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen, en este caso emplearemos el método AASHTO 93. DISEÑO ESTRUCTURAL

En cualquier caso, se efectuará el diseño estructural considerando los siguientes factores: Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la subrasante, Características y



volumen del tránsito durante el período de diseño, Vida útil del pavimento, condiciones climáticas y de drenaje, Características geométricas de la vía y el Tipo de pavimento a usarse.

**1.5.4.-Muelas (2010). Compendio de mecánica de suelo y cimentaciones.** Este manual estudia las heredades ingenieriles trascendentales que suelen invertir las distintas subordinaciones comparables como colocación granulométrica, los términos de atterberg, CBR, el contenido en conferencia estructurada, etc.

**1.5.5.-Conesa (2010). Manual metodológico y valoración del impacto ambiental en viaductos.** Este texto se norma en dos apartados. En el delantero se define la Tipología de los efectos y de las estimaciones de efecto ambiental; se relaciona a la Normativa Ambiental gol a Nivel del Estado. En el apartado segundo, se propone y desarrolla una metodología, esmerada para la Ejecución de Evaluaciones de Impacto Ambiental.

**1.5.6.-Gómez (2010). Evaluación de Impacto Ambiental.** Este compendio es empleado en el labrantío de la docencia y en la faena sindical que plantea varias aprehensiones mencionadas a los EIA, ensimismamientos de florecimiento sostenible, así como la tasación de planes buscando una guía más rentable y su consideración a través de exponentes de efecto ambiental y subordinaciones de ralea, acompañados con arquetipos de persistencia.

## **1.6. Bases Teóricas**

### **1.6.1. Pavimentos**

Según Fonseca (2002). Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas seleccionadas que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad. Este conjunto de capas



proporciona también la superficie de rodamiento, en donde se debe tener una operación rápida y cómoda.

De acuerdo con las teorías de esfuerzos y las medidas de campo que se realizan, los materiales con que se construyen los pavimentos deben tener una calidad suficiente para resistir. Por lo mismo, las capas localizadas a mayor profundidad pueden ser de menor calidad, en relación con el nivel de esfuerzos que reciben que recibirán, aunque el pavimento, también transmita los esfuerzos a las capas inferiores y los distribuyen de manera conveniente, con el fin de que estas los resistan. (Rico & Del Castillo, 2000)

La superficie de rodamiento o carpeta, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodadura uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, del intemperismo producido por los agentes naturales y cualquier otro agente perjudicial. Además, como función estructural un pavimento tiene que transmitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas impuestas a la subrasante, de modo que no sufra deformaciones.

En definitiva, el pavimento constituye la superestructura de una obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía prevista por el proyecto.

#### 1.6.1.1 Tipos de pavimentos

**Pavimentos flexibles.** - El pavimento flexible se puede definir como el que consiste en una mezcla de asfáltico o bituminoso materiales y agregados colocados en un lecho de material granular compactado de calidad apropiada en capas sobre el subgrado. Caminos de macadán limitados por el agua y caminos de suelo estabilizado con o sin Las coberturas asfálticas son ejemplos de pavimentos flexibles.



Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. ( Mathew & Rao, 2007, p. 24)

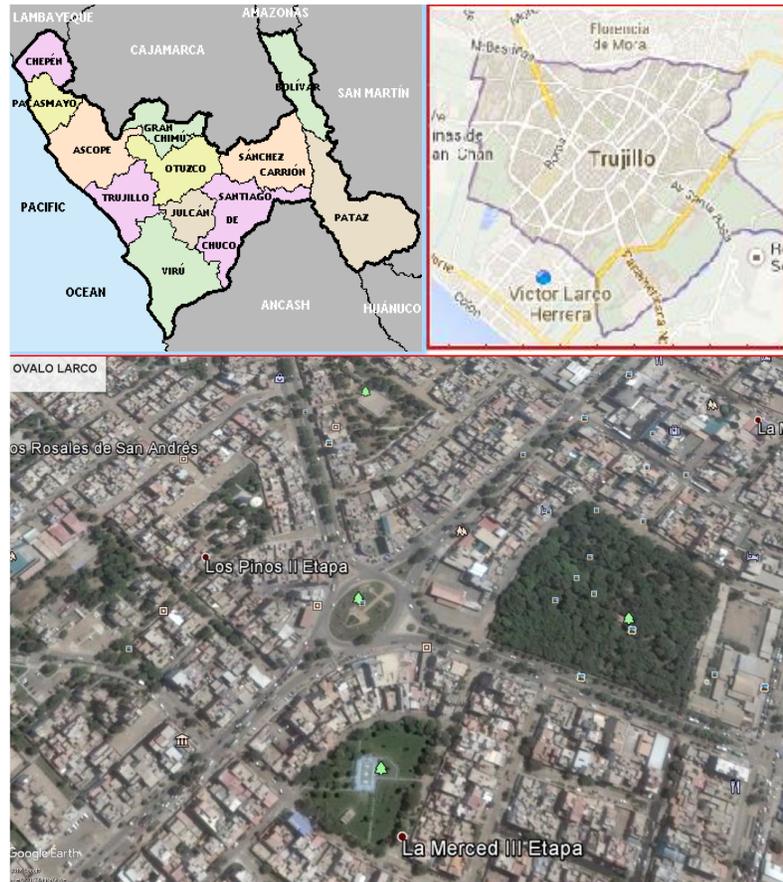
El diseño del pavimento flexible se basa en el principio de que para una carga de cualquier magnitud. La intensidad de una carga disminuye a medida que la carga se transmite hacia abajo desde la superficie en virtud de extendiéndose sobre un área cada vez más grande, al llevarla lo suficientemente profunda al suelo a través de capas sucesivas de material granular.

**Pavimento rígido.** - Un pavimento rígido está construido de cemento de hormigón o losas de hormigón armado. Los caminos de concreto se encuentran en la categoría de pavimentos semirrígidos. El diseño del pavimento rígido se basa en proporcionar una losa de hormigón estructural de cemento de fuerza suficiente para resistir las cargas del tráfico. El pavimento rígido tiene rigidez y módulo de elasticidad para distribuir la carga en un área relativamente amplia de suelo. ( Mathew & Rao, 2007, p. 26)

#### 1.6.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la Región La Libertad, Provincia de Trujillo, Distrito de Trujillo.

Figura N° 1. Localización del Proyecto



### 1.6.2. Estudio de tráfico

La pesquisa en manejo de circulación permite la cuantificación, etiquetar y enterarse el compendio en transportes movilizados por la ruta actualmente, peritando la estirpe, dato en estimaciones económicas en la vía y para Especificación de las fincas de croquis geométricas y firmes de la carrera. El manejo es definido tal lo es éxodo en efectos cualquieras de vehículos; entretanto la circulación es la corriente de transportes que circulan por la carretera, sin embargo, ocasionalmente es denominado manejo circulativo. Realizando la Especificación del Índice Medio Diario (Imd), definiendo en semilla al conteo en transportes que normalmente recorren dirección y en ejecución de



cuestionario. Se Ejecutará el esbozo de la dirección y delimitar su geometría, conforme a la subsiguiente subordinación: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

- Superior ( $IMD > 4000\text{veh/día}$ )
- Clase Primera ( $4000\text{veh/día} > IMD > 2001\text{veh/día}$ )
- Clase Segunda ( $2000\text{veh/día} > IMD > 400\text{veh/día}$ )
- Clase Tercera ( $IMD < 400\text{veh/día}$ )

La querrela del cabotaje es un aspecto trascendental que el Ingeniero necesita aprender con relativa y suficiente precisión, para esbozar y planear con éxito ricos aspectos de la vialidad, entre ellos el apunte del firme y el de la tablada del recorrido.

El piso de manejo deberá proveer la asesoría del índice arbitrio diario anual (Imda) para cada intervalo vial lección de un apartamento. Es favorable para ello que los Términos de Referencia de cada examen ahora proporcionen la ficha de los intervalos llanos.

Distingue el Volumen Vehicular, de dos Avenidas concurrentes al Óvalo Larco, con el cabo de comprar sus Imda, y el Cálculo de Ejes Equivalentes, que permitan el boceto de asfalto. La vida de esta exposición es importante para asentar una peana de números bastante útil, como dependencia nacional que permitirá convertir los requerimientos de exámenes y los costos que ahora se tienen cuando se realizan estos aprendizajes. Adicionalmente el goce de esta comunicación oficial garantizará una mejor permanencia entre la proclamación obtenida y explotada para los diferentes apartamentos.

Dentro del borde transporte, los esbozos de Vías Urbanas tienen como objetivo equipar a las localidades del estado de la infraestructura adeudada, que permita movilizar pasajeros y grava entre múltiples comienzos y acasos, de acuerdo al prurito de días de los habitantes y medios ventajosos, tanto al interior de las capitales como sus uniones



con el extranjero. El conjunto de estas llegadas son parte de un sistema de red de movilización de los vehículos vehicular que permite la integración del país con otros almacenes y entidades.

En este contexto, una adecuada red vial apoya al desarrollo sostenible de la ciudad de Trujillo.

#### **1.6.2.1.Tránsito vehicular**

El tránsito vehicular es el fenómeno implicado por el flujo de transportes en una recorrida, carretera o autopista. Se presenta igualmente con muchas homogeneidades en otros fenómenos como el derrame de insignificancias y el de peatones.

#### **1.6.2.2.Congestión vehicular**

La congestión vehicular se refiere tanto urbana como interurbana, a la condición de un flujo vehicular que se ha saturado por un exceso en la demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

La aglomeración vehicular se refiere tanto urbana como interurbana, a la ralea de un flujo vehicular que se ha estomagado por un vandalismo en la instancia de las normas, produciendo rendimientos en los períodos de delirio. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas cumbre u horas monte, y resultan frustrantes para los conductoras, dado que resultan en frustraciones de momento y consumo desmedido de carburante.

Las consecuencias más graves de las congestiones vehiculares son los accidentes.

Figura N° 2. Área de influencia del Proyecto



### 1.6.3 Metodología del trabajo

Se efectuarán diferentes quehaceres de ambiente, siendo lo más importante la identidad de los diferentes modelos de medios de transporte canon legatarios de la tierra, incluyendo aquellos de obligación transportada y pasajeros.

La instancia actual, precisa del Índice Medio Diario (Imd), que para lances prácticos puede encarnar su correspondiente anual, en otras palabras, el Imda; y según metodología Aashto, permite el depósito de ejes equivalentes acumulados para el tiempo de programa. Siendo el eje correspondiente (Ee) equivale el propósito del deterioro armado sobre el asfalto, por un eje simple de dos neumáticas cargado con 8.2 tn de contrapeso, con neumáticos con obstrucción de 80 lb./pulg<sup>2</sup>.

El ejemplar real en el trecho, Imda considera el average diario anual del total de medios de transporte (ligeros y cansados) en entre ambos sentidos. Este cuerpo de



querella tiene una trova de distintos individuos de transportes, según los múltiples intervalos viales.

Para la consecución del memorial de tránsito que circula en cada sub intervalo en apartamento, se requerirá como mínimo la subsiguiente comunicación:

- Identificación de “sub recorridos homogéneos” de la querella, en la dirección del apartamento.
- Conteos de tránsito en cada sub trecho (incluyendo un sábado o un domingo) por un espacio seguido de 7 viajes (5 término de semanas + sabatino + dominicales), como mínimo, en una semana que haya sido de circulación común.
- Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de transporte. Con los antecedentes obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (Ee) para el tiempo de bosquejo del suelo.

#### **1.6.3.1. Conteo de tráfico vehicular**

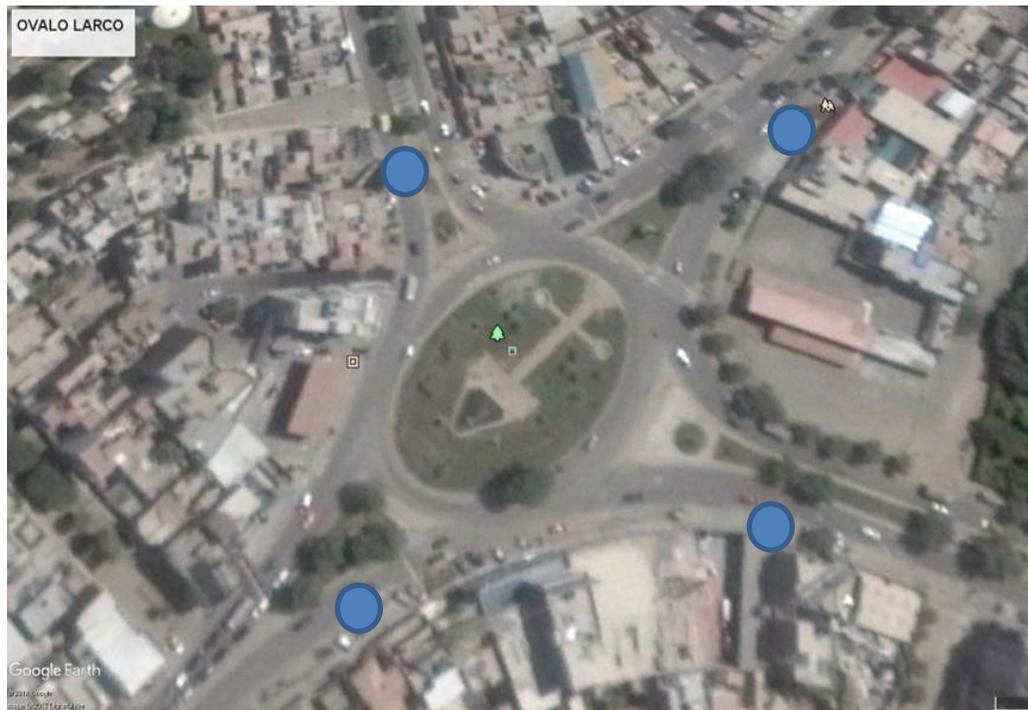
##### **a) Metas y propósitos**

Cuantificar el texto vehicular, en la bifurcación de las Avenidas Larco y Av. América Sur.

##### **b) Relación de intersecciones de puntos de Conteo Vehicular**

- Av. Larco (cuadra 10)
- Av. América Sur (cuadra 40)
- Av. Larco (cuadra 11)
- Av. América Sur (cuadra 39)

**Figura N° 3. Ubicación de puntos de conteo vehicular**



### 1.6.3.2. Cálculo del IMDA (Índice Medio Diario Anual)

Para el baremo del Imda representativo para la terminal en opúsculo en aproximación al Óvalo Larco de la Ciudad de Trujillo, se promediaron las narices representativas del mes de marzo del 2019, considerando como creador de advertencia mensual el arrojo de 1.0.

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente fórmula:



$$\text{IMDs} = \frac{V_i}{7} \text{ Conteo de 7 días}$$

$$\text{IMDa} = \text{IMDs} \times \text{FC}$$

Donde:

- IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra vehicular tomada
- IMDa = Índice Medio Diario Anual.
- $V_i$  = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.
- F.C. = Factor de Corrección Estacional

### 1.6.3.3. Periodo de diseño

Es definido como el plazo elegido al empezar el proyecto, para el cual se determinan las características del asfalto, evaluando su talante para distintas opciones a largo plazo, con el objeto de empacar las reclamaciones del favor durante el tiempo de apunte elegido, a un costo natural.

**Figura N° 4. Periodos de diseño recomendados por la AASHTO en función del tipo de Carretera**

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
URBANA DE TRANSITO ELEVADO	30-50
INTERURBANA DE TRANSITO ELEVADO	20-50
PEVIMENTADA DE BAJA INTENSIDAD DE TRANSITO	15-25
DE BAJA INTENSIDAD DE TRANSITO, PAVIMENTACION CON GRAVA	10-20

**Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993**

El comercio futuro estará heterogéneo por el comercio frecuente que es el que existe hoy día más su proyección y el comercio idealizado o gestado.

#### a) Tráfico Normal

El cabotaje usual es el descrito en los párrafos resultados de los Conteos Vehiculares, que corresponden al cuerpo y clase vehicular de los Conteos clasificados efectuados en Marzo del año 2019.



Aplicando las indicadas tarifas de incremento se obtuvo la subsiguiente proyección del manejo general:

**Figura N° 5. Tasas promedio de crecimiento anual del tráfico**

Tipo de Vehículo	2004/2005	2005/2010	2010-2015	2015-2020	2020-2028
vehículos ligeros	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Transporte Publico	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Transporte de carga	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3

FUENTE INEI.

#### a) Tráfico Generado

El comercio iniciado o abstraído corresponde a aquel que no existe en la sede sin esquema, no obstante que aparecerá como consecuencia de una mejor infraestructura. En este evento, con una faceta de rodadura solada. A cadeneta se presenta el bancal de comercio gestado para la situación con esbozo con una hinchazón de 10% sobre el manejo general.

El cabotaje total que circulará por el recorrido en análisis, durante el tiempo de wáter de 20 años, será el que resulte de la sumatoria del crucero común más el manejo gestado o conceptualizado. A columna se presenta los lienzos de manejo total acordado en los resultados.

#### 1.6.3.4. Cargas en el pavimento y número de repeticiones de ejes equivalentes

Basado en los criterios de Aashto y a las sobrecargas legales por eje, el espesor de tránsito fue transformado a ejes comparables, determinando el Número de Repeticiones de Ee para 20 años. Los parámetros de cómputo que se han empleado son los subsiguientes:



**a) Factor de distribución direccional:**

Los factores de administración direccional parlado como una memoria, que corresponde al miembro de medios de transporte amplios que circulan en una autoridad o sentido de manejo, normalmente corresponde a la parte del total de tránsito girante en entre ambas tutelas, sin embargo, en algunos eventos puede ser máximo en una gerencia que en otra, el que se definirá según el conteo de manejo. En este episodio se adoptó un creador de estructuración direccional igual 1.0 respectivamente.

**b) Factor de distribución carril:**

La comunicación tiene unos modificados railes por sentido o gerencia de circulación en el despacho en indicación, en tal sentido se adopta, según la guía Aashto, para calibrar el hacedor de administración trozo.

**Figura N° 6. Factor de distribución carril**

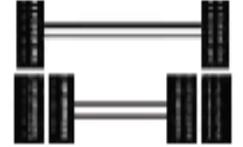
Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00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



**c) Factores de ejes equivalentes:**

El impacto del tránsito se mide en la unidad restringida, por Aashto, como Ejes Equivalentes (Ee) acumulados durante el tiempo de apunte sorbido en el test. Aashto definió como un Ee, al impacto de deterioro acarreado sobre el piso por un eje inseparable de dos neumáticas convencionales cargado con 8.2 tn de canon, con neumáticos a la amenaza de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes (Ee) son aspectos de consonancia que representan el ejecutor destructivo de las distintas gabelas, por tipo de eje que conforman cada tipo de transporte pesado, sobre la charpa del suelo. Los puntos de ejes semejantes se obtuvieron aplicando las formalidades esquemáticas respecto a las contribuciones axiomas que tendrían los originales elementos de camiones.

Figura N° 7. Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Neumáticos	Grafico
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Simple)	1RS	02	
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Doble)	1RD	04	
<b>EJE TANDEM</b> (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
<b>EJE TANDEM</b> (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
<b>EJE TRIDEM</b> (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
<b>EJE TRIDEM</b> (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	



Para el justiprecio de los Ee, se utilizarán las subsiguientes vinculaciones sinópticas, que resultaron de correlacionar los títulos de las Tablas del apéndice D de la Guía Aashto'93, para las desiguales configuraciones de ejes de medios de transporte graves (autobuses y camiones) y tipo de asfalto:

**Figura N° 8. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles**

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

**Figura N° 9. Factores de Ejes Equivalentes**

IMD 2019							
Estación AV. LARCO Cdra. 10	Tipo de Vehículo						TOTAL
	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	
<b>EJE DELANTERO</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
<b>PESO DE EJES</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
<b>IMD 2019</b>	854	859	62	92	97	29	1994
<b>Porcentaje</b>	43%	43%	3%	5%	5%	1%	100%
<b>Factores EE</b>	<b>3.477</b>	<b>3.477</b>	<b>2.321</b>	<b>3.477</b>	<b>2.526</b>	<b>3.758</b>	
Estación AV. AMERICA SUR Cdra. 40	Tipo de Vehículo						TOTAL
	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	
<b>EJE DELANTERO</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
<b>PESO DE EJES</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
<b>IMD 2019</b>	1425	728	367	266	170	155	3111
<b>Porcentaje</b>	46%	23%	12%	9%	5%	5%	100%
<b>Factores EE</b>	<b>3.477</b>	<b>3.477</b>	<b>2.321</b>	<b>3.477</b>	<b>2.526</b>	<b>3.758</b>	
Estación AV. LARCO Cdra. 11	Tipo de Vehículo						TOTAL
	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	
<b>EJE DELANTERO</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
<b>PESO DE EJES</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
<b>IMD 2019</b>	1375	393	224	130	97	104	2323
<b>Porcentaje</b>	59%	17%	10%	6%	4%	5%	100%
<b>Factores EE</b>	<b>3.477</b>	<b>3.477</b>	<b>2.321</b>	<b>3.477</b>	<b>2.526</b>	<b>3.758</b>	
Estación AV. AMERICA SUR Cdra. 39	Tipo de Vehículo						TOTAL
	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	
<b>EJE DELANTERO</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
<b>PESO DE EJES</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
<b>IMD 2019</b>	1340	357	262	168	119	104	2349
<b>Porcentaje</b>	57%	15%	11%	7%	5%	4%	99%
<b>Factores EE</b>	<b>3.477</b>	<b>3.477</b>	<b>2.321</b>	<b>3.477</b>	<b>2.526</b>	<b>3.758</b>	



**d) Factor de presión de neumáticos:**

Otro de los coeficientes a ser respetados en la belicosidad del Número de Repeticiones de EE es el objeto de la amenaza de besuqueo de los neumáticos. Para el presente hecho, se consideró un número semejante a 1.0, teniendo en tabla que el recorrido se ubica en una circunscripción plana adonde la altura average es del empleo de los 16.50 msnm.

**e) Determinación del Número de Repeticiones de EE 8.2t**

Con los números anteriormente adecuados se determinó el guarismo de Ejes Equivalentes por término para el rail de plan, aplicando la subsiguiente ecuación:

$$\text{EED-carril} = \text{IMD (tipo de vehículo)} \times \text{Factor de carga} \times \text{Factor presión llantas} \times \text{Factor Direccional} \times \text{Factor Carril}$$

Para después ser calculado el Número de Repeticiones de EE 8.2 a través de la ecuación:

$$\text{Nrep-año} = \text{EED-carril} \times 365$$

En los subsiguientes cuadros se representan los números y los datos de Repeticiones de EE de 8.2 t calculada para las estaciones. Ver tablas en resultados.

### **1.6.3.5. Estudio de mecánica de suelos**

La investigación de Mecánica de asfalto nos muestra condiciones en las que se encuentra el terreno, y con ello poder determinar las particularidades físicas y mecánicas en las que se encuentran. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)



#### 1.6.3.5.1. Generalidades

El presente análisis se ha acarreado a cabo con la meta de concertar las características físicas – automotrices del rasgo del asfalto interiormente de la bajura activa y a partir de ellas, los parámetros perentorios para el Diseño estructural del piso apacible del Óvalo Larco – Trujillo – La Libertad.

El plan de búsqueda de ambiente admitido a lugar consistió en la efectuación de 4 calicatas excavadas en guisa manual aun 1.50 m de bajura con respecto a la extensión actual del terráqueo.

El rasgo del pavimento registrado en las calicatas está conformado por nubarrones intercalados de pavimentos fino:

- Arena gredosa
- arcilla de mediana plasticidad

#### 1.6.3.5.2. TRABAJOS EFECTUADOS

##### a) Exploración de campo

En las calicatas se realizó un rasgo detallado, el cual incluyó el salvoconducto acicalado de las características de los pavimentos que conforman cada nube del rasgo del adoquinado, las cuales debidamente chapadas e identificadas fueron analizadas.

##### b) Ensayos de laboratorio

En el laboratorio se verificó la función de todas las señales obtenidas y se escogieron locales representativos para tramitar con ellas los subsiguientes exámenes:

- Contenido de Humedad ASTM D- 2216
- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D- 422
- Gravedad específica de los sólidos ASTM D- 854



- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado ASTM D- 1557
- CBR ( California Bearing Ratio) ASTM D- 1883

Los tests de laboratorio fueron llenos de acuerdo con las legislaciones Astm respectivas y con los resultados obtenidos se procedió actuar una imagen con las características de los pavimentos obtenidos en el agro y las compatibilizaciones equivalentes en los albuques en que fue debido para ligar los rasgos de pavimentos definitivos, que son los que se presentan.

#### **1.6.3.5.3. CARÁCTERÍSTICAS DEL SUBSUELO**

##### **a) Perfil del Suelo**

El rasgo del piso registrado en las calicatas incluso 1.50 m de bajura, está conformado por cumulos de adoquinados discretos:

- Arena arcillosa.
- Arcilla de mediana plasticidad.

##### **b) Nivel Freático**

En las calicatas efectuadas no se manifestó los niveles de la napa freática.

#### **1.6.3.5.4. EVALUCACIÓN GENERAL**

##### **A. Informe de la obra existente:**

De acuerdo a las inspecciones y trabajos de estadio satisfechos (cuatro calicatas ubicadas en puntos tácticos, a lo largo de todo el recorrido de la faena vial) en la misma carretera de paso, observamos lo subsiguiente:

- a) Se puede sentir según la rebusca durante el recorrido del trecho en despacho que los tangibles circundantes a la lista actual está conformado e por material grueso y esbelto que son arenilla arenosa y greda.



- b) Se realizaron exámenes habituales de agro y laboratorio, con colmos de ficha y jerarquía. Realizados dichos tests y de acuerdo a las calicatas (distribuidos en variados trechos de la carretera), obtenemos lo subsiguiente:
- El flagrante tratado permite enterarse a ras preliminar las características físicas y automáticas del pavimento, adoquinado adonde se pretende causar el Diseño Estructural del Pavimento Flexible, así como efectuar las categorías actuales reales de agro de la Sub Rasante, del referido esquema.
  - Según la jerarquía de los adoquinados que conforman el material almohadilla de la cabida actual de la vía, las que alcanzaron una bajura de 1.50 m., realizada a través de las calicatas huecos a paraíso abierto, se puede advertir la audiencia de los subsiguientes materiales en la Tabla 23,(Clasificación de suelos, está en resultados).

### **1.6.3.6. DISEÑO DEL PAVIMENTO**

#### **1.6.3.6.1. Diseño estructural del pavimento**

Para el plan estructural del asfalto de éste análisis en particular, se diseñará una confección de piso por el Método Aashto 1993. Estos sistemas se basan en la resistora a la languidez y deformación.

En lo que respecta al estilo de plan programado por la Aastho, se ha libado la comunicación proveniente de la Guide for Paviment Structures, estampada 1993, que se base en el arroj de Cbr (California Bearing Ratio) de la subrasante, guardián de ejes comparables, para aclarar el divisor estructural de croquis. Este estilo proporciona una comunicación analítica que para avíos de justiprecios computarizados la decisión gemométrica es sumamente útil.



La transformación del razonamiento, establece las complementaciones subsiguientes:

- Al introducir el coeficiente de drenaje como parámetro de caracterización de la simiente granular para términos del Número Estructural. Indirectamente se mide la influencia del zumo en la potencial estructural del adoquinado.
- Introducción del concepto de “pérdida de servicio”.
- El valor soporte de la subrasante “S”, se reemplaza por el módulo resiliente MR.
- Introducción del parámetro de confiabilidad.

#### 1.6.3.6.2. MÓDULO DE RESILENCIA (Mr)

El compendio de Resilencia es una medida de la austeridad del asfalto de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el Cbr, enchufada por el Mepdg (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide).

$$Mr (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Reemplazando se obtuvo:

$$Mr (psi) = 2555 \times 8.20^{0.642}$$

$$Mr (psi) = 9822.72$$



### 1.6.3.6.3. NIVEL DE CONFIANZA O CONFIABILIDAD ( % R)

Esta probabilidad está en interpretación de la veleidat de los numeros que influyen sobre la elaboratión del suelo y su acto; pero, solictaciones múltiples a las esperadas, como por ejemplo, condición de la locución, raleas climáticas extraordinarias, incremento admirable del crucero pesado máximo a lo husmeado y otros multiplicadores, pueden encasillar la energía útil prevista de un adoquinado.

En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

Para este caso comprende una arteria principal urbana, cuya confiabilidad varía entre 80 – 99, en el cual le estimamos un valor de **95 % de confiabilidad**.

**Figura N° 10. Valores del nivel de confianza “R” de acuerdo al tipo de camino.**

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.



#### **1.6.3.6.4. DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $S_o$ )**

La Desviación Estándar es un grado que toma en nota la inconstancia esperada de la pronóstica del tránsito y de los otros autores que afectan el talante del firme. La Guía Aastho recomienda ahijar para los pisos apacibles, corajes de  $S_o$  comprendidos entre 0.40 y 0.50.

En la etapa de diseño del pavimento flexible se recomienda el valor de

**$S_o = 0.45$ .**

#### **1.6.3.6.5. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_r$ )**

Desviación Estándar Normal representa el atrevimiento de la confiabilidad elegida, para un conjunto de apuntes en una administración corriente.

**Figura N° 11. Desviación estándar normal de acuerdo al tipo de camino.**

Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años)  
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,001	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	-1.645

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



#### 1.6.3.6.6. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)

El Índice de Serviabilidad es la dicha de circulación ofrecida al favorecido. Su atrevimiento varía de 0 a 5. Un valor de 5 reflexiva la mejor paz teórica y por el contrario un denuedo de 0 reflexiva el peor. Cuando la necesidad de la regla decrece por deterioro, el Psi todavía decrece.

Figura N° 12. Clasificación de Índice de serviabilidad

Índice de Serviabilidad ( <i>PSI</i> )	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy mala

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Antes de esquematizar el suelo se deben designar los índices de empleo original y final. El índice de retrete precedente  $p_0$  depende del borrador y la naturaleza de la locución. En los adoquinados maleables novatos rebuscados por la Aastho alcanzó un grado centrocampista de  $p_0=4.2$ .

**Figura N° 13. Clasificación de Índice de serviciabilidad inicial**

			INICIAL (PI)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.00
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.00
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.00
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.20
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.20
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.20
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.20

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

El índice de mingitorio final  $pt$  representa el índice más bajo eficiente de ser admitido por el adoquinado, antiguamente de que sea difícil de rehabilitación a través de un burujo o una reconstrucción. Se sugiere para vías de longevo tránsito un desplante de  $pt \geq 2.5$ .

**Figura N° 14. Clasificación de Índice de serviciabilidad final**

TIPO DE CAMINOS	TRARCO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	2.00
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	2.00
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	2.00
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	2.50
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	2.50
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	2.50
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	2.50
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	2.50
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	2.50
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	2.50
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	3.00
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	3.00
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	3.00

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



#### 1.6.3.6.7. PÉRDIDA O DISMINUCIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )

( $\Delta PSI$ ) es la desimilitud entre la Serviabilidad Inicial y Terminal asumida para el programa en el avance.

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

donde:

$PSI$  = Índice de Servicio Presente

$\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

$p_o$  = Índice de servicio inicial

$p_t$  = Índice de servicio final

#### 1.6.3.6.8. COEFICIENTE DE DRENAJE ( $C_d$ )

Es el peso del plazo anual en que la organización del piso está expuesta a escalones cercanos a la turbación. El calibre de este coeficiente depende de dos parámetros:

La inteligencia de drenaje, que se determina de acuerdo al plazo que tarda el manjar de dioses en ser evacuada del firme. El peso de momento durante el cual el piso está expuesto a niveles de humedad futuros a la vergüenza.

Figura N° 15. Clasificación del drenaje

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Figura N° 16. Valores para modificar los Coeficientes Estructurales

Tabla IV.7. Valores  $m_i$  para modificar los Coeficientes Estructurales o de Capa de Bases y Sub-bases sin tratamiento, en pavimentos flexibles

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 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
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.



#### 1.6.3.6.9. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN)

Es un guarismo indeterminado, que se expresa la aguante estructural de un asfalto requerido, para una fusión dada de plúteo del piso de subrasante, del tránsito, de la serviciabilidad terminal y de las necesidades ambientales. Los números obtenidos y imputados se aplican a la ecuación de plan Aastho y se obtiene el Número Estructural, que representa el cuerpo total del asfalto a situar y debe ser transformado al bulto efectivo de cada una de las hojas que lo constituirán, o sea de la toga de rodadura, de colchoneta y de sub pedestal, a través de el usufructo de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la subsiguiente ecuación:

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

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

$d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

$m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

**Figura N° 17. Espesores mínimos en función de los Ejes Equivalentes**

Espesores Mínimos, en pulgadas, en Función de los Ejes Equivalentes

Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpetas De Concreto Asfáltico	Bases Granulares
Menos de 50,000	1,0 ó T.S.	4,0
50,001 – 150,000	2,0	4,0
150,001 – 500,000	2,5	4,0
500,001 – 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 – 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

T.S. = Tratamiento superficial

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

## 1.7. Definición de términos básicos

- **Pavimentos flexibles.** - El pavimento flexible puede definirse como el que consiste en una mezcla de material asfáltico o bituminoso y agregados colocados en un lecho de material granular compactado de calidad apropiada en capas sobre el subgrado. Los caminos de macadán limitados por el agua y los caminos de suelo estabilizado con o sin coberturas asfálticas son ejemplos de pavimentos flexibles.
- **Definición de CBR.**- Es una medida indirecta de resistencia al esfuerzo cortante de una suelo bajo condiciones controladas de densidad y humedad.
- **Módulo resiliente.**- Es la correlación vinculante sobre las aplicaciones de las sollicitaciones y las deformación recuperable al abolirse la tensión impuesta.
- **Serviciabilidad.** - Se refiere a la estimación que se advierte para el nivel de confort que se obtiene en la extensión para la capacidad natural y normal de un vehículo.



- **Confiabilidad.** - Se comprende por confiabilidad en la evolución diseño- conducta del pavimento en la posibilidad de que su comportamiento satisfactorio en de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las restricciones de movimiento vehicular y medioambiental mientras dure el proceso de diseño.
  
- **Coefficientes estructurales.** - El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente, los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.
  
- **Periodo de diseño.** - Es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente.
  
- **Subrasante.** - Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimenta y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.  

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.
  
- **Subbase.** - Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar



absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase.

- La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada.

Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

- **Base.** - Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la subbase y a través de ésta a la subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.
- **Superficie de rodadura.** - Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos. Asimismo, la superficie de rodadura contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), excepto el caso de riegos superficiales, ya que para estos se considera nula.

## 1.8. Formulación de la hipótesis

- Con los criterios de evaluación técnica y estructural se logrará un diseño adecuado de la pavimentación del anillo vial del Óvalo Larco



## II. Material y Métodos

### 2.1. Material

#### a) Materiales

- Papel
- Folder
- Tinta de impresora
- Lapiceros

#### b) Humano

- **Investigador:** Marco Antonio Rodríguez Fernández
- **Asesor:** Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz.

#### c) Servicio

- Asesoría
- Fotocopias
- Anillados

#### d) Otros

- Gastos de movilidad

### 2.2. Material de estudio

#### 2.2.1. Población

La población a estudiar será toda la red vial del Óvalo Larco.

#### 2.2.2. Muestra

La muestra sería el tramo en estudio del anillo del Óvalo Larco



### **2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos**

#### **2.3.1. Para recolectar datos.**

En cuanto a las técnicas de recolección para el estudio de tráfico que se usará en la investigación se conseguirá por medio de fuentes de información de los organismos privados y públicos: así como aquellos prospectos, que se empleará con la finalidad de llevar a cabo la recopilación de datos acerca de la ubicación existente, cada una de ellas nos apoyará para perfeccionar nuestra investigación.

Se realizará pruebas de estudio de suelo, materiales, posteriormente serán procesadas por los diferentes procedimientos en la ingeniería, empleando la mecánica de suelos, pavimentos, transportes para lograr un desarrollo favorable del proyecto.

#### **2.3.2. Para procesar datos.**

Serán utilizados los programas que a continuación se detalla:

- AutoCAD 2018
- Microsoft Excel



## 2.4. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL OVALO LARCO	ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	PRECISIÓN (Fotometría digital)  EXACTITUD Topografía con GPS diferencial)	RAZÓN
	MECANICA DE SUELOS	RESISTENCIA	CBR
	ESTUDIO DE TRAFICO	Velocidad de diseño vehicular	A que velocidad se puede circular
	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	Espesor de: ASFALTO BASE SUBASE	cm
	ESTUDIO DE COSTOS	Sustentabilidad	Impacto



### III.-Resultados

#### 1.1.-Del estudio de suelos:

-Según la dependencia de los pisos que conforman la terrenal basa de la jurisdicción actual de la calle, las que alcanzaron una bajura de 1.50 m., realizada a través de las calicatas fosos a encanto abierto, se puede estudiar la apariencia de los subsiguientes terrenales de la región de despacho:

DESCRIPCION	CALICATA - 01	CALICATA - 02	CALICATA - 03	CALICATA - 04
TIPO DE SUELOS	SC : Arena - Arcillosa.	SC : Arena - Arcillosa.	SC : Arena - Arcillosa.	CL : Arcilla de mediana plasticidad.
CBR	15 %	14 %	14 %	8.22 %

-En los anexos de la página 72 a la página 91; se muestran los resultados de los ensayos.

#### 1.2.-Del estudio de tráfico:

De las tablas del 1 al 4, se muestran el cálculo del IMDA.

El factor de corrección (IMDA) que se uso fue el promedio diario anual que se obtuvo de Ministerio de Transportes y comunicaciones.

En las tablas 17,18,19 y 20 se muestra el cálculo del N° de eje equivalente para el diseño estructural del pavimento.



### 1.3.-Del diseño de la estructura del pavimento:

- ESAL DE DISEÑO: 8023000
- PERIODO DE DISEÑO: 20 años.
- CBR: 8.20 %
- SERVICIABILIDAD INICIAL: 4.2
- SERVICIABILIDAD FINAL: 2.5
- FACTOR DE CONFIABILIDAD: 95%
- STANDARD NORMAL DEVIATE: -1.645
- OVERALL STANDARD DEVIATION: 0.45
- NÚMERO ESTRUCTURAL: 4.65
- COEFICIENTES ESTRUCTURALES:

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico (a1)

0.44
------

Base granular (a2)

0.14
------

Subbase (a3)

0.11
------

b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)

1.20
------

Subbase (m3)

1.20
------

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	4.65	5.02	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
2	4.65	5.35	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>30</b>
3	4.65	5.28	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
4	4.65	5.61	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

Tabla de Alternativas N°1



Comentarios: Se recomienda la segunda alternativa, con una estructura de pavimento:

HMA = 10 cm.

Base = 30 cm.

Súbase = 30 cm.

#### 1.4.- Del estudio de costo.

El costo unitario fue obtenido de una evaluación de costos:

ITEM	DESCRIPCION	ASFALTO M2/e=0.10	BASE GRANULAR M3/E=35 cm	SUBASE M3/E=0.30
1	"Mejoramiento y Ampliación de pistas en AA. HH Oasis, Distrito de Ancón -Lima-Lima"	S/ 57.27	S/ 88.81	S/ 79.83
2	"Mejoramiento de pistas, veredas y sardineles en el CC. PP EL SIETE Distrito de Pachacútec Ica-Ica"	S/ 65.25	S/ 103.67	S/ 92.91
3	"Pavimentación de la Urb. Santa Edelmira, Distrito de Víctor Larco-Trujillo-Trujillo"	S/ 60.35	S/ 95.50	S/ 87.14
<b>COSTO PROMEDIO PARA EL DISEÑO</b>		<b>S/ 60.96</b>	<b>S/ 95.99</b>	<b>S/ 86.63</b>

Del Cuadro de Alternativa N° 1, se recomienda la **Alternativa 1**, debido a su costo con respecto a las otras alternativas.

ALTERNATIVA	Asfalto		Base		Súbase		COSTO TOTAL
	Esp./cm	Costo/m2	Esp./cm	Costo/m3	Esp./cm	Costo/m3	
1	0.10	60.96	0.35	95.99	0.25	86.63	61.35
2	0.10	60.96	0.35	95.99	0.30	86.63	65.68
3	0.10	60.96	0.40	95.99	0.30	86.63	70.48
4	0.10	60.96	0.30	95.99	0.30	86.63	60.88



**TABLA N° 1. Calculo del IMDA Av. Larco (cuadra 10)**

ESTACION 1	AV. LARCO								
FECHA	MARZO 2019								
SENTIDO	AMBOS								
REFERENCIA	CUADRA 10								
FECHA 1	Datos								
	Suma de AUTOS	Suma de C. RURAL.	Suma de MICROS	Suma de BUS 2E	Suma de BUS 3E	Suma de CAMION 2E	Suma de CAMION 3E	Suma de CAMION >=4E	Suma de TOTAL
lunes, 4 de Marzo de 2019	9344	1004	834	839	63	90	95	31	12300
martes, 5 de Marzo de 2019	9435	1018	886	891	62	90	95	28	12505
miércoles, 6 de Marzo de 2019	9316	993	842	847	60	93	98	27	12276
jueves, 7 de Marzo de 2019	9345	1005	864	869	63	92	97	30	12365
viernes, 8 de Marzo de 2019	9357	1009	853	858	61	91	96	31	12356
sábado, 9 de Marzo de 2019	9352	1006	856	861	62	90	95	29	12351
domingo, 10 de Marzo de 2019	9347	1005	845	850	63	99	104	30	12343
<b>A=Total general</b>	<b>65496</b>	<b>7040</b>	<b>5980</b>	<b>6015</b>	<b>434</b>	<b>645</b>	<b>680</b>	<b>206</b>	<b>86496</b>
<b>B=días de la semana</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>A/B=IMDA</b>	<b>9357</b>	<b>1006</b>	<b>854</b>	<b>859</b>	<b>62</b>	<b>92</b>	<b>97</b>	<b>29</b>	<b>12357</b>

**TABLA N° 2. Calculo del IMDA Av. América Sur (cuadra 40)**

ESTACION 2	AV. AMÉRICA SUR								
FECHA	MARZO 2019								
SENTIDO	AMBOS								
REFERENCIA	CUADRA 40								
FECHA 1	Datos								
	Suma de AUTOS	Suma de C. RURAL.	Suma de MICROS	Suma de BUS 2E	Suma de BUS 3E	Suma de CAMION 2E	Suma de CAMION 3E	Suma de CAMION >=4E	Suma de TOTAL
lunes, 4 de Marzo de 2019	15746	2470	1411	728	367	260	173	157	21155
martes, 5 de Marzo de 2019	15113	2455	1420	731	370	277	175	160	20541
miércoles, 6 de Marzo de 2019	15447	2508	1499	712	359	266	163	148	20954
jueves, 7 de Marzo de 2019	15597	2499	1413	735	368	265	169	155	21046
viernes, 8 de Marzo de 2019	15644	2486	1411	727	371	262	171	154	21072
sábado, 9 de Marzo de 2019	15953	2316	1410	729	370	265	170	158	21213
domingo, 10 de Marzo de 2019	15834	2395	1413	733	367	264	168	155	21174
<b>A=Total general</b>	<b>109334</b>	<b>17129</b>	<b>9977</b>	<b>5095</b>	<b>2572</b>	<b>1859</b>	<b>1189</b>	<b>1087</b>	<b>147155</b>
<b>B=días de la semana</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>A/B=IMDA</b>	<b>15619</b>	<b>2447</b>	<b>1425</b>	<b>728</b>	<b>367</b>	<b>266</b>	<b>170</b>	<b>155</b>	<b>21177</b>



**TABLA N° 3. Calculo del IMDA Av. Larco (cuadra 11)**

ESTACION 3	Av. LARCO								
FECHA	MARZO 2019								
SENTIDO	AMBOS								
REFERENCIA	CUADRA 11								
FECHA 1	Datos								
	Suma de AUTOS	Suma de C. RURAL.	Suma de MICROS	Suma de BUS 2E	Suma de BUS 3E	Suma de CAMION 2E	Suma de CAMION 3E	Suma de CAMION >=4E	Suma de TOTAL
lunes, 4 de Marzo de 2019	14730	2070	1363	392	224	128	90	102	19099
martes, 5 de Marzo de 2019	14899	2055	1394	401	222	129	101	104	19305
miércoles, 6 de Marzo de 2019	14730	2023	1358	389	221	133	99	108	19061
jueves, 7 de Marzo de 2019	14755	2034	1388	391	224	135	101	101	19129
viernes, 8 de Marzo de 2019	14741	2031	1377	393	225	129	96	102	19094
sábado, 9 de Marzo de 2019	14746	2028	1366	393	227	127	98	109	19094
domingo, 10 de Marzo de 2019	14733	2033	1379	395	225	126	97	101	19089
<b>A=Total general</b>	<b>103334</b>	<b>14274</b>	<b>9625</b>	<b>2754</b>	<b>1568</b>	<b>907</b>	<b>682</b>	<b>727</b>	<b>133871</b>
<b>B=días de la semana</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>A/B=IMDA</b>	<b>14762</b>	<b>2039</b>	<b>1375</b>	<b>393</b>	<b>224</b>	<b>130</b>	<b>97</b>	<b>104</b>	<b>19124</b>

**TABLA N° 4. Calculo del IMDA Av. América (cuadra 39)**

ESTACION 4	AV. AMÉRICA SUR								
FECHA	MARZO 2019								
SENTIDO	AMBOS								
REFERENCIA	CUADRA 39								
FECHA 1	Datos								
	Suma de AUTOS	Suma de C. RURAL.	Suma de MICROS	Suma de BUS 2E	Suma de BUS 3E	Suma de CAMION 2E	Suma de CAMION 3E	Suma de CAMION >=4E	Suma de TOTAL
lunes, 4 de Marzo de 2019	13133	2071	1344	355	303	162	119	105	17592
martes, 5 de Marzo de 2019	13334	2064	1353	361	307	166	99	106	17790
miércoles, 6 de Marzo de 2019	13075	2055	1334	351	241	159	118	100	17433
jueves, 7 de Marzo de 2019	13099	2077	1320	358	245	173	119	105	17496
viernes, 8 de Marzo de 2019	13101	2062	1339	359	246	172	129	105	17513
sábado, 9 de Marzo de 2019	13108	2027	1346	355	245	171	128	104	17484
domingo, 10 de Marzo de 2019	13113	2053	1346	357	244	172	120	104	17509
<b>A=Total general</b>	<b>91963</b>	<b>14409</b>	<b>9382</b>	<b>2496</b>	<b>1831</b>	<b>1175</b>	<b>832</b>	<b>729</b>	<b>122817</b>
<b>B=días de la semana</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>A/B=IMDA</b>	<b>13138</b>	<b>2058</b>	<b>1340</b>	<b>357</b>	<b>262</b>	<b>168</b>	<b>119</b>	<b>104</b>	<b>17545</b>



**1.-Tablas de tráfico normal:**

**TABLA N° 5. Proyección del tráfico normal Av. Larco (cuadra 10)**

**TRAFICO NORMAL**

**ESTACION1 AV. LARCO CUADRA 10**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
Tasa 2010 - 2015	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2015 - 2020	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2020 - 2025	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
2,019	9,357	1,006	854	859	62	92	97	29	12,357
2,020	9,759	1,049	891	896	65	96	101	31	12,888
2,021	10,179	1,094	929	935	67	100	106	32	13,442
2,022	10,616	1,141	969	975	70	105	110	33	14,020
2,023	11,073	1,190	1,011	1,017	73	109	115	35	14,623
2,024	11,549	1,241	1,054	1,061	77	114	120	36	15,252
2,025	12,045	1,295	1,100	1,106	80	119	125	38	15,908
2,026	12,563	1,350	1,147	1,154	83	124	130	40	16,592
2,027	13,104	1,408	1,196	1,203	87	129	136	41	17,305
2,028	13,667	1,469	1,248	1,255	91	135	142	43	18,049
2,029	14,255	1,532	1,302	1,309	94	140	148	45	18,825
2,030	14,868	1,598	1,357	1,365	99	146	154	47	19,635
2,031	15,507	1,667	1,416	1,424	103	153	161	49	20,479
2,032	16,174	1,738	1,477	1,485	107	159	168	51	21,360
2,033	16,869	1,813	1,540	1,549	112	166	175	53	22,278
2,034	17,595	1,891	1,606	1,616	117	173	183	55	23,236
2,035	18,351	1,973	1,676	1,685	122	181	191	58	24,235
2,036	19,140	2,057	1,748	1,758	127	188	199	60	25,277
2,037	19,963	2,146	1,823	1,833	132	197	207	63	26,364
2,038	20,822	2,238	1,901	1,912	138	205	216	65	27,498
2,039	21,717	2,334	1,983	1,994	144	214	225	68	28,680



**TABLA N° 6. Proyección del tráfico normal Av. América Sur (cuadra 40)**

**TRAFICO NORMAL**

**ESTACION2 AV.AMÉRICASUR CUADRA 40**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
Tasa 2010 - 2015	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2015 - 2020	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2020 - 2025	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
2,019	15,619	2,447	1,425	728	367	266	170	155	21,177
2,020	16,291	2,552	1,487	759	383	277	177	162	22,088
2,021	16,991	2,662	1,550	792	400	289	185	169	23,038
2,022	17,722	2,776	1,617	826	417	301	193	176	24,028
2,023	18,484	2,896	1,687	861	435	314	201	184	25,062
2,024	19,279	3,020	1,759	898	454	328	210	192	26,139
2,025	20,108	3,150	1,835	937	473	342	219	200	27,263
2,026	20,972	3,286	1,914	977	493	357	228	209	28,436
2,027	21,874	3,427	1,996	1,019	515	372	238	217	29,658
2,028	22,815	3,574	2,082	1,063	537	388	248	227	30,934
2,029	23,796	3,728	2,171	1,109	560	405	259	237	32,264
2,030	24,819	3,888	2,265	1,157	584	422	270	247	33,651
2,031	25,886	4,056	2,362	1,206	609	440	282	257	35,098
2,032	26,999	4,230	2,464	1,258	635	459	294	268	36,607
2,033	28,160	4,412	2,570	1,312	662	479	306	280	38,182
2,034	29,371	4,601	2,680	1,369	691	499	319	292	39,823
2,035	30,634	4,799	2,795	1,428	721	521	333	305	41,536
2,036	31,951	5,006	2,916	1,489	752	543	347	318	43,322
2,037	33,325	5,221	3,041	1,553	784	567	362	331	45,185
2,038	34,758	5,445	3,172	1,620	818	591	378	346	47,128
2,039	36,253	5,680	3,308	1,689	853	616	394	360	49,154



TABLA N° 7. Proyección del tráfico normal Av. Larco (cuadra 11)

TRAFICO NORMAL

ESTACION3 Av.LARCO CUADRA 11

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
Tasa 2010 - 2015	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2015 - 2020	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2020 - 2025	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
2,019	14,762	2,039	1,375	393	224	130	97	104	19,124
2,020	15,397	2,127	1,434	410	234	135	102	108	19,947
2,021	16,059	2,218	1,496	428	244	141	106	113	20,804
2,022	16,749	2,314	1,560	446	254	147	111	118	21,699
2,023	17,470	2,413	1,627	466	265	153	115	123	22,632
2,024	18,221	2,517	1,697	486	276	160	120	128	23,605
2,025	19,004	2,625	1,770	506	288	167	125	134	24,620
2,026	19,821	2,738	1,846	528	301	174	131	139	25,679
2,027	20,674	2,856	1,926	551	314	181	136	145	26,783
2,028	21,563	2,979	2,008	575	327	189	142	152	27,935
2,029	22,490	3,107	2,095	599	341	197	148	158	29,136
2,030	23,457	3,240	2,185	625	356	206	155	165	30,389
2,031	24,466	3,380	2,279	652	371	215	161	172	31,696
2,032	25,518	3,525	2,377	680	387	224	168	180	33,059
2,033	26,615	3,676	2,479	709	404	234	176	187	34,480
2,034	27,759	3,835	2,586	740	421	244	183	195	35,963
2,035	28,953	3,999	2,697	772	439	254	191	204	37,509
2,036	30,198	4,171	2,813	805	458	265	199	212	39,122
2,037	31,497	4,351	2,934	839	478	276	208	222	40,804
2,038	32,851	4,538	3,060	876	498	288	217	231	42,559
2,039	34,263	4,733	3,191	913	520	301	226	241	44,389



**TABLA N° 8. Proyección del tráfico normal Av. América Sur (cuadra 39)**

**TRAFICO NORMAL**

**ESTACION4 AV.AMÉRICASUR CUADRA 39**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
Tasa 2010 - 2015	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2015 - 2020	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
Tasa 2020 - 2025	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%	4.30%
2,019	13,138	2,058	1,340	357	262	168	119	104	17,545
2,020	13,702	2,147	1,398	372	273	175	124	109	18,300
2,021	14,292	2,239	1,458	388	285	183	129	113	19,087
2,022	14,906	2,336	1,521	405	297	190	135	118	19,907
2,023	15,547	2,436	1,586	422	310	199	141	123	20,763
2,024	16,216	2,541	1,654	440	323	207	147	129	21,656
2,025	16,913	2,650	1,725	459	337	216	153	134	22,587
2,026	17,640	2,764	1,800	479	351	225	160	140	23,559
2,027	18,399	2,883	1,877	499	366	235	166	146	24,572
2,028	19,190	3,007	1,958	521	382	245	174	152	25,628
2,029	20,015	3,136	2,042	543	399	256	181	159	26,730
2,030	20,876	3,271	2,130	567	416	267	189	165	27,880
2,031	21,773	3,412	2,221	591	434	278	197	173	29,079
2,032	22,710	3,558	2,317	616	452	290	205	180	30,329
2,033	23,686	3,711	2,416	643	472	303	214	188	31,633
2,034	24,705	3,871	2,520	671	492	316	224	196	32,993
2,035	25,767	4,037	2,629	699	513	329	233	204	34,412
2,036	26,875	4,211	2,742	729	535	343	243	213	35,892
2,037	28,031	4,392	2,860	761	558	358	254	222	37,435
2,038	29,236	4,581	2,983	794	582	374	265	232	39,045
2,039	30,493	4,778	3,111	828	607	390	276	242	40,724



## 2.-Tablas de tráfico generado:

**TABLA N° 9. Proyección del tráfico generado Av. Larco (cuadra 10)**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
2,019	936	101	85	86	6	9	10	3	1,236
2,020	976	105	89	90	6	10	10	3	1,289
2,021	1,018	109	93	93	7	10	11	3	1,344
2,022	1,062	114	97	97	7	10	11	3	1,402
2,023	1,107	119	101	102	7	11	11	3	1,462
2,024	1,155	124	105	106	8	11	12	4	1,525
2,025	1,205	129	110	111	8	12	13	4	1,591
2,026	1,256	135	115	115	8	12	13	4	1,659
2,027	1,310	141	120	120	9	13	14	4	1,731
2,028	1,367	147	125	126	9	13	14	4	1,805
2,029	1,425	153	130	131	9	14	15	4	1,883
2,030	1,487	160	136	137	10	15	15	5	1,963
2,031	1,551	167	142	142	10	15	16	5	2,048
2,032	1,617	174	148	149	11	16	17	5	2,136
2,033	1,687	181	154	155	11	17	18	5	2,228
2,034	1,759	189	161	162	12	17	18	6	2,324
2,035	1,835	197	168	169	12	18	19	6	2,424
2,036	1,914	206	175	176	13	19	20	6	2,528
2,037	1,996	215	182	183	13	20	21	6	2,636
2,038	2,082	224	190	191	14	21	22	7	2,750
2,039	2,172	233	198	199	14	21	23	7	2,868



**TABLA N° 10. Proyección del tráfico generado Av. América Sur (cuadra 40)**

<b>Años</b>	<b>Ligeros</b>	<b>C. RURAL.</b>	<b>MICROS</b>	<b>BUS 2E</b>	<b>BUS 3E</b>	<b>CAMION 2E</b>	<b>CAMION 3E</b>	<b>CAMION&gt;=4E</b>	<b>Total</b>
2,019	1,562	245	143	73	37	27	17	16	2,118
2,020	1,629	255	149	76	38	28	18	16	2,209
2,021	1,699	266	155	79	40	29	18	17	2,304
2,022	1,772	278	162	83	42	30	19	18	2,403
2,023	1,848	290	169	86	43	31	20	18	2,506
2,024	1,928	302	176	90	45	33	21	19	2,614
2,025	2,011	315	183	94	47	34	22	20	2,726
2,026	2,097	329	191	98	49	36	23	21	2,844
2,027	2,187	343	200	102	51	37	24	22	2,966
2,028	2,281	357	208	106	54	39	25	23	3,093
2,029	2,380	373	217	111	56	40	26	24	3,226
2,030	2,482	389	226	116	58	42	27	25	3,365
2,031	2,589	406	236	121	61	44	28	26	3,510
2,032	2,700	423	246	126	64	46	29	27	3,661
2,033	2,816	441	257	131	66	48	31	28	3,818
2,034	2,937	460	268	137	69	50	32	29	3,982
2,035	3,063	480	280	143	72	52	33	30	4,154
2,036	3,195	501	292	149	75	54	35	32	4,332
2,037	3,333	522	304	155	78	57	36	33	4,518
2,038	3,476	545	317	162	82	59	38	35	4,713
2,039	3,625	568	331	169	85	62	39	36	4,915



**TABLA N° 11. Proyección del tráfico generado Av. Larco (cuadra 11)**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
2,019	1,476	204	138	39	22	13	10	10	1,912
2,020	1,540	213	143	41	23	14	10	11	1,995
2,021	1,606	222	150	43	24	14	11	11	2,080
2,022	1,675	231	156	45	25	15	11	12	2,170
2,023	1,747	241	163	47	27	15	12	12	2,263
2,024	1,822	252	170	49	28	16	12	13	2,361
2,025	1,900	263	177	51	29	17	13	13	2,462
2,026	1,982	274	185	53	30	17	13	14	2,568
2,027	2,067	286	193	55	31	18	14	15	2,678
2,028	2,156	298	201	57	33	19	14	15	2,793
2,029	2,249	311	209	60	34	20	15	16	2,914
2,030	2,346	324	218	63	36	21	15	17	3,039
2,031	2,447	338	228	65	37	21	16	17	3,170
2,032	2,552	352	238	68	39	22	17	18	3,306
2,033	2,661	368	248	71	40	23	18	19	3,448
2,034	2,776	383	259	74	42	24	18	20	3,596
2,035	2,895	400	270	77	44	25	19	20	3,751
2,036	3,020	417	281	80	46	27	20	21	3,912
2,037	3,150	435	293	84	48	28	21	22	4,080
2,038	3,285	454	306	88	50	29	22	23	4,256
2,039	3,426	473	319	91	52	30	23	24	4,439



**TABLA N° 12. Proyección del tráfico generado Av. América Sur (cuadra 39)**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
2,013	1,314	206	134	36	26	17	12	10	1,755
2,014	1,370	215	140	37	27	18	12	11	1,830
2,015	1,429	224	146	39	28	18	13	11	1,909
2,016	1,491	234	152	40	30	19	13	12	1,991
2,017	1,555	244	159	42	31	20	14	12	2,076
2,018	1,622	254	165	44	32	21	15	13	2,166
2,019	1,691	265	173	46	34	22	15	13	2,259
2,020	1,764	276	180	48	35	23	16	14	2,356
2,021	1,840	288	188	50	37	24	17	15	2,457
2,022	1,919	301	196	52	38	25	17	15	2,563
2,023	2,002	314	204	54	40	26	18	16	2,673
2,024	2,088	327	213	57	42	27	19	17	2,788
2,025	2,177	341	222	59	43	28	20	17	2,908
2,026	2,271	356	232	62	45	29	21	18	3,033
2,027	2,369	371	242	64	47	30	21	19	3,163
2,028	2,470	387	252	67	49	32	22	20	3,299
2,029	2,577	404	263	70	51	33	23	20	3,441
2,030	2,687	421	274	73	54	34	24	21	3,589
2,031	2,803	439	286	76	56	36	25	22	3,744
2,032	2,924	458	298	79	58	37	26	23	3,904
2,033	3,049	478	311	83	61	39	28	24	4,072



### 3.- Tablas de Trafico Normal + Generado

TABLA N° 13. Proyección del tráfico normal + generado Av. Larco (cuadra 10)

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
2,013	10,292	1,106	940	945	68	101	107	32	13,592
2,014	10,735	1,154	980	986	71	106	111	34	14,177
2,015	11,196	1,203	1,022	1,028	74	110	116	35	14,786
2,016	11,678	1,255	1,066	1,072	77	115	121	37	15,422
2,017	12,180	1,309	1,112	1,119	81	120	126	38	16,085
2,018	12,704	1,365	1,160	1,167	84	125	132	40	16,777
2,019	13,250	1,424	1,210	1,217	88	130	138	42	17,498
2,020	13,820	1,485	1,262	1,269	92	136	143	43	18,251
2,021	14,414	1,549	1,316	1,324	96	142	150	45	19,036
2,022	15,034	1,616	1,373	1,381	100	148	156	47	19,854
2,023	15,680	1,685	1,432	1,440	104	154	163	49	20,708
2,024	16,354	1,758	1,493	1,502	108	161	170	51	21,598
2,025	17,058	1,833	1,557	1,567	113	168	177	54	22,527
2,026	17,791	1,912	1,624	1,634	118	175	185	56	23,496
2,027	18,556	1,995	1,694	1,704	123	183	193	58	24,506
2,028	19,354	2,080	1,767	1,777	128	191	201	61	25,560
2,029	20,186	2,170	1,843	1,854	134	199	210	63	26,659
2,030	21,054	2,263	1,922	1,934	140	207	219	66	27,805
2,031	21,960	2,360	2,005	2,017	146	216	228	69	29,001
2,032	22,904	2,462	2,091	2,103	152	226	238	72	30,248
2,033	23,889	2,568	2,181	2,194	158	235	248	75	31,548



**TABLA N° 14. Proyección del tráfico normal + generado Av. América Sur(cuadra40)**

<b>Años</b>	<b>Ligeros</b>	<b>C. RURAL.</b>	<b>MICROS</b>	<b>BUS 2E</b>	<b>BUS 3E</b>	<b>CAMION 2E</b>	<b>CAMION 3E</b>	<b>CAMION<math>\geq</math>4E</b>	<b>Total</b>
2,013	17,181	2,692	1,568	801	404	292	187	171	23,295
2,014	17,920	2,807	1,635	835	422	305	195	178	24,297
2,015	18,690	2,928	1,706	871	440	318	203	186	25,342
2,016	19,494	3,054	1,779	908	459	331	212	194	26,431
2,017	20,332	3,185	1,855	947	478	346	221	202	27,568
2,018	21,207	3,322	1,935	988	499	361	231	211	28,753
2,019	22,119	3,465	2,018	1,031	520	376	241	220	29,990
2,020	23,070	3,614	2,105	1,075	543	392	251	229	31,279
2,021	24,062	3,770	2,196	1,121	566	409	262	239	32,624
2,022	25,096	3,932	2,290	1,169	590	427	273	250	34,027
2,023	26,175	4,101	2,389	1,220	616	445	285	260	35,490
2,024	27,301	4,277	2,491	1,272	642	464	297	271	37,016
2,025	28,475	4,461	2,598	1,327	670	484	310	283	38,608
2,026	29,699	4,653	2,710	1,384	699	505	323	295	40,268
2,027	30,976	4,853	2,827	1,444	729	527	337	308	42,000
2,028	32,308	5,062	2,948	1,506	760	549	351	321	43,806
2,029	33,698	5,279	3,075	1,570	793	573	366	335	45,689
2,030	35,147	5,506	3,207	1,638	827	598	382	349	47,654
2,031	36,658	5,743	3,345	1,708	862	623	399	364	49,703
2,032	38,234	5,990	3,489	1,782	899	650	416	380	51,840
2,033	39,878	6,248	3,639	1,858	938	678	434	396	54,069



**TABLA N° 15. Proyección del tráfico normal + generado Av. Larco (cuadra 11)**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION $\geq$ 4E	Total
2,013	16,238	2,243	1,513	433	246	143	107	114	21,037
2,014	16,936	2,340	1,578	451	257	149	112	119	21,941
2,015	17,665	2,440	1,645	471	268	155	117	124	22,885
2,016	18,424	2,545	1,716	491	280	162	122	130	23,869
2,017	19,217	2,654	1,790	512	292	169	127	135	24,895
2,018	20,043	2,769	1,867	534	304	176	132	141	25,966
2,019	20,905	2,888	1,947	557	317	183	138	147	27,082
2,020	21,804	3,012	2,031	581	331	191	144	153	28,247
2,021	22,741	3,141	2,118	606	345	200	150	160	29,462
2,022	23,719	3,276	2,209	632	360	208	157	167	30,728
2,023	24,739	3,417	2,304	659	375	217	163	174	32,050
2,024	25,803	3,564	2,403	688	392	226	170	182	33,428
2,025	26,912	3,718	2,507	717	408	236	178	189	34,865
2,026	28,069	3,877	2,615	748	426	246	185	197	36,364
2,027	29,276	4,044	2,727	780	444	257	193	206	37,928
2,028	30,535	4,218	2,844	814	463	268	202	215	39,559
2,029	31,848	4,399	2,966	849	483	280	210	224	41,260
2,030	33,218	4,589	3,094	885	504	292	219	234	43,034
2,031	34,646	4,786	3,227	923	526	304	229	244	44,885
2,032	36,136	4,992	3,366	963	548	317	238	254	46,815
2,033	37,690	5,206	3,511	1,004	572	331	249	265	48,828



**TABLA N° 16. Proyección del tráfico normal + generado Av. América Sur (cuadra39)**

Años	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
2,019	14,451	2,264	1,474	392	288	185	131	115	19,300
2,020	15,073	2,362	1,538	409	300	193	136	119	20,130
2,021	15,721	2,463	1,604	427	313	201	142	125	20,995
2,022	16,397	2,569	1,673	445	326	210	148	130	21,898
2,023	17,102	2,680	1,745	464	341	219	155	136	22,840
2,024	17,837	2,795	1,820	484	355	228	161	141	23,822
2,025	18,604	2,915	1,898	505	370	238	168	147	24,846
2,026	19,404	3,040	1,980	527	386	248	176	154	25,915
2,027	20,239	3,171	2,065	549	403	259	183	160	27,029
2,028	21,109	3,307	2,154	573	420	270	191	167	28,191
2,029	22,017	3,450	2,246	598	438	281	199	175	29,403
2,030	22,963	3,598	2,343	623	457	293	208	182	30,668
2,031	23,951	3,753	2,443	650	477	306	217	190	31,986
2,032	24,981	3,914	2,549	678	497	319	226	198	33,362
2,033	26,055	4,082	2,658	707	519	333	236	207	34,796
2,034	27,175	4,258	2,772	738	541	347	246	215	36,293
2,035	28,344	4,441	2,892	769	564	362	256	225	37,853
2,036	29,562	4,632	3,016	802	589	378	267	234	39,481
2,037	30,834	4,831	3,146	837	614	394	279	244	41,179
2,038	32,160	5,039	3,281	873	640	411	291	255	42,949
2,039	33,542	5,256	3,422	910	668	429	303	266	44,796



### 3.- Tablas de numero de repeticiones de EE 8.2t

**TABLA N° 17. Número de repeticiones de EE 8.2t Av. Larco (cuadra 10)**

ESTACION 1 SECTOR	AV. LARCO	CUADRA10									
	PARAMETROS	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total	
	N° de direcciones	1	1	1	1	1	1	1	1		
	N°carrilesxdirección	3	3	3	3	3	3	3	3		
	F. Direccional	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
	F.carril	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
	F. Carga	0.0001	0.0001	3.4772	3.4772	2.3205	3.4772	2.5260	3.7584		
	F. Pres. llantas	1	1	1	1	1	1	1	1		
	2,019	451	24	715,591	719,779	34,659	77,183	59,112	26,644	1.633E+06	
	2,020	470	25	746,361	750,729	36,149	80,502	61,653	27,790	1.704E+06	
	2,021	490	26	778,455	783,011	37,704	83,964	64,304	28,985	1.777E+06	
	2,022	511	27	811,928	816,680	39,325	87,574	67,070	30,231	1.853E+06	
	2,023	533	29	846,841	851,797	41,016	91,340	69,954	31,531	1.933E+06	
	2,024	556	30	883,255	888,425	42,780	95,267	72,962	32,887	2.016E+06	
	2,025	580	31	921,235	926,627	44,619	99,364	76,099	34,301	2.103E+06	
	2,026	605	33	960,848	966,472	46,538	103,637	79,371	35,776	2.193E+06	
	2,027	631	34	1,002,165	1,008,030	48,539	108,093	82,784	37,315	2.288E+06	
	2,028	658	35	1,045,258	1,051,376	50,626	112,741	86,344	38,919	2.386E+06	
	2,029	687	37	1,090,204	1,096,585	52,803	117,589	90,057	40,593	2.489E+06	
	2,030	716	38	1,137,083	1,143,738	55,073	122,645	93,929	42,338	2.596E+06	
	2,031	747	40	1,185,977	1,192,919	57,442	127,919	97,968	44,159	2.707E+06	
	2,032	779	42	1,236,974	1,244,214	59,912	133,419	102,181	46,058	2.824E+06	
	2,033	813	44	1,290,164	1,297,715	62,488	139,157	106,574	48,038	2.945E+06	
	2,034	848	46	1,345,641	1,353,517	65,175	145,140	111,157	50,104	3.072E+06	
	2,035	884	48	1,403,504	1,411,718	67,977	151,381	115,937	52,258	3.204E+06	
	2,036	922	50	1,463,854	1,472,422	70,900	157,891	120,922	54,505	3.341E+06	
	2,037	962	52	1,526,800	1,535,736	73,949	164,680	126,122	56,849	3.485E+06	
	2,038	1,003	54	1,592,453	1,601,773	77,129	171,761	131,545	59,294	3.635E+06	
	2,039	1,046	56	1,660,928	1,670,649	80,445	179,147	137,202	61,843	3.791E+06	
	<b>TOTAL, NÚMERO REPETICIONES</b>	<b>EE</b>	1.490E+04	8.006E+02	2.365E+07	2.378E+07	1.145E+06	2.550E+06	1.953E+06	8.804E+05	5.397E+07



**TABLA N° 18. Número de repeticiones de EE 8.2t Av América Sur (cuadra 40)**

<b>ESTACION2 AV. AMÉRICASUR CUADRA40</b>										
SECTOR	PARAMETROS	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
	Nº de direcciones	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Nºcarrilesxdirección	3	3	3	3	3	3	3	3	
	F. Direccional	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	F.carril	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
	F. Carga	0.0001	0.0001	3.4772	3.4772	2.3205	3.4772	2.5260	3.7584	
	F. Pres. llantas	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2,019	376	59	1,193,888	609,688	205,398	222,455	103,358	140,594	2.476E+06
	2,020	392	61	1,245,225	635,905	214,230	232,021	107,803	146,640	2.582E+06
	2,021	409	64	1,298,769	663,249	223,442	241,998	112,438	152,945	2.693E+06
	2,022	427	67	1,354,617	691,768	233,050	252,404	117,273	159,522	2.809E+06
	2,023	445	70	1,412,865	721,514	243,071	263,257	122,316	166,382	2.930E+06
	2,024	464	73	1,473,618	752,539	253,523	274,577	127,575	173,536	3.056E+06
	2,025	484	76	1,536,984	784,899	264,425	286,384	133,061	180,998	3.187E+06
	2,026	505	79	1,603,074	818,649	275,795	298,698	138,783	188,781	3.324E+06
	2,027	527	83	1,672,006	853,851	287,654	311,543	144,751	196,898	3.467E+06
	2,028	550	86	1,743,903	890,567	300,023	324,939	150,975	205,365	3.616E+06
	2,029	573	90	1,818,890	928,861	312,924	338,911	157,467	214,196	3.772E+06
	2,030	598	94	1,897,103	968,802	326,380	353,484	164,238	223,406	3.934E+06
	2,031	624	98	1,978,678	1,010,461	340,414	368,684	171,300	233,013	4.103E+06
	2,032	650	102	2,063,761	1,053,910	355,052	384,538	178,666	243,032	4.280E+06
	2,033	678	106	2,152,503	1,099,229	370,319	401,073	186,349	253,483	4.464E+06
	2,034	708	111	2,245,061	1,146,495	386,243	418,319	194,362	264,382	4.656E+06
	2,035	738	116	2,341,598	1,195,795	402,852	436,307	202,719	275,751	4.856E+06
	2,036	770	121	2,442,287	1,247,214	420,174	455,068	211,436	287,608	5.065E+06
	2,037	803	126	2,547,305	1,300,844	438,242	474,636	220,528	299,975	5.282E+06
	2,038	837	131	2,656,839	1,356,780	457,086	495,045	230,010	312,874	5.510E+06
	2,039	873	137	2,771,084	1,415,122	476,741	516,332	239,901	326,328	5.747E+06
	<b>TOTAL NÚMERO REPETICIONES EE</b>	<b>1.243E+04</b>	<b>1.948E+03</b>	<b>3.945E+07</b>	<b>2.015E+07</b>	<b>6.787E+06</b>	<b>7.351E+06</b>	<b>3.415E+06</b>	<b>4.646E+06</b>	<b>8.181E+07</b>



**TABLA N° 19. Número de repeticiones de EE 8.2t Av Larco (cuadra 11)**

ESTACION3	Av. LARCO	CUADRA11								
SECTOR	PARAMETROS	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION >=4E	Total
	Nº de direcciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nº carriles x dirección	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	F. Direccional	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	F. carril	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	F. Carga	0.0001	0.0001	4.5676	4.5676	3.2846	4.5676	3.2846	6.5868	
	F. Pres. llantas	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2,019	356	49	1,512,966	432,905	177,241	142,573	77,091	164,797	2.508E+06
	2,020	371	51	1,578,024	451,520	184,863	148,703	80,406	171,883	2.616E+06
	2,021	387	53	1,645,879	470,935	192,812	155,097	83,863	179,274	2.728E+06
	2,022	403	56	1,716,652	491,185	201,103	161,767	87,469	186,983	2.846E+06
	2,023	421	58	1,790,468	512,306	209,750	168,723	91,231	195,024	2.968E+06
	2,024	439	61	1,867,458	534,335	218,769	175,978	95,153	203,410	3.096E+06
	2,025	458	63	1,947,759	557,312	228,176	183,545	99,245	212,156	3.229E+06
	2,026	477	66	2,031,512	581,276	237,988	191,437	103,513	221,279	3.368E+06
	2,027	498	69	2,118,867	606,271	248,221	199,669	107,964	230,794	3.512E+06
	2,028	519	72	2,209,978	632,341	258,895	208,255	112,606	240,718	3.663E+06
	2,029	542	75	2,305,008	659,532	270,027	217,210	117,448	251,069	3.821E+06
	2,030	565	78	2,404,123	687,891	281,639	226,550	122,498	261,865	3.985E+06
	2,031	589	81	2,507,500	717,471	293,749	236,291	127,766	273,125	4.157E+06
	2,032	615	85	2,615,323	748,322	306,380	246,452	133,260	284,869	4.335E+06
	2,033	641	89	2,727,782	780,500	319,555	257,049	138,990	297,119	4.522E+06
	2,034	669	92	2,845,076	814,061	333,295	268,102	144,966	309,895	4.716E+06
	2,035	697	96	2,967,414	849,066	347,627	279,631	151,200	323,220	4.919E+06
	2,036	727	100	3,095,013	885,576	362,575	291,655	157,702	337,119	5.130E+06
	2,037	759	105	3,228,099	923,655	378,166	304,196	164,483	351,615	5.351E+06
	2,038	791	109	3,366,907	963,373	394,427	317,276	171,556	366,734	5.581E+06
	2,039	825	114	3,511,684	1,004,798	411,387	330,919	178,932	382,504	5.821E+06
<b>TOTAL NÚMERO REPETICIONES EE</b>		<b>1.175E+04</b>	<b>1.623E+03</b>	<b>4.999E+07</b>	<b>1.430E+07</b>	<b>5.857E+06</b>	<b>4.711E+06</b>	<b>2.547E+06</b>	<b>5.445E+06</b>	<b>8.287E+07</b>



**TABLA N° 20. Número de repeticiones de EE 8.2t Av América Sur (cuadra 39)**

ESTACION4	AV. AMÉRICASUR	CUADRA39								
SECTOR	PARAMETROS	Ligeros	C. RURAL.	MICROS	BUS 2E	BUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION>=4E	Total
	Nº de direcciones	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Nºcarrilesxdirección	3	3	3	3	3	3	3	3	
	F. Direccional	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	F.carril	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
	F. Carga	0.0001	0.0001	4.5676	4.5676	3.2846	4.5676	3.2846	6.5868	
	F. Pres. llantas	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2,019	316	50	1,474,769	392,350	206,970	184,700	94,046	165,251	2.518E+06
	2,020	330	52	1,538,184	409,221	215,869	192,642	98,090	172,356	2.627E+06
	2,021	344	54	1,604,326	426,817	225,152	200,925	102,308	179,768	2.740E+06
	2,022	359	56	1,673,312	445,170	234,833	209,565	106,707	187,498	2.858E+06
	2,023	375	59	1,745,264	464,312	244,931	218,577	111,296	195,560	2.980E+06
	2,024	391	61	1,820,311	484,278	255,463	227,975	116,082	203,969	3.109E+06
	2,025	407	64	1,898,584	505,102	266,448	237,778	121,073	212,740	3.242E+06
	2,026	425	67	1,980,223	526,821	277,905	248,003	126,279	221,888	3.382E+06
	2,027	443	69	2,065,373	549,475	289,855	258,667	131,709	231,429	3.527E+06
	2,028	462	72	2,154,184	573,102	302,319	269,790	137,373	241,380	3.679E+06
	2,029	482	76	2,246,814	597,745	315,319	281,391	143,280	251,760	3.837E+06
	2,030	503	79	2,343,427	623,448	328,878	293,490	149,441	262,585	4.002E+06
	2,031	525	82	2,444,194	650,257	343,019	306,110	155,867	273,876	4.174E+06
	2,032	547	86	2,549,294	678,218	357,769	319,273	162,569	285,653	4.353E+06
	2,033	571	89	2,658,914	707,381	373,153	333,002	169,560	297,936	4.541E+06
	2,034	595	93	2,773,247	737,798	389,199	347,321	176,851	310,747	4.736E+06
	2,035	621	97	2,892,497	769,524	405,934	362,256	184,455	324,110	4.939E+06
	2,036	647	101	3,016,874	802,613	423,390	377,833	192,387	338,046	5.152E+06
	2,037	675	106	3,146,600	837,126	441,595	394,080	200,659	352,582	5.373E+06
	2,038	704	110	3,281,904	873,122	460,584	411,025	209,288	367,743	5.604E+06
	2,039	735	115	3,423,025	910,666	480,389	428,699	218,287	383,556	5.845E+06
<b>TOTAL NÚMERO REPETICIONES EE</b>		1.046E+04	1.639E+03	4.873E+07	1.296E+07	6.839E+06	6.103E+06	3.108E+06	5.460E+06	8.322E+07



**TABLA N° 21. Resumen de la caracterización del suelo**

**CUADRO RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN DE SUELO**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES-HUERTAS INGENIEROS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** "ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ANILLO VIAL  
DEL OVALO LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

**UBICACIÓN:** OVALO LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Muestra de calicata N°	Humedad a la Profundidad % - Mts		L.L %	L.P %	Granulometría % pasa				Peso Específico	Indice de Grupo	Clasificación		Compactación				CBR %	Descripción
	%	%			N° 4	N°1	N°3/ 4	N° 200			AASHTO	SUCS	Proctor Mod.(g/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptimo %	Densidad Terr.(g/cm <sup>3</sup> )	% de compactación		
C-1	9.99	-1.50	18.15	11.69	99.83	100	100	45.42	3.172	(2)	A4	SC	1.84	9.05	.	.	15	Arena arcillosa
C-2	6.64	-1.50	22.43	12.79	96.67	100.00	100.00	45.25	3.191	(2)	A4	SC	1.80	9.00	.	.	15	Arena arcillosa
C-3	5.85	-1.50	19.06	12.49	100.00	100.00	100.00	46.25	3.185	(2)	A4	SC	1.85	9.10	.	.	15	Arena arcillosa
C-4	10.32	-1.50	21.65	12.91	100.00	100.00	100	55.67	3.2005	(4)	A4	CL	1.75	10.15	.	.	8.22	Arcilla de media plasticidad

Los ensayos de laboratorio están en los anexos.



## IV.-Discusión

El conteo del tráfico se tomó en 7 días calendarios y tomó como periodo de diseño 20 años, lo cual nos dio como resultado un ESAL de  $8.02 \times 10^6$  y esto es factible ya que se tomó en cuenta el factor de crecimiento real.

El Estudio de Mecánica de Suelos se realizó haciendo calicatas, por la similitud que se encontró en las muestras extraídas lo cual nos dio como material predominante una Arena Arcillosa y Arcilla de mediana plasticidad el cual nos dio como resultado un CBR de Diseño de 8.20 %, este valor es relativamente bajo por el alto porcentaje de finos que se tiene en la muestra.

El diseño del pavimento se realizó con los Métodos de AASTHO.

La culminación del presente trabajo: “Diseño Estructural del Pavimento Flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad”, sirve de base para realizar los trabajos de construcción del anillo vial, ya que esto le compete a los Organismos Públicos.

## V.-Conclusiones

El Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente esquema, obedece a parámetros del talante del recinto de sitio, tomando como variables de umbral, la caracterización del tránsito, las heredades automotrices de los materiales y del terrenal de institución, las circunstancias climáticas, las categorías de drenaje y los grados de serviciabilidad y confiabilidad.

En la metodología AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes tipo de 80 Kn o 18 Kips o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR.

El medio a reanudar para recabar el guarismo estructural  $S_n$ , es iterativo, de adonde se obtiene el volumen de cada hoja que forman en bulto estructural del firme. Este memorial tiende a ganar precios nobles del miembro estructural en vetas superiores, obteniendo un bulto reducido en la lata sub-base, lo que implica un longevo costo en la conformación del castigo estructural.

Concluimos indicando, que, dentro del diseño del Pavimento Flexible, siguiendo las recomendaciones del método AASTHO -93 se tiene la siguiente estructura:

Figura 18. Estructura de pavimento diseñado





## VI.-Recomendaciones

Para determinar el valor de confiabilidad se debe tener en cuenta el uso esperado del pavimento, ya que el costo del pavimento sería elevado, si el nivel de serviciabilidad no alcanza su uso esperado y será necesario realizar mantenimientos. Un nivel de confiabilidad alto implica que un pavimento se realice con mayores costos iniciales.

Realizar más de dos ensayos de CBR de la subrasante, para la obtención de un valor medio, el mismo nos permitirá obtener un valor óptimo del Módulo Resiliente MR de la subrasante.

La ejecución del presente proyecto deberá realizarse siguiendo las consideraciones y especificaciones propuestas, para lograr un funcionamiento eficiente durante el periodo de vida de diseño.



## VII.-Referencias Bibliográficas

- 1.-AASHTO (1993). Guide for design of pavement Structures. Washington, D.C:  
American Association of State highway and transportation officials.
  
- 2.-Benavides C., Murgueitio, A y Solano E (1994). Diseño estructural de pavimentos,  
DEPAV. Popayán: Universidad del Cauca.
  
- 3.-Conesa (2010). Manual metodológico y valoración del impacto ambiental en  
viaductos.
  
- 4.-Fonseca, A. M. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Segunda Edición,  
Bogotá – Colombia.
  
- 5.-Gómez (2010). Evaluación de Impacto Ambiental
  
- 6.-Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006). “Manual técnica de edificación  
E.050 suelos y cimentaciones”. Perú
  
- 7.-Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras, suelo,  
geología. Perú.



8.-Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Norma Técnica C.E. 010 Pavimentos Urbanos. MÉTODO DE DISEÑO

9.-Montejo, A (2006). Ingeniería de pavimentos. Fundamentos, estudios básicos y diseño. Tercera edición. Colombia. Universidad Católica de Colombia.

10.-Muelas (2010). Compendio de mecánica de suelo y cimentaciones

11.-Rico Rodríguez, A. y Del Castillo, H. (2000). La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres (1ra ed.) México - Noriega.

12.-Rico Rodriguez, A., Téllez Gutiérrez, R., Garnica Anguas, P. (2008). Pavimentos flexibles, problemática, metodologías de diseño y tendencia. Instituto Mexicano del Transporte.

13.-UPR/RUM. (2010). Guía para la preparación de propuestas, Tesis e informes de Proyecto. Oficina de Estudios Graduados.



## ANEXOS



**ANEXO 1**

## CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD (NTP 339.127)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 01

**Profundidad:**  
1.50 m

<b>Muestra:</b>	<b>M-01</b>	
<b>Recipiente:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Recipiente :	37	37.5
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	140	150
Peso Recipiente + Muestra Seca:	130	140.5
Peso Agua:	10	9.5
Peso Seco:	93	103
<b>W%:</b>	<b>10.75</b>	<b>9.22</b>
<b>W promedio%:</b>	<b>9.99</b>	



**ANEXO 2**

## CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD (NTP 339.127)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018.

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 02

**Profundidad:**  
1.50 m

<b>Muestra:</b>	<b>M-02</b>	
<b>Recipiente:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Recipiente :	36.5	37.7
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	153.5	157
Peso Recipiente + Muestra Seca:	145.5	150.3
Peso Agua:	8	6.7
Peso Seco:	109	112.6
<b>W%:</b>	<b>7.34</b>	<b>5.95</b>
<b>W<sub>promedio</sub>%:</b>	<b>6.64</b>	



**ANEXO 3**

## CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD (NTP 339.127)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018.

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 03

**Profundidad:**  
**1.50 m**

<b>Muestra:</b>	<b>M-03</b>	
<b>Recipiente:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Recipiente :	39.5	37.3
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	173.5	153.5
Peso Recipiente + Muestra Seca:	165.6	147.5
Peso Agua:	7.9	6
Peso Seco:	126.1	110.2
<b>W%:</b>	<b>6.26</b>	<b>5.44</b>
<b>W<sub>promedio</sub>%:</b>	<b>5.85</b>	



**ANEXO 04**

## CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD (NTP 339.127)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 04

**Profundidad:**  
1.50 m

<b>Muestra:</b>	<b>M-04</b>	
<b>Recipiente:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Recipiente :	20.5	21.3
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	80.5	89.5
Peso Recipiente + Muestra Seca:	77.3	80.6
Peso Agua:	3.2	8.9
Peso Seco:	56.8	59.3
<b>W%:</b>	<b>5.63</b>	<b>15.01</b>
<b>W<sub>promedio</sub>%:</b>	<b>10.32</b>	



**ANEXO 05**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS  
(NTP 339.131)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 01

**Profundidad:** 1.50 m

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>	
Peso Inicial Muestra (gr.) =	130.5	129.5
Peso Frasco volumetrico =	172.5	136.5
Peso Frasco + Agua =	669.5	633.5
Peso Frasco + Muestra =	302.5	266.5
Peso Frasco + Muestra + Agua =	750.8	714.9
<b>Gs =</b>	<b>3.169</b>	<b>3.175</b>
<b>Gs promedio=</b>	<b>3.172</b>	



## GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (NTP 339.131)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 02

**Profundidad:** 1.50 m

Muestra	M-01	
Peso Inicial Muestra (gr.) =	170.5	175.5
Peso Frasco volumetrico =	148.5	138.5
Peso Frasco + Agua =	657.5	632.5
Peso Frasco + Muestra =	318.5	313.5
Peso Frasco + Muestra + Agua =	764.3	742.5
<b>Gs =</b>	<b>3.19</b>	<b>3.192</b>
<b>Gs promedio=</b>	<b>3.191</b>	



**ANEXO 07**

## GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS (NTP 339.131)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 03

**Profundidad:** 1.50 m

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>	
Peso Inicial Muestra (gr.) =	180.5	180.5
Peso Frasco volumetrico =	153.5	168.5
Peso Frasco + Agua =	644.5	653
Peso Frasco + Muestra =	333.5	348.5
Peso Frasco + Muestra + Agua =	757.5	765.9
<b>Gs =</b>	<b>3.187</b>	<b>3.183</b>
<b>Gs promedio=</b>	<b>3.185</b>	



**ANEXO 08**

## GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS (NTP 339.131)

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 04

**Profundidad:** 1.50 m

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>	
Peso Inicial Muestra (gr.) =	150.5	160.5
Peso Frasco volumetrico =	162.5	149
Peso Frasco + Agua =	639.5	645.5
Peso Frasco + Muestra =	312.5	308.5
Peso Frasco + Muestra + Agua =	733.9	745.8
<b>Gs =</b>	<b>3.198</b>	<b>3.203</b>
<b>Gs promedio=</b>	<b>3.201</b>	

**ANEXO 09**

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO (NTP 339.129)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

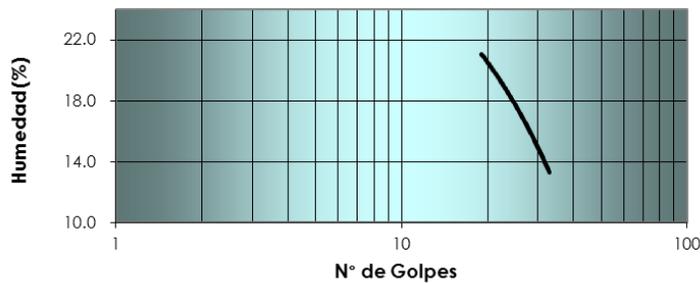
**Muestra:** CALICATA - 01                      **Profundidad:** 1.50 m

LIMITE LÍQUIDO				
RECIPIENTE N°				
<b>N° DE GOLPES</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>33</b>
Peso Tara + Peso Muestra Hum	54.7	54.4	49.9	50.9
Peso Tara + Peso Muestra Secc	51.6	51.8	48	49.1
PESO AGUA	3.1	2.6	1.9	1.8
PESO Tara	37.3	38.5	36.8	36.6
Peso Muestra Secc	14.3	13.3	11.2	12.5
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>21.68</b>	<b>19.55</b>	<b>16.96</b>	<b>14.40</b>

LIMITE PLÁSTICO		
	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Tara + Peso Muestra Hum	22.9	21.2
Peso Tara + Peso Muestra secc	22.2	20.6
PESO AGUA	0.7	0.6
PESO Tara	16.4	15.3
Peso Muestra Secc	5.8	5.3
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>12.07</b>	<b>11.32</b>

Resumen	
L.L. =	<b>18.15</b>
L.P. =	<b>11.69</b>
I.P. =	<b>6.45</b>

**Curva de Fluides**





**ANEXO 10**

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO (NTP 339.129)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 02

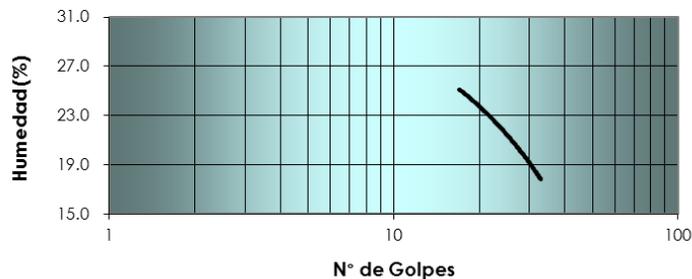
**Profundidad:** 1.50 m

LIMITE LÍQUIDO				
RECIPIENTE N°				
<b>N° DE GOLPES</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>33</b>
Peso Tara + Peso Muestra Humeda =	52.4	49.6	53.5	54.4
Peso Tara + Peso Muestra Seca =	49.5	47.5	50.9	52
PESO AGUA	2.9	2.1	2.6	2.4
PESO Tara	38.7	38.3	38.6	39.3
Peso Muestra Seca	10.8	9.2	12.3	12.7
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>26.85</b>	<b>22.83</b>	<b>21.14</b>	<b>18.90</b>

LIMITE PLÁSTICO		
	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Tara + Peso Muestra Humeda =	23.5	25.7
Peso Tara + Peso Muestra seca =	22.7	24.8
PESO AGUA	0.8	0.9
PESO Tara	17	17
Peso Muestra Seca	5.7	7.8
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>14.04</b>	<b>11.54</b>

Resumen	
L.L. =	<b>22.43</b>
L.P. =	<b>12.79</b>
I.P. =	<b>9.64</b>

**Curva de Fluidez**





**ANEXO 11**

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO (NTP 339.129)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 03

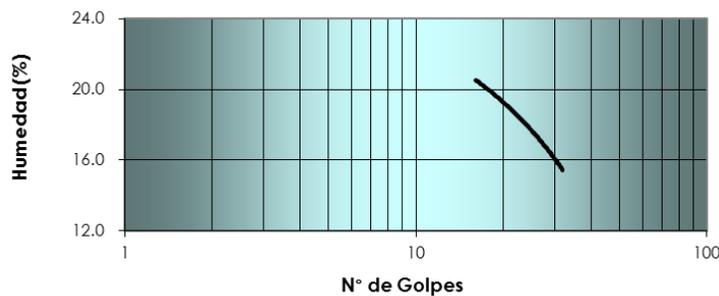
**Profundidad:** 1.50 m

LIMITE LÍQUIDO				
RECIPIENTE N°				
<b>N° DE GOLPES</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>32</b>
Peso Tara + Peso Muestra Humeda =	58.4	60.3	54	47.8
Peso Tara + Peso Muestra Seca =	54.9	56.6	51.3	46.3
PESO AGUA	3.5	3.7	2.7	1.5
PESO Tara	38.5	37.8	36.1	37.7
Peso Muestra Seca	16.4	18.8	15.2	8.6
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>21.34</b>	<b>19.68</b>	<b>17.76</b>	<b>17.44</b>

LIMITE PLÁSTICO		
	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso Tara + Peso Muestra Humeda =	20.6	15.4
Peso Tara + Peso Muestra seca =	19.8	14.7
PESO AGUA	0.8	0.7
PESO Tara	13.6	8.9
Peso Muestra Seca	6.2	5.8
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>12.90</b>	<b>12.07</b>

Resumen	
L.L. =	<b>19.06</b>
L.P.=	<b>12.49</b>
I.P.=	<b>6.57</b>

**Curva de Fluidez**





**ANEXO 12**

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO (NTP 339.129)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

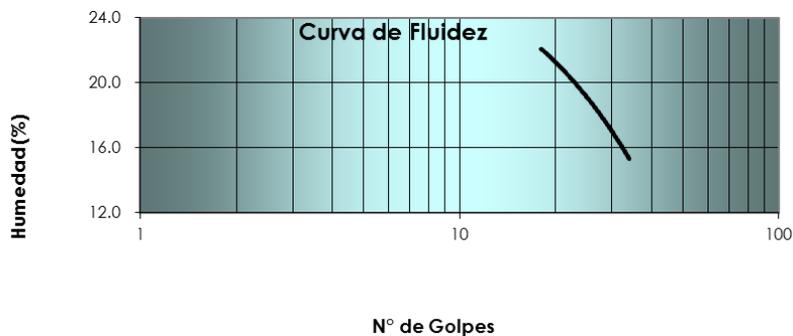
**Muestra:** CALICATA - 04

**Profundidad:** 1.50 m

LIMITE LÍQUIDO				
RECIPIENTE N°				
<b>N° DE GOLPES</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>34</b>
Peso <sub>Tara</sub> + Peso <sub>Muestra Humeda</sub> =	51	56.1	58.8	51.9
Peso <sub>Tara</sub> + Peso <sub>Muestra Seca</sub> =	48.5	53.1	55.2	49.8
PESO <sub>AGUA</sub>	2.5	3	3.6	2.1
PESO <sub>Tara</sub>	37.4	39.3	37.8	40.1
Peso <sub>Muestra Seca</sub>	11.1	13.8	17.4	9.7
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>22.52</b>	<b>21.74</b>	<b>20.69</b>	<b>21.65</b>

LIMITE PLÁSTICO		
	1	2
Peso <sub>Tara</sub> + Peso <sub>Muestra Humeda</sub> =	21.8	22.5
Peso <sub>Tara</sub> + Peso <sub>Muestra seca</sub> =	21	21.6
PESO <sub>AGUA</sub>	0.8	0.9
PESO <sub>Tara</sub>	15.4	13.8
Peso <sub>Muestra Seca</sub>	5.6	7.8
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>14.285714</b>	<b>11.538462</b>

Resumen	
L.L. =	<b>21.65</b>
L.P. =	<b>12.91</b>
I.P. =	<b>8.74</b>



**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)  
(NTP 339.145)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018.

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Testista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 01

**Profundidad:** 1.50 m

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
Molde N°	1	2	3	4	5	6
Números de Capas	5	5	5			
Numero de golpes por capa	57	25	12			
Sobrecargas (gr)	4530	4530	4530			
Muestra Húmeda + Molde (gr)	8385.30	8242.30	8132.70			
Peso del Molde(gr)	4130.00	4131.00	4134.00			
Peso de Muestra Humeda (gr)	4255.30	4111.30	3998.70			
Volumen de la Muestra (cc³)	2116.88	2117.40	2118.62			
Densidad Suelo Humedo(gr/cc)	2.010	1.942	1.887			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra Húmeda + Tara (gr)	203.6	202.8	200.3	202.7	208.1	204.2
Muestra Seca + Tara (gr)	188.4	187.8	185.9	187.7	192.9	188.9
Peso del Agua (gr)	15.2	15	14.4	15	15.2	15.3
Peso de la Tara (gr)	38	37.9	39.4	39.8	39.9	36.9
Muestra Seca (gr)	150.4	149.9	146.5	147.9	153	152
Contenido de Humedad (%)	9.01	9.1	9.83	10.14	9.93	10.07
Contenido de Humedad Promedio(%)	9.055		9.985		10	
Desnsidad Seca (gr/cm³)	1.843		1.765		1.716	

**DATOS DE EXPACION**

Molde N°		1	2	3				
Sobrecargas (gr)		4530	4530	4530				
FECHA	HORA	TIEMPO (Horas)	Lectura dial	Hincham mm	Lectura dial	Hincham mm	Lectura dial	Hincham mm
13-Mar	10:30 a. m.	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
14-Mar	10:30 a. m.	24	5.00	0.5000	6.00	0.6000	9.00	0.9000
15-Mar	10:30 a. m.	48	8.00	0.8000	10.00	1.0000	14.00	1.4000
16-Mar	10:30 a. m.	72	12.00	1.2000	15.00	1.5000	17.00	1.7000

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetración (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²
0.025	17	289.40	90.2	16	237.8	79.28	11	186.28	62.09
0.050	25	366.80	115.6	24	321.4	107.13	19	270.85	86.3
0.075	33	449.30	140.2	32	404.9	121.5	26	340.98	94.2
0.102	42	573.00	150.3	43	512.2	138.9	35	428.64	117.6
0.200	58	758.70	179.3	59	681.3	152.6	47	552.39	135.4
0.300	65	934.00	211.2	78	872.1	189.4	68	777.22	159.3
0.400	74	1068.00	254.8	86	963.9	221.7	76	851.47	178.2
0.500	82	1191.18	273.6	101	1118.6	244.6	88	984.51	189.8

GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	15.03%	13.89%	11.76%
	0.2	17.93%	15.26%	13.54%



**ANEXO 14**

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)  
(NTP 339.145)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018.

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 02

**Profundidad:** 1.50 m

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Números de Capas	5		5		5	
Numero de golpes por capa	57		25		12	
Sobrecargas (gr)	4530		4530		4530	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	8326.60		8140.70		7971.10	
Peso del Molde(gr)	4130.00		4131.00		4134.00	
Peso de Muestra Humeda (gr)	4196.60		4009.70		3837.10	
Volumen de la Muestra (cc³)	2116.88		2117.40		2118.62	
Densidad Suelo Humedo(gr/cc)	1.982		1.894		1.811	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra Húmeda + Tara (gr)	204.8	202.8	199.3	202.4	207.4	202.2
Muestra Seca + Tara (gr)	189.3	187.8	185.1	188.2	191.9	186.8
Peso del Agua (gr)	15.50	15	14.2	14.2	15.5	15.4
Peso de la Tara (gr)	38.00	37.9	39.4	39.4	39.9	36.9
Muestra Seca (gr)	151.30	149.9	145.7	148.8	152	149.9
Contenido de Humedad (%)	10.24	10.01	9.75	10.15	10.2	10.27
Contenido de Humedad Promedio(%)	10.125		9.95		10.235	
Desnsidad Seca (gr/cm³)	1.800		1.722		1.643	

**DATOS DE EXPACION**

Molde N°		1		2		3		
Sobrecargas (gr)		4530		4530		4530		
FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura	Hin Cham	Lectura	Hin Cham	Lectura	Hin Cham
		(Horas)	dial	mm	dial	mm	dial	mm
13-Mar	10:30 a. m.	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
14-Mar	10:30 a. m.	24	20.00	2.0000	2.50	2.5000	27.00	2.7000
15-Mar	10:30 a. m.	48	22.00	2.2000	27.00	2.7000	28.00	2.8000
16-Mar	10:30 a. m.	72	25.00	2.5000	29.00	2.9000	28.50	2.8500

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetración (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²
0.025	21	284.30	102.5	14	217.2	78.34	8	155.35	56.02
0.050	23	310.00	111.8	17	248.2	89.49	9	165.66	61.3
0.075	25	330.70	119.2	18	258.5	93.21	12	196.6	73.8
0.102	27	351.30	140.3	20	279.1	113.7	14	217.22	99.5
0.200	32	402.90	161.8	24	320.4	134.2	17	248.16	124.8
0.300	35	433.80	180.4	26	341	154.9	19	268.79	139.8
0.400	37	454.40	198.2	29	371.9	169.4	22	299.73	151.7
0.500	40	485.40	211.4	32	402.9	186.7	26	340.98	166.5

GOLPES	56	25	12
C.B.R.	0.1	14.03%	11.37%
	0.2	16.18%	13.42%
			12.48%



**ANEXO 15**

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**

**(NTP 339.145)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018.

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 03

**Profundidad:** 1.50 m

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Números de Capas	5		5		5	
Numero de golpes por capa	57		25		12	
Sobrecargas (gr)	4530		4530		4530	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	8412.02		8242.36		8100.50	
Peso del Molde(gr)	4130.00		4131.00		4134.00	
Peso de Muestra Humeda (gr)	4282.02		4111.36		3966.50	
Volumen de la Muestra (cc³)	2116.88		2117.40		2118.62	
Densidad Suelo Humedo(gr/cc)	2.023		1.942		1.872	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra Húmeda + Tara (gr)	204.6	202.8	200.3	202.7	208.1	204.2
Muestra Seca + Tara (gr)	189.4	187.8	185.9	187.7	192.9	188.9
Peso del Agua (gr)	15.2	15	14.4	15	15.2	15.3
Peso de la Tara (gr)	38	37.9	39.4	39.8	39.9	36.9
Muestra Seca (gr)	151.4	149.9	146.5	147.9	153	152
Contenido de Humedad (%)	9.14	9.06	9.83	10.14	9.21	9.25
Contenido de Humedad Promedio(%)	9.1		9.985		9.23	
Densidad Seca (gr/cm³)	1.854		1.765		1.714	

**DATOS DE EXPACION**

Molde N°		1		2		3		
Sobrecargas (gr)		4530		4530		4530		
FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura	Hincham	Lectura	Hincham	Lectura	Hincham
		(Horas)	dial	mm	dial	mm	dial	mm
13-Mar	10:30 a. m.	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
14-Mar	10:30 a. m.	24	6.00	0.6000	7.00	0.7000	11.00	0.1100
15-Mar	10:30 a. m.	48	10.00	0.1000	12.00	1.2000	16.00	1.6000
16-Mar	10:30 a. m.	72	15.00	1.5000	18.00	1.8000	19.00	1.9000

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetración (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²
0.025	21	289.40	77.6	15	237.8	69.4	11	186.28	57.5
0.050	29	366.80	98.4	22	321.4	90.1	19	270.85	82.1
0.075	37	449.30	121.5	30	404.9	111.2	26	340.98	104.6
0.102	49	573.00	140.1	42	512.2	123.6	35	428.64	110.8
0.200	67	758.70	167.3	57	681.3	154.6	47	552.39	128.9
0.300	84	934.00	198.4	75	872.1	169.8	68	777.22	141.8
0.400	97	1068.00	225.7	83	963.9	189	76	851.47	169.2
0.500	109	1191.18	239.4	96	1118.6	204.3	88	984.51	182.3

GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	14.01%	12.36%	11.08%
	0.2	16.73%	15.46%	12.89%



**ANEXO 16**

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)  
(NTP 339.145)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018.

**Ubicación:** ÓVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO.

**Muestra:** CALICATA - 04

**Profundidad:** 1.50 m

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Números de Capas	5		5		5	
Numero de golpes por capa	57		25		12	
Sobrecargas (gr)	4530		4530		4530	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	8216.30		8082.21		7938.12	
Peso del Molde(gr)	4130.00		4131.00		4134.00	
Peso de Muestra Humeda (gr)	4086.30		3951.21		3804.12	
Volumen de la Muestra (cc³)	2116.88		2117.40		2118.62	
Densidad Suelo Humedo(gr/cc)	1.930		1.866		1.796	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra Húmeda + Tara (gr)	204.8	202.8	199.3	202.4	207.4	202.2
Muestra Seca + Tara (gr)	189.3	187.8	185.1	188.2	191.9	186.8
Peso del Agua (gr)	15.50	15	14.2	14.2	15.5	15.4
Peso de la Tara (gr)	38.00	37.9	39.4	39.4	39.9	36.9
Muestra Seca (gr)	151.30	149.9	145.7	148.8	152	149.9
Contenido de Humedad (%)	10.19	10.11	9.82	10.18	10.11	10.25
Contenido de Humedad Promedio(%)	10.15		10		10.18	
Desnsidad Seca (gr/cm³)	1.752		1.696		1.630	

**DATOS DE EXPACION**

Molde N°		1		2		3		
Sobrecargas (gr)		4530		4530		4530		
FECHA	HORA	TIEMPO (Horas)	Lectura dial	Hincham mm	Lectura dial	Hincham mm	Lectura dial	Hincham mm
13-Mar	10:30 a. m.	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
14-Mar	10:30 a. m.	24	18.00	1.8000	20.00	2.0000	25.00	2.5000
15-Mar	10:30 a. m.	48	22.00	2.2000	27.00	2.7000	28.00	2.8000
16-Mar	10:30 a. m.	72	28.00	2.8000	31.00	3.1000	33.00	3.3000

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetración (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
	Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²		lbs.	lb./pulg²
0.025	21	190.00	52.3	14	217.2	47.6	8	155.35	42.6
0.050	23	254.00	64.8	17	248.2	59.8	9	165.66	53.1
0.075	25	298.00	76.2	18	258.5	70.2	12	196.6	63.4
0.102	27	321.00	82.2	20	279.1	76.2	14	217.22	69.3
0.200	32	369.00	102.4	24	320.4	96.4	17	248.16	83.2
0.300	35	404.00	121.6	26	341	111.5	19	268.79	92.1
0.400	37	421.00	136.9	29	371.9	129.7	22	299.73	119.3
0.500	40	439.00	148.2	32	402.9	140.3	26	340.98	130.6

GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	8.22%	7.62%	6.93%
	0.2	10.24%	9.64%	8.32%



**ANEXO 17**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NTP 339.128)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** OVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO

**Muestra:** CALICATA - 01

**Profundidad:** - 1.50 m

Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso Retenido	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
2 1/2"	62.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.7500	1.00	0.17	0.17	99.83
N° 8	2.3800	5.80	0.97	1.13	98.87
N° 10	2.0000	3.30	0.55	1.68	98.32
N° 16	1.1900	11.30	1.88	3.57	96.43
N° 20	0.8400	10.80	1.80	5.37	94.63
N° 30	0.5900	14.30	2.38	7.75	92.25
N° 40	0.4250	19.30	3.22	10.97	89.03
N° 50	0.3000	114.30	19.05	30.02	69.98
N° 80	0.1800	132.30	22.05	52.07	47.93
N° 100	0.1500	9.30	1.55	53.62	46.38
N° 200	0.0750	5.80	0.97	54.58	45.42
Plato		272.50	45.42	100.0	0.00
Σ		600.00	100.00		

**Datos de la Muestra:**

P antes secado: 600.00 gr

P tamizado: 327.50 gr

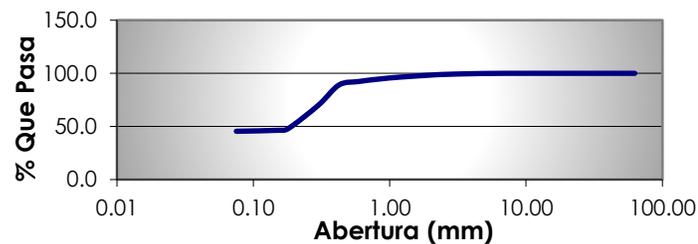
**Clasificación AASHTO:**

A-2-4 (0)

**Clasificación SUCS:**

SC: Arena - Arcillosa.

**Curva Granulométrica**



D <sub>10</sub> =	-	C <sub>c</sub> =	-
D <sub>30</sub> =	-	C <sub>u</sub> =	-
D <sub>60</sub> =	-		



**ANEXO 18**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NTP 339.128)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** OVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO

**Muestra:** CALICATA - 02

**Profundidad:** - 1.50 m

Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso Retenido	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
2 1/2"	62.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5000	5.00	0.83	0.83	99.17
N° 4	4.7500	15.00	2.50	3.33	96.67
N° 8	2.3800	13.00	2.17	5.50	94.50
N° 10	2.0000	3.50	0.58	6.08	93.92
N° 16	1.1900	11.00	1.83	7.92	92.08
N° 20	0.8400	10.50	1.75	9.67	90.33
N° 30	0.5900	13.50	2.25	11.92	88.08
N° 40	0.4250	85.00	14.17	26.08	73.92
N° 50	0.3000	58.00	9.67	35.75	64.25
N° 80	0.1800	83.50	13.92	49.67	50.33
N° 100	0.1500	19.50	3.25	52.92	47.08
N° 200	0.0750	11.00	1.83	54.75	45.25
Plato		272.00	45.33	100.0	0.00
$\Sigma$		600.00	100.08		

**Datos de la Muestra:**

P antes secado: 600.00 gr  
P tamizado: 328.50 gr

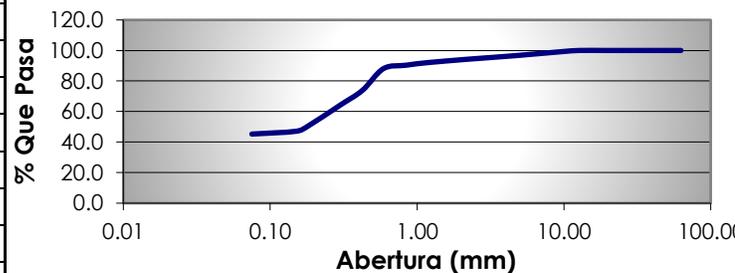
**Clasificación AASHTO:**

A-2-4 (0)

**Clasificación SUCS:**

SC : Arena Arcillosa.

**Curva Granulométrica**



D <sub>10</sub> =	-	C <sub>c</sub> =	-
D <sub>30</sub> =	-	C <sub>u</sub> =	-
D <sub>60</sub> =	-		



**ANEXO 19**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NTP 339.128)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** OVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO

**Muestra:** CALICATA - 03

**Profundidad:** - 1.50 m

Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso Retenido	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
2 1/2"	62.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.7500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.3800	4.00	0.67	0.67	99.33
N° 10	2.0000	1.00	0.17	0.83	99.17
N° 16	1.1900	8.00	1.33	2.17	97.83
N° 20	0.8400	7.50	1.25	3.42	96.58
N° 30	0.5900	10.00	1.67	5.08	94.92
N° 40	0.4250	13.00	2.17	7.25	92.75
N° 50	0.3000	118.50	19.75	27.00	73.00
N° 80	0.1800	136.50	22.75	49.75	50.25
N° 100	0.1500	10.00	1.67	51.42	48.58
N° 200	0.0750	14.00	2.33	53.75	46.25
Plato		229.00	38.17	100.0	0.00
Σ		600.00	91.92		

**Datos de la Muestra:**

P antes secado: 600.00 gr

P tamizado: 322.50 gr

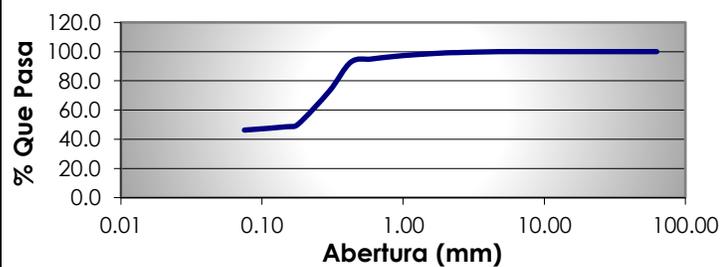
**Clasificación AASHTO:**

A-2-4 (0)

**Clasificación SUCS:**

GC : Grava Arcillosa.

**Curva Granulométrica**



D <sub>10</sub> =	-	C <sub>c</sub> =	-
D <sub>30</sub> =	-	C <sub>u</sub> =	-
D <sub>60</sub> =	-		



**ANEXO 20**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NTP 339.128)**

**Tesis:** ESTRUCTURA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ANILLO VIAL DEL ÓVALO LARCO- TRUJILLO- 2018

**Ubicación:** OVALO LARCO- TRUJILLO - LA LIBERTAD.

**Tesista:** Br. RODRIGUEZ FERNANDEZ MARCO ANTONIO

**Muestra:** CALICATA - 04

**Profundidad:** - 1.50 m

Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso Retenido	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
2 1/2"	62.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5000	4.00	0.67	0.67	99.33
N° 4	4.7500	2.50	0.42	1.08	98.92
N° 8	2.3800	5.50	0.92	2.00	98.00
N° 10	2.0000	2.00	0.33	2.33	97.67
N° 16	1.1900	8.00	1.33	3.67	96.33
N° 20	0.8400	8.50	1.42	5.08	94.92
N° 30	0.5900	11.00	1.83	6.92	93.08
N° 40	0.4250	13.50	2.25	9.17	90.83
N° 50	0.3000	46.50	7.75	16.92	83.08
N° 80	0.1800	104.00	17.33	34.25	65.75
N° 100	0.1500	23.50	3.92	38.17	61.83
N° 200	0.0750	37.00	6.17	44.33	55.67
Plato		334.50	55.75	100.0	0.00
Σ		600.50	100.08		

**Datos de la Muestra:**

P antes secado: 600.00 gr

P tamizado: 266.00 gr

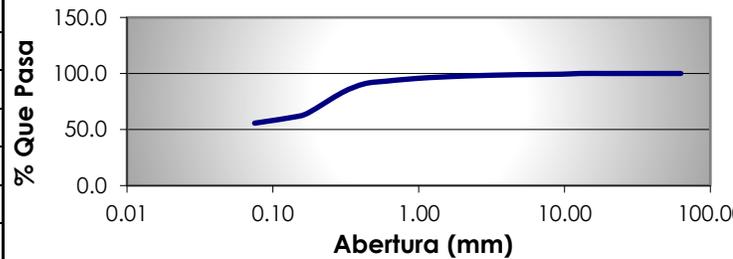
**Clasificación AASHTO:**

A-2-4 (0)

**Clasificación SUCS:**

GC: Grava Arcillosa.

**Curva Granulométrica**



<b>D<sub>10</sub>=</b>	-	<b>C<sub>c</sub>=</b>	-
<b>D<sub>30</sub>=</b>	-	<b>C<sub>u</sub>=</b>	-
<b>D<sub>60</sub>=</b>	-		

## ANEXO 21

### Extracción de muestras



### Ensayos de Mecánica de Suelos



**ANEXO 22**



**COLOCACION DE PUNTO GEODESICO EN CUADRA 39 AV. AMERICA SUR**



**COLOCACION DE PUNTO GEODESICO EN CUADRA 40 AV. AMERICA SUR**